

Encabezado: *Indicadores gerenciales Mantenimiento Grupo COREMAR*

*STRATEGIC ANALYTICAL DASHBOARD ARCHITECTURAL FRAMEWORK
APPROACH OF THE MANAGEMENT MAINTENANCE - PALERMO SOCIEDAD
PORTUARIA CON NORMA EUROPEA UNE PNE-EN-15341*

MILTON ALKAID VILLAMIL SIMANCAS
CÓDIGO 202020004114
CÉDULA 73'121.459

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MEDELLÍN - COLOMBIA
MARZO - 2021

STRATEGIC ANALYTICAL DASHBOARD ARCHITECTURAL FRAMEWORK
APPROACH OF THE MANAGEMENT MAINTENANCE - PALERMO SOCIEDAD
PORTUARIA CON NORMA EUROPEA UNE PNE-EN-15341

MILTON ALKAID VILLAMIL SIMANCAS
CÓDIGO 202020004114
CÉDULA 73'121.459

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
MARZO – 2021

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	iv
ILUSTRACIONES	vi
ECUACIONES.....	vii
0 PRÓLOGO.....	8
0.1 INTRODUCCIÓN.....	9
0.2 JUSTIFICACIÓN	10
0.3 Antecedentes	11
0.4 OBJETIVOS.....	13
0.4.1 Objetivo General	14
0.4.2 Específicos	14
0.4.2.1 Uno - Indicadores CMD.....	14
0.4.2.2 Dos - Framework Arquitectura Empresarial.	14
0.4.2.3 Tres - Analytics PNE EN 15341.	14
0.4.2.4 Cuatro - Estrategias futurísticas.....	14
0.4.2.5 Cinco - Conclusiones.	14
0.4.3 Fundamentación Estructura Benjamín Bloom y Robert Gagné.....	15
0.5 DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS - CAPÍTULOS	16
0.6 CONCLUSIONES CAPÍTULO 0	19
1. INDICADORES 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 Factores Productivos	21
1.3.2 Elementos Medibles	24
1.3.2.1 Confiabilidad Operacional.....	25
1.3.2.2 Indicadores Potenciales de Disponibilidad y Afines.....	28
1.3.3 Influencia de los Costos en Indicadores de Mantenimiento	45
1.3.4 Efectividad Eficiencia y Efectividad	52
1.3.4.1 Asociación Gerencial Dashboard.	53
1.3.5 Indicadores Relevantes	60
1.3.5.1 Mantenimiento como Recurso Nuclear Capacidad del Negocio.	61
1.4 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1	70
2. FRAMEWORK ARQUITECTURA EMPRESARIAL	71
2.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 2.....	71
2.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 2	71
2.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2	71
2.1.1 Influencia de las Tecnologías de Información y de la Big Data.....	71
2.1.1.1 Big Data.....	72
2.1.1.2 Características del Big Data.....	73
2.1.1.3 Tipos de datos Biga data influyentes en los Indicadores Maintenance's KPI	81
2.1.2 Lograr Ventajas Competitivas con habilidades - Arquitectura Empresarial FRAMEWORK	85
2.1.3 Mantenimiento una capacidad del negocio	87
2.1.4 TOGAF ORACLE- Arquitectura Empresarial AE	90
2.1.4.1 Evolución de madurez de la Arquitectura Empresarial COREMAR	99

2.2	CONCLUSIONES CAPÍTULO 2	118
3.	ANALYTICS PNE EN 15341	119
3.1	OBJETIVO del capítulo 3	119
3.2	INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 3	119
3.3	DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3	119
3.3.1	Indicadores Norma EN 15341	120
3.3.1.1	Indicadores Económicos	121
3.3.1.2	Indicadores Organizacionales	149
3.3.1.3	Indicadores Técnicos	154
3.3.1.4	Índice - Indicador - Parámetro	157
3.4	CONCLUSIONES CAPITULO 3	161
4.	ESTRATEGIAS FUTURÍTICAS CMD & LCC.....	162
4.1	OBJETIVO.....	162
4.2	INTRODUCCIÓN.....	162
4.3	DESARROLLO	162
4.3.1	Desarrollo analytics	162
4.3.2	Estrategias relevantes	167
4.4	CONCLUSIONES CAPÍTULO 4	168
5.	CONCLUSIONES	170
5.1	OBJETIVO CAPÍTULO 5.....	170
5.2	PRINCIPALES RESULTADOS.....	170
	BIBLIOGRAFÍA	171

ILUSTRACIONES

Página

Ilustración 1 - Investigación y desarrollo COREMAR.....	11
Ilustración 2 - Secuencia lógica, niveles y relación de objetivos	13
Ilustración 3 - Estructura logística del proyecto Analytics CMD COREMAR	15
Ilustración 4 - Escala Bloom Barrett y Gagné - Verbos específicos	16
Ilustración 5 - Ubicación geográfica Palermo Puerto - COREMAR	18
Ilustración 6 - Factores productivos Porter & Freeman.....	21
Ilustración 7 - Curvas y volúmenes de la función de producción.....	22
Ilustración 8 - Integralidad CMD en calidad & operación & mantenimiento	26
Ilustración 9 - Confiabilidad operacional en ciclo de vida.....	27
Ilustración 10 - Terotecnología & LCC.....	30
Ilustración 11 - Escenarios y Fases Ciclo de un activo.....	31
Ilustración 12 - Caracterización estándar CMD	32
Ilustración 13 - Curva de la Bañera Bathroom o de Davies	33
Ilustración 14 - Curva de Davies y las funciones de mantenimiento OIT	35
Ilustración 15 - Sistemas integrales que apoyan el OEE y el TEE	37
Ilustración 16 - procesos de Indicadores Vital Signs - Quantum Performance	41
Ilustración 17 - Matriz e indicadores mantenimiento Quantum Performance	42
Ilustración 18 - Indicadores gestión y operación de entidades de servicio	43
Ilustración 19 - Niveles subjetivos, culturales y científicos de indicadores	44
Ilustración 20 - Agregación de valor al activo y su usufructo posterior.....	45
Ilustración 21 - Incidencia de costo en indicadores de mantenimiento.....	46
Ilustración 22 - Gráficas de costos en mantenimiento	46
Ilustración 23 - Incidencias de los costos según tipo mantenimiento	47
Ilustración 24 - Costos excesivos en mantenimiento	47
Ilustración 25 - Iceberg de los costos de mantenimiento y de no realizarlo.....	48
Ilustración 26 - Terotecnología - Ciencia del mantenimiento	49
Ilustración 27 - Analogías y niveles de medidores de mantenimiento.....	52
Ilustración 28 - Ejemplos típicos COREMAR Maintenance's Dashboard	54
Ilustración 29 - Áreas que sirve el TOGAF potencial a mantenimiento	61
Ilustración 30 - Enfoque moderno Cord Mantenimiento y activos.....	63
Ilustración 31 - Gestión de mantenimiento según H. Fayol y F. Taylor	65
Ilustración 32 - Matriz excelencia COREMAR Mantenimiento Corporativo	65
Ilustración 33 - Indicadores estratégicos competitivos efectividad CMD	66
Ilustración 34 - Layout Criticidad y Hazard	67
Ilustración 35 - Las ventajas y los atributos de la Big Data	74
Ilustración 36 - Fuentes de información de Big Data	77
Ilustración 37 - Evolución de la analytics y la data en sabiduría	78
Ilustración 38 - Datos y Big Data.....	79
Ilustración 39 - Herramientas y procesos del Business Intelligent	80
Ilustración 40 - Formato de datos semiestructurados	82
Ilustración 41 - Datos estructurados muy útil para Indicadores.....	84
Ilustración 42 - Características de los datos	84
Ilustración 43 - Recursos (activos) Capacidades (mantenimiento) ventajas	86
Ilustración 44 - FRAMEWORK Capacidad Negocio & Recursos	88
Ilustración 45 - Capacidades del negocio.....	89
Ilustración 46 - Eficiencia & Eficacia - Efectividad	90
Ilustración 47 - Influencia geopolítica estratégica de COREMAR	91
Ilustración 48 - Elementos estratégicos de la AE FRAMEWORK	92
Ilustración 49 - Principios que rigen la arquitectura empresarial.....	93
Ilustración 50 - Valoración TOGAF Principios Arquitectura COREMAR.....	97
Ilustración 51 - Línea de tiempo de la Arquitectura Empresarial.....	98
Ilustración 52 - TOGAF ORACLE COREMAR.....	98
Ilustración 53 - AE Modelos FRAMEWORK Mantenimiento COREMAR	99
Ilustración 54 - Elementos del AE Enterprise Architecture de Gartner.....	100
Ilustración 55 - Evolución natural empresarial procesos Data en BI	101
Ilustración 56 - Estados factibles de madurez AE valores	102
Ilustración 57 - Administración de la complejidad de los FRAMEWORK	102
Ilustración 58 - Árbol arquitectónico TOGAF mantenimiento y activos.....	104
Ilustración 59 - Medición de la madurez AE TOGAF en COREMAR.....	105
Ilustración 60 - Indicadores de la Norma Europea 15341 MAKPI	121

<i>Ilustración 61 - Costos específicos en mantenimiento</i>	122
<i>Ilustración 62 - Incidencia de inventarios en mantenimiento y activos</i>	128
<i>Ilustración 63 - Costos RRHH / Costos mantenimiento - Pronósticos E8</i>	131
<i>Ilustración 64 - Costos RRHH tercerizado / Costos - Pronósticos E9</i>	132
<i>Ilustración 65 - Costos RRHH tercerizado / Costos - Pronósticos E9</i>	134
<i>Ilustración 66 - Costos correctivos vs. Costo total - Predicción E15</i>	137
<i>Ilustración 67 - Influencias preventivo - predictivo en correctivo y viceversa</i>	138
<i>Ilustración 68 - Costos planeados Mp vs. costos totales - Predicción E16</i>	140
<i>Ilustración 69 - Analytics aplicada a mantenimiento y a activos</i>	142
<i>Ilustración 70 - On Condition</i>	143
<i>Ilustración 71 - Costo formación RRHH vs. Plantilla RRHH - Predicción E21</i>	145
<i>Ilustración 72 - Costos tercerizados mecánicos y eléctrico - Predicción E22 y E23</i>	146
<i>Ilustración 73 - Costos tercerización instrumentación vs. costo total - Predicción E24</i>	148
<i>Ilustración 74 - Categorización Norma EU 15341 y Síntesis universal CMD usada por COREMAR</i>	158
<i>Ilustración 75 - Niveles estratégicos jerárquicos sistema kantiano mantenimiento</i>	159
<i>Ilustración 76 - Indicadores y predicciones estratégicas CMD & equivalentes LCC económicas COREMAR</i>	163

ECUACIONES

Página

<i>Ecuación 1 - Función de producción Cobb-Douglas</i>	22
<i>Ecuación 2 - Disponibilidad</i>	29
<i>Ecuación 3 - Parámetros magnos de Effectiveness</i>	39
<i>Ecuación 4 - Mantenimiento y operación son variables independientes</i>	127
<i>Ecuación 5 - Fórmulas de disponibilidad</i>	151

0 PRÓLOGO

El proyecto es muy impactante pues se desean aplicar técnicas de última generación de *BI Business Intelligent*, de *Big Data* y *Data Lake*, aplicadas a una empresa portuaria (fluvial y marítima) muy relevante de Colombia y de significativa importancia en América, se trata de mostrar, constituir y construir el estado futuro en sus tres dimensiones: largo, mediano y corto plazo, mediante la utilización de técnicas analíticas en todas sus cinco dimensiones¹, con técnicas avanzadas *ETL*², con base en la norma PNE-EN-15341, con el fin de generar factores claves de éxito, que permitan alcanzar la estrategia del grupo COREMAR y se obtenga ventaja competitivas impactantes en el futuro de la organización.

Le efectividad parece el indicador, sin duda más sublime en una organización para lograr la máxima ventaja competitiva a partir de un mantenimiento y de los activos, teniendo en cuenta el enfoque moreno del *Core* y de recursos (respectivamente para mantenimiento y los activos), bajo metodologías de *BI* and *BD*, bajo el enfoque ultra moderno de *FRAMEWORK* y arquitectura empresarial, en el caso particular de COREMAR ORACLE *TOGAF*³, donde los principales parámetros son confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y capacidad de utilización desarrollada, en un sistema (esta usa un parámetro adicional a los cuatros anteriormente enunciados, referido al costo del ciclo económico de vida) o de una máquina o activo (en los cuales, solo usa los cuatro parámetros referidos).

Al calcular la efectividad solo para una máquina o un activo (no para sistemas fabriles), se usan los mismos parámetros anteriores multiplicados entre sí, y para un sistema organizacional de activos, la misma manera de calcular, es un quebrado donde en el numerador queda la multiplicación de confiabilidad por la mantenibilidad, por la disponibilidad, por la capacidad utilizada en esa y en el denominador el valor de costo e/o inversión *LCC*⁴, podría entonces pensarse al ingreso del proyecto que los mejores índices se elaboran a partir de estos cinco parámetros de dirección, lo cual se valida al interior de este trabajo, en los objetivos sucesivos.

¹ *Descriptive, Diagnostics, Predictive, Prescriptive and Cognitive Analytics* - En castellano: *analítica descriptiva, diagnóstica, predictiva, prescriptiva (prospectiva) y cognitiva*.

² *ETL - Extraction - Transformation - Load of data, information and knowledge* - En español - Extracción Transformación Cargue de datos, información y conocimiento, de aspectos gerenciales y operativos de mantenimiento y gestión de activos.

³ *Plataforma tecnológica SI & TI ORACLE TOGAF® Standard*, versión 9.2.

⁴ *LCC - Life Cycle Cost - Ciclo*

0.1 INTRODUCCIÓN

La generación de valor es sin duda alguna el fin último de del departamento de mantenimiento y de activos, mediante la utilización de plataformas TI y SI modernas que le permitan capitalizar el *Core* de mantenimiento y los recursos de los activos, para transformar dicha labor en factores claves de éxito, que permitan alcanzar la estrategia de la compañía, por medio de la cual logra sus metas y objetivos, planteados, todo esto con el fin de generar ventajas competitivas.

La idea es aprovechar las técnicas de *BI* y de *BD*⁵, para lograr aplicar las *ETL*, por medio de las cuales se pueden lograr visiones futurísticas confiables de diferentes escenarios prospectivos, prescriptivos y cognitivos, que le permiten a las organizaciones tomar decisiones, confiables, acertadas y certeras en el presente, que impacten positiva y sostenidamente el futuro, para generar valor a partir de activos y mantenimiento, apoyándose en las estructuras *FRAMEWORK*.

El área de mantenimiento es concebida como una entidad de servicio, como un proceso de apoyo transversal a las demás áreas de la planta y de manufactura, es por esta razón es que las estrategias diseñadas en la gestión de mantenimiento y activos, 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, de lograr competitividad a partir de habilidades y competencias adquiridas por las personas, los procesos y la tecnología empresarial, de vanguardia; apoyada estratégicamente en los sistemas *SI* y en los métodos de tecnología avanzada de *TI*.

El presente estudio se centra en los equipos del puerto Palermo y de Cartagena, más diversa maquinaria que está en alta mar, donde existen diversas flotas de equipos de apoyo logístico, múltiples equipos, con modernas tecnologías y sistemas de previsión y de provisión logística para el cargue, almacenamiento y descargue de mercancías sólidas, a granel, líquidas, semipastosas, objetos, utensilios, artefactos de todo tipo y de múltiples dimensiones; todo este conglomerado debe ser tenido en estado de funcionalidad y operabilidad en los momentos en que se requiera por parte de los diferentes departamentos, usuarios de las diferentes instalaciones del puerto, en las condiciones óptimas y durante los tiempos de operación requeridos en el trasiego de las diversas y múltiples mercancías, objetivo general del puerto.

⁵ *BD - Big Data* - En español manejo de grandes volúmenes de datos en tiempo real, por largos períodos o de manera permanente.

0.2 JUSTIFICACIÓN

El nivel de competencias de los puertos es mundial y es avasallador, por eso debe enfrentarse con trazabilidad definida, sostenibilidad técnica eficiente, seriedad y seguridad frente a los desafíos y cambios que impone el mercado mundial del transporte marítimo y fluvial, se hace necesario maximizar el desempeño de cada uno de los actores que intervienen en el proceso de transformación o fabricación de servicio, en este contexto las empresas trazan estrategias para enfrentar a la competencia y ganar participación de mercado, apoyándose en técnicas científicas y metodologías de vanguardia para poder constituir permanentemente habilidades y capacidades, gerenciales y operacionales de mantenimiento con apoyo estricto y sostenible en los recurso productivos de los activos pertinentes de la organización.

Con el examen analítico permanente y futuro del mantenimiento industrial, se apalancan las acciones requeridas para garantizar la mejor confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de las máquinas, con los mejores réditos económicos, a partir de técnicas avanzadas de CMD y LCC.

Serán las herramientas de avanzada de *TI SI BD & BI* esenciales en la elaboración de estrategias futurísticas, en umbral de tiempo importante para lograr alcanzar escenarios nunca vistos, con las herramientas tradicionales de análisis y de cálculos clásicos de activos y mantenimiento, solo mediante la múltiple utilización mixta de herramientas se puede visualizar un estado futuro confiable, seguro, exitoso y sostenible en el tiempo presente, es impresionante el avance que han tenido las tecnologías de *analytics*, en los últimos años, y su impactante velocidad de mejora y crecimiento vertiginoso de manera permanente en el presente y en el futuro cercano, lo cual induce a su permanente uso, conocimiento dimensional y su aplicación real en las empresas y en las industrias, en diferentes campos de la administración, economía, marketing, logística, ingeniería y en múltiples otras áreas.

0.3 ANTECEDENTES

En los últimos años el mercado de los puertos y el trasiego mundial de mercancías, por transporte marítimo y fluvial, muestra un dinamismo sin antecedentes, que obliga a los actores relevantes en esta área de la economía, a ser más competitivos, es precisamente COREMAR Sociedad Portuaria Palermo S.A., una de las compañías más grandes del país y líder, de este sector de la negocio logístico, con ímpetus de crecimiento nunca vistos en este sector, es importante resaltar la ubicación estratégica de Palermo en Sitionuevo, en la desembocadura izquierda del río Magdalena de Colombia, es decir, los barcos, sus cascos y estructuras se impregnan de agua dulce, al entrar en el río, avanzando solo unos cuantos kilómetros a partir de Bocas de Ceniza en el océano Atlántico colombiano, esta ubicación estratégica le permite al grupo COREMAR:

- Localización estratégica sobre el río Magdalena, con ubicación privilegiada en su salida al mar.
- Sitionuevo - Palermo Sociedad Portuaria, está ubicada solo 18 kilómetros río arriba sobre la ribera oriental.
- Localizada a las afueras de la ciudad de Barranquilla, a poco tiempo de ella y estratégicamente ubicada en la costa atlántica, equidistante de varias de sus ciudades relevantes de Colombia.
- Acceso directo a la Troncal del Caribe que nos conecta con el interior del país
- Por su ubicación se evita la congestión de tráfico vehicular y se disminuye probabilidad de accidentes de tránsito
- A solo 17 horas de tránsito del canal de Panamá-Golfo de México
- Conectividad directa con las principales zonas industriales del país, y ciudades de la costa norte colombiana.

Ilustración 1 - Investigación y desarrollo COREMAR



Fuente⁶ (ScyLogs, 2017)

Todo esto, más el deseo permanente de los directivos, propietarios, empleados, directivos y colaboradores del Grupo COREMAR de salir adelante y ser líderes en América en su sector, en los solo diez años que tienen, más la permanente capacitación de empleados y directivos de las áreas operacionales de ingeniería, investigación

⁶ Se deja constancia que las ilustraciones, que no tengan fuente escrita, son propias del autor.

I+D+i+d, gerencia, logística y en especial de *TI*, quieren y desean aplicar herramientas de avanzada, actuales y futuras en el campo de la ingeniería operacional de la empresa, para mantener y crecer su competitividad, a partir de la operación y la gestión de mantenimiento y de activos.

COREMAR fue fundado en 1958 como el primer conglomerado marítimo de Colombia en la prestación de servicios logísticos integrales soportados en infraestructura propia a lo largo de las costas colombianas. A través de Unidades de Negocios, representadas por el Clúster de Palermo y COREMAR *Off-shore*, brinda servicios integrales a la medida de los clientes.

De esta manera COREMAR, consolida una solución logística integral muy efectiva y atractiva en el orbe mundial, soportada en el terminal portuario, Palermo Sociedad Portuaria; ubicada en zona franca, Palermo Zona Franca; terminal de líquidos, Palermo *Tanks* y COREMAR *Off-shore*. A lo largo de los años COREMAR ha tenido participación en diversos mercados tales como Brasil, México, Honduras, Colombia, Guayana Francesa, Trinidad y Argentina, con tripulación colombiana y en remolcadores de bandera nacional, anticipándose de manera visionaria a los requerimientos actuales de la operación *Off-shore* en Colombia y Latinoamérica.

De la misma manera, COREMAR se vincula de manera permanente y pionera en su ramo, a importantes proyectos regionales e internacionales, y con Palermo Zona Franca, busca abastecer la demanda de espacios industriales de proyectos de inversión de alto valor agregado, especialmente en el sector petrolero, minero y energético que requieran de una localización estratégica para la logística y transporte internacional vía marítima, fluvial y terrestre.

La división COREMAR *Off-shore*, cuenta con buques especializados que operan en las fases de sísmica, geofísica, geotécnica, ambiental, perforación y construcción costa afuera. Adicionalmente cuenta con 2 *Shorebases*⁷, uno en Cartagena y otro en la Zona Franca de Palermo especializados en el soporte de actividades COREMAR *Off-shore* en Colombia.

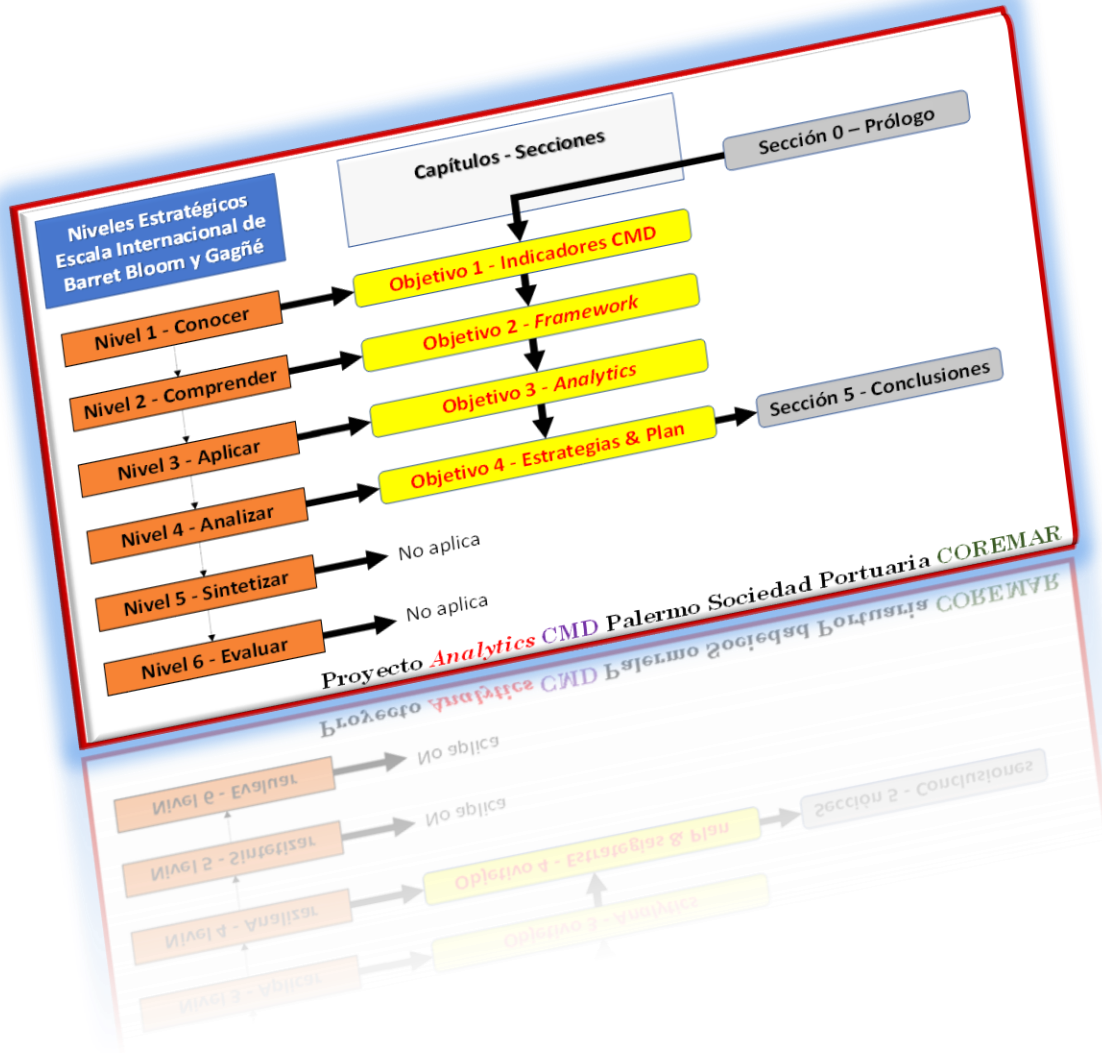
El autor decide emprender este interesante proyecto por el cúmulo de nuevos conocimientos en el ámbito de la ingeniería, y de herramientas de avanzada mostradas, utilizadas y recibidas durante su formación académica en la maestría de ingeniería de EAFIT, que le permitirán conocer escenarios futuros confiables y exitosos, que faciliten la labor operativa y gerencial del mantenimiento y de los activos del puerto Palermo, seguro de generar ventajas competitivas avasalladoras e impactantes en el área gerencial de la empresa COREMAR y en su campo de la competitividad y rentabilidad, sin precedentes *analytics* al interior de la organización.

⁷ *Shorebases* - En español bases costeras, en el continente, en tierra.

0.4 OBJETIVOS

La estructura y la secuencia lógica 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 (Gagné & Bloom, 2008).

Ilustración 2 - Secuencia lógica, niveles y relación de objetivos



Fuente: elaboración propia

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

0.4.1 Objetivo General

Generar ventajas competitivas estratégicas, en mantenimiento y gestión de activos, a partir de aplicación *analytics*⁹ (en sus cinco dimensiones) CMD en Palermo Sociedad Portuaria - Grupo Empresarial COREMAR -

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 - Indicadores CMD.

Reconocer indicadores gerenciales relevantes CMD de gestión y operación de mantenimiento y de activos. *Nivel 1 - Conocimiento Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

0.4.2.2 Dos - Framework Arquitectura Empresarial.

Extender los principios universales y criterios internacionales de Framework y arquitectura empresarial, al caso mantenimiento y activos plataforma *TI* informática. *Nivel 2 - Comprensión de la Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

0.4.2.3 Tres - Analytics PNE EN 15341.

Aplicar la *Analytics* en sus cinco dimensiones, en CMD a mantenimiento y gestión de activos, a la luz de la norma PNE-EN-15341. *Nivel 3 - Aplicación de la Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

0.4.2.4 Cuatro - Estrategias futurísticas.

Analizar estrategias a desarrollar en CMD de mantenimiento y activos, a partir de los resultados analíticos de la aplicación de la norma PNE-EN-15341 en grupo COREMAR, para generar ventajas competitivas. *Nivel 4 - Análisis de la Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

0.4.2.5 Cinco - Conclusiones.

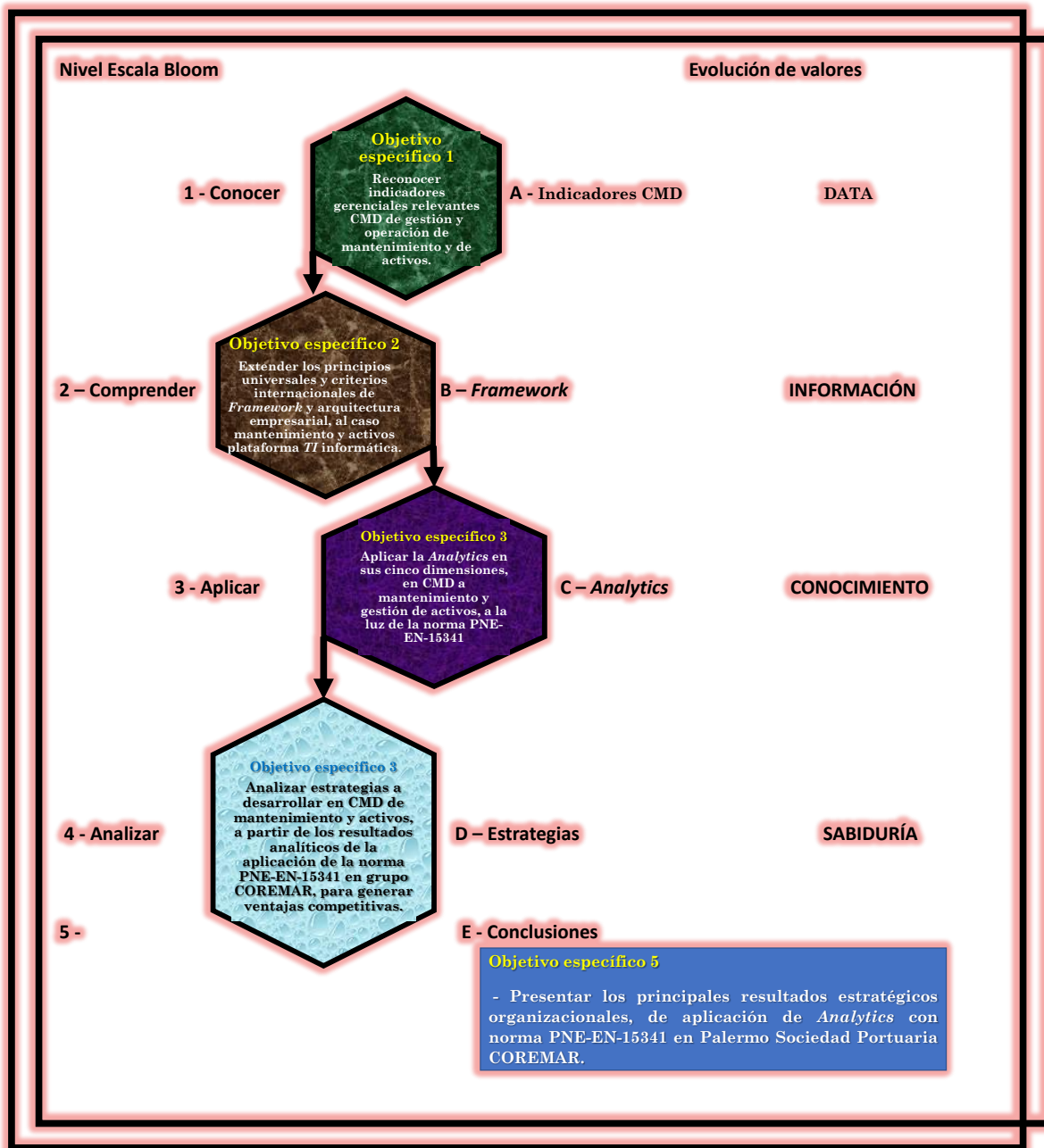
Presentar los principales resultados estratégicos organizacionales, de aplicación de *Analytics* con norma PNE-EN-15341 en Palermo Sociedad Portuaria COREMAR.

⁹ Analytics - En castellano, analítica aplicada en sus cinco dimensiones: diagnóstica, descriptiva, predictiva, prescriptiva y cognitiva.

0.4.3 Fundamentación Estructura Benjamín Bloom y Robert Gagné

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 3 - Estructura logística del proyecto Analytics CMD COREMAR



Fuente: elaboración propia (Villamil, 2021)

generen factores claves de éxito, para poder alcanzar la estrategia empresarial exitosa y por ende lograr ventajas competitivas, para la empresa, los cuales servirán de apoyo para los siguientes objetivos.

Objetivo específico uno: reconocer indicadores gerenciales relevantes CMD de gestión y operación de mantenimiento y de activos.

En la segunda parte constitutiva del objetivo dos, se hace una descripción y evaluación pormenorizada y exhaustiva de la plataforma *FRAMEWORK TOGAF* - ORACLE de COREMAR, donde se conectan todas las *Data Lake* de proceso junto con los *Big Data*, que permiten procesar la información pertinente, que deja sentadas las bases para trazar una línea base crítica sobre los sistemas TI de la empresa Palermo Sociedad Portuaria para que a futuro ensamble y le permita trazabilidad a los indicadores gerenciales de mantenimiento y de gestión de activos.

Objetivo específico dos: extender los principios universales y criterios internacionales de Framework y arquitectura empresarial, al caso mantenimiento y activos plataforma *TI* informática.

El tercer paso realiza todos los cálculos, análisis y transformaciones de datos en información, en conocimiento, en sabiduría y en inteligencia; aplicadas en cada una de las etapas de la *Analytics* diagnóstica, descriptiva, predictiva, prescriptiva y cognitiva; como base para la aplicación de la norma. Objetivo específico tres: aplicar la *Analytics* en sus cinco dimensiones, en CMD a mantenimiento y gestión de activos, a la luz de la norma PNE-EN-15341.

El objetivo específico cuarto trata de la aplicación en COREMAR de la norma PNE-EN-15341, en cuanto a sus indicadores económicos E1 a E24, técnicos T1 a T21 y los organizacionales O1 a O26; todo esto en los casos en que sean de interés para el proyecto y que sean verdaderamente aplicables en la Empresa, con la condición de que sí se conviertan en factores claves de éxito, en el proceso de *Dashboard Analytics* gerencial y operativos de mantenimiento y de gestión de activos a partir de la información obtenida anteriormente de los procesos de gestión y operación de mantenimiento y de activos.

Objetivo específico cuatro: Analizar estrategias a desarrollar en CMD de mantenimiento y activos, a partir de los resultados analíticos de la aplicación de la norma PNE-EN-15341 en grupo COREMAR, para generar ventajas competitivas.

El último capítulo de desarrollo es netamente de conclusiones de la *analytical* aplicada a la gerencia y operación de mantenimiento y de activos, del Grupo COREMAR en el puerto Sitionuevo - Magdalena en la empresa Palermo Sociedad Portuaria - Colombia, en el océano Atlántico.

Ilustración 5 - Ubicación geográfica Palermo Puerto - COREMAR



Fuente: (Palermo Sociedad Portuaria COREMAR Colombia, 2021)

El objetivo general, tiene como misión principal Generar ventajas competitivas estratégicas, en mantenimiento y gestión de activos, a partir de aplicación *analytics*¹⁰ (en sus cinco dimensiones) CMD en Palermo Sociedad Portuaria - Grupo Empresarial COREMAR.

¹⁰ Analytics - En castellano, analítica aplicada en sus cinco dimensiones: diagnóstica, descriptiva, predictiva, prescriptiva y cognitiva.

0.6 CONCLUSIONES CAPÍTULO 0

Esta primera parte describe cada paso, cada etapa, las relaciones entre los diferentes objetivos, las diversas actividades que conforman el proyecto y en especial como se relacionan entre sí.

De esta manera, se deja bien estructurada la organización del proyecto, donde se presentan el contexto y referentes relevantes al trabajo de la aplicación analytics en sus cinco fases a la creación de escenarios futuros de orden técnico, que provean elementos de juicio y criterios para decisiones acertadas, que generen ventajas competitivas sostenibles.

1. INDICADORES CMD

1.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 1

Reconocer indicadores gerenciales relevantes CMD de gestión y operación de mantenimiento y de activos. *Nivel 1 - Conocimiento Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

1.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 1

El objetivo propende el esclarecimiento de los criterios de evaluación e importancia para medir la operación y la gestión de mantenimiento y de los activos, para ello se presentan diferentes opciones, tomadas de diferentes fuentes, cuyo objetivo, es encontrar parámetros relevantes e impactantes en la medición gerencial técnica, futurística deseada en el proyecto.

En este capítulo se seleccionan los principales y más relevantes criterios de evaluación estratégica de mantenimiento y de gestión de activos, que generen un insumo técnico impactante e influyente, para los objetivos siguientes de *FRAMEWORK* y *analytics* (Londoño, 2020) (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020).

1.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 1

Es una sección muy relevante, ya que los indicadores son el epicentro del proyecto, a la hora de revisar la literatura mundial y las costumbres empresariales sobre los Indicadores de Comportamiento Gerencial u Operativo, de algún departamento o sección industrial, se centra la atención solo en los *MKPI*¹¹, por la temático del trabajo de investigación aplicada, en mantenimiento.

El ambiente de medición y su contexto, está altamente relacionado, con los factores productivos de mantenimiento, es decir necesariamente mantenimiento como entidad de servicio, de fundamentación netamente logística que provee recursos (factores productivos) cuando un equipo o activo, pierde intempestivamente la funcionalidad de los equipos por fallas o por mantenimientos planeados que obligatoriamente, requieren que el equipo o activo se detenga durante su realización, de manera planeada y voluntaria, conciliada entre mantenimiento y operación (Freeman & Landau, 2021) (Porter, 1999) (Díaz M. -Á., Confiabilidad en mantenimiento, 1992).

¹¹ MKPI - Maintenance's Key Performance Indicators

1.3.1 Factores Productivos

Es indudable, que unas de las medidas más relevantes es sobre los recursos que generan el servicio de mantenimiento.

En la escasa literatura se encuentra que, entre los factores requeridos por mantenimiento para producir servicios, aparecen: espacio físico, capital (para adquirir repuestos, máquinas, herramientas, alquilar los factores productivos de RRHH y afines, etcétera), tecnología, factor de negociación, planeación, recursos naturales (ambientales), RRHH (como intelecto, no como fuerza bruta), tecnología, inteligencia (evolución moderna de la data en *BI Business Intelligence*), entre otros.

Ilustración 6 - Factores productivos Porter & Freeman



Fuente (Posada, 2010) (Ricardo, 1817) (Reed, 1971) (Mora, Mantenimiento estratégico, 2017) (Villegas & Mora Gutiérrez, 2020)

Estos factores productivos están condicionados, en su efectividad, no a ellos per se, si no a los rangos de utilización en las curvas de la función de producción o servicios, según productividad.

Los conceptos económicos modernos, representan la función de producción, como aquella que refleja el comportamiento en el tiempo, de lo que se puede producir en términos de bienes o servicios, con unos factores productivos dados. Es una ejemplarización técnica industrial o empresarial, del uso de un vector de recursos o factores productivos, que le corresponde un escalar que denota el volumen de los bienes o servicios que puede producir, en ese punto de su gráfica de producción y productividad.

La función de producción de servicios o productos es una relación entre la cantidad de factores utilizados, con la correspondiente cantidad de producción obtenido, derivada de ellos.

Existen diversas funciones de producción, en las distintas economías y tiempos de la humanidad, entre ellas se denota la función Cobb-Douglas, la cual es universalmente usada, para relacionar las curvas que controlan el producto o servicio promedio (primera derivada de la función de producción o servicios), la productividad (segunda derivada) y por ende la función neta de producción o servicios.

Ecuación 1 - Función de producción Cobb-Douglas

$$Q = A * T^{\alpha} K^{\beta} = \text{cantidad de producción}$$

Donde:

Q = producción total (el valor monetario de todos los bienes producidos durante un año)

T = cantidad de trabajo humano

K = capital de trabajo o insumo

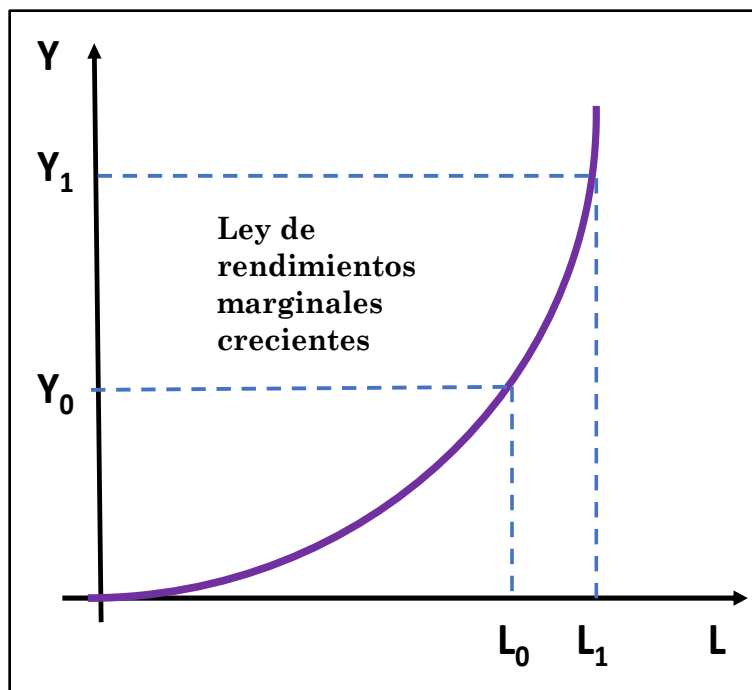
A = factor total de productividad

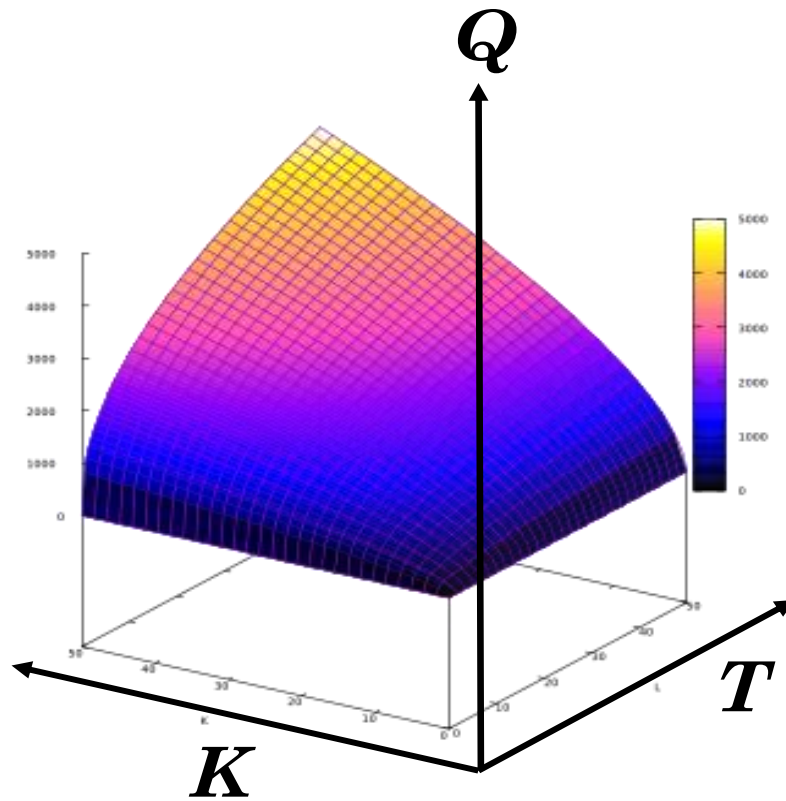
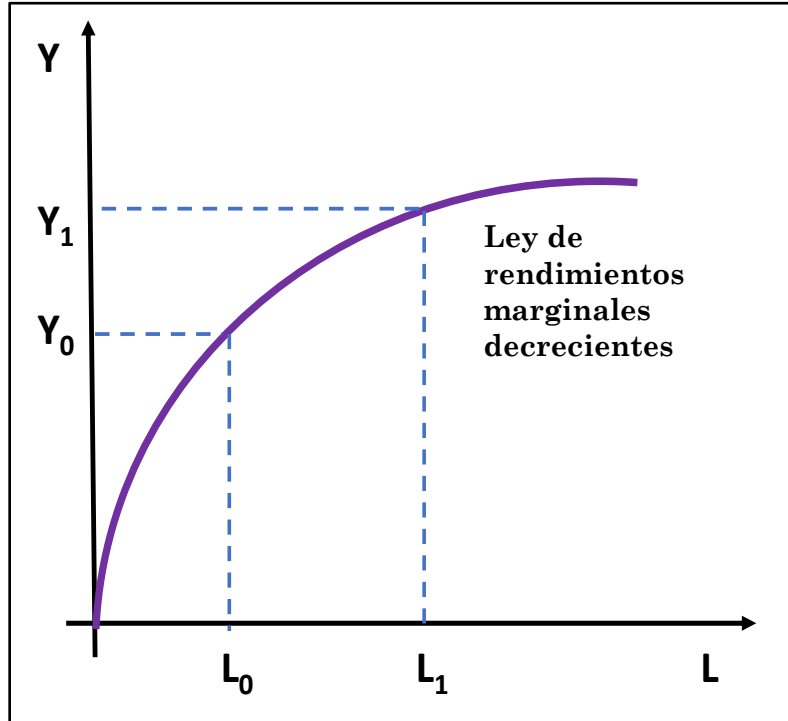
α y β son las elasticidades producto del trabajo y el capital, respectivamente. Estos valores son constantes determinadas por la tecnología disponible.

Su condición $\alpha + \beta = 1$

Fuente (Kiziryan, 2015) (Fugazzi, 2016) (Vargas, 2014) (Villalobos, 2016).

Ilustración 7 - Curvas y volúmenes de la función de producción





Fuente (Kiziryan, 2015) (Fugazzi, 2016)

Los factores productivos que usa son insumos, tecnología, trabajo (recurso humano) y capital, en la antigüedad se trabajaba con la tierra, el trabajo humano y el capital, es una de las fórmulas más divulgadas, originalmente la trabajó Knutt Wicksell, y posteriormente fue consolidada por Charles Cobb y Paul Douglas (Vargas, 2014) (Villalobos, 2016).

Es indiscutible, que la forma en que se manejen los factores productivos de operación para generar servicios de mantenimiento incide notoriamente en la evaluación de diferentes y múltiples indicadores de mantenimiento, es impresionante la cantidad de opciones de indicadores que existen en un sistema de gestión y operación de mantenimiento y activos, es importante que a través de la investigación y el desarrollo, se pueda comprobar la eficacia de diferentes indicadores y medidas de operación y gestión de activos y de mantenimiento, a través del departamento de I+D+i+d, que permita confrontar resultados en el tiempo, contra comparaciones internas y exógenas (ScyLogs, 2017).

Los factores críticos de éxito de la gestión del mantenimiento son la Disponibilidad y la Eficiencia, que van a indicarnos la fracción de tiempo en que las unidades o equipos están en condiciones de servicio (Disponibilidad) y la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción (Confiabilidad).

La forma en que se manejen y operen los ocho factores productivos precisan de alguna manera los niveles de eficacia, eficiencia y efectividad de los instrumentos básicos de mantenimiento; al igual que se definen los niveles de productividad y competitividad, que se pueden alcanzar acordes a la gestión y operación realizada en la fase instrumental del enfoque kantiano de mantenimiento (Mora, 1998a)(Mora, 1990) (Porter, 1999) (Freeman & Landau, 2021).

1.3.2 Elementos Medibles

La gestión adecuada y efectiva de mantenimiento, no solo estriba en sus niveles inferiores de los factores productivos, enunciados anteriormente, se requiere medición permanente de sus acciones factibles, como los mantenimientos planeados (preventivos preventivos), llamados también proactivos (Moubray, 2004) o no (correctivo y modificativos), de sus formas de organización llámese *TPM*¹² o *RCM*¹³ o *WCM*¹⁴ u otra diferente a estas; si no en entender que ninguno de los factores, de las actividades de mantenimiento o de sus formas organizacionales per se son buenas o malas, están deben aplicarse en la vida real de una u otra manera, para que lleguen a tener algún criterio evaluativo, por eso es importante que esos indicadores de la vida real de algunos

¹² *TPM* - Total Productive Maintenance - Mantenimiento Productivo Total

¹³ *RCM* - Reliability Centred Maintenance - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

¹⁴ *WCM* - World Class Maintenance - Mantenimiento de Clase Mundial

de los parámetros anteriores, vaya acompañado de un direccionamiento estratégico hacia los objetivos de la empresa.

Aparecen entonces en primera línea los factores productivos requeridos para que mantenimiento funcione y opere adecuadamente, más sin embargo se recalca que ellos: espacio físico, capital, tecnología, factor de negociación, planeación, recursos naturales y ambientales, RRHH, tecnología, *BI Business Intelligence*¹⁵ más *BD Big Data* junto con información y sabiduría, se miden en su aplicación, porque no son ni buenos ni malos, aparte de ellos existen en esta primera línea una cantidad abundante de factores que influyen en los diferentes rendimientos, tales como costos, inventarios, técnicas avanzadas y genéricas de mantenimiento, métodos específicos de gestión como 5S o mejora continua, en fin, podrían ser incontables, se menciona para que sea tenido en cuenta.

En una asociación de tiempo, espacio y acción específica de mantenimientos se deben considerar mediciones de las actividades propias del mantenimiento, que son antes de la falla, denominadas preventivo o predictivos, y las acciones factibles que ocurren posterior a una falla como son el correctivo o el modificativo, denominados reparaciones; ellos en sí aplicados en intervalos de tiempos y/o de espacio, se argumentan y se perfilan como factibles indicadores a tenerse en cuenta.

Aparte de lo anterior, debe ser media la organización que se use para el mantenimiento, como *TPM*, *RCM*, u otro, en algunos casos uno especial propio de la organización particular de mantenimiento de la empresa, que bien puede ser una contribución integral de partes de las organizaciones típicas ya descritas.

En un probable nivel diferente, se puede pensar que existen otros indicadores más integrales y menos específicos como la confiabilidad, es de resalta en ellas la relación inmediata con disponibilidad, mantenibilidad y costos.

1.3.2.1 Confiabilidad Operacional.

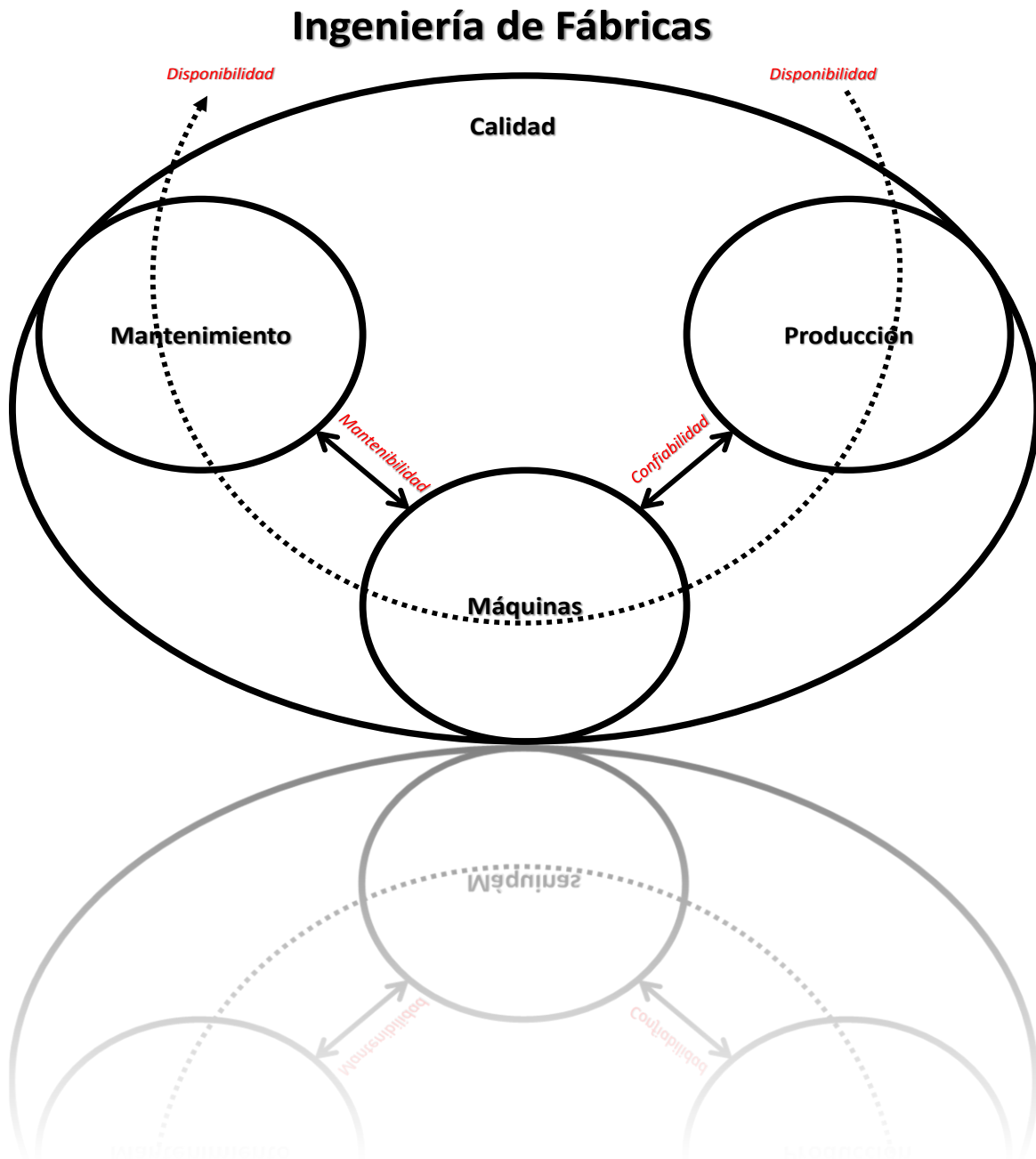
Es muy interesante observar cómo esta función de ingeniería que se asocia a operación, integra varias de las etapas propias de las acciones de calidad, mantenimiento y operación industrial.

La confiabilidad de los equipos no es únicamente responsabilidad del área de mantenimiento (mencionan algunos autores (Altmann, 2021)), dice en la literatura, pero parece ser que la realidad es otra, ya que la confiabilidad y la mantenibilidad son eventos independientes, que en el corto plazo uno no influencia en el otro.

¹⁵ *BI Business Intelligent* - Inteligencia de negocios

En general la madurez en la gestión de mantenimiento puede incidir altamente en que se haga una mirada integral de confiabilidad, calidad, operación, activos y mantenimiento; pues hay relaciones entre ellos que se deben respetar.

Ilustración 8 - Integralidad CMD en calidad & operación & mantenimiento

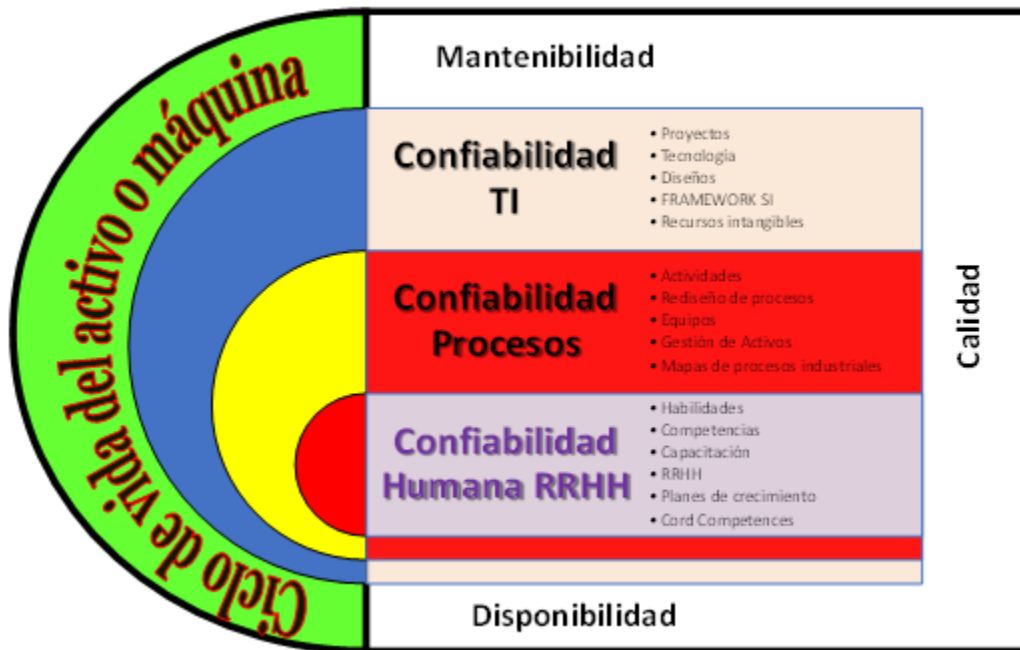


Fuente (Mejía, 2014) (Ardila, Ardila - Marín, Rodríguez - Gaviria, & Hincapie - Zuluaga, 2016)

Es la confiabilidad operacional la capacidad de una fábrica, sistema, maquina u activo, compuesto integralmente por procesos, tecnología, recursos humanos, materiales y factores productivos, para cumplir su función dentro del objeto social de una organización empresarial, dentro de sus límites naturales de diseño y operando dentro de su contexto normal, para la cual dicha máquina, fue creada.

Los factores que inciden en el cálculo y dimensión de la confiabilidad operacional son: confiabilidad y mantenibilidad de la máquina en sí, confiabilidad humana y confiabilidad del proceso.

Ilustración 9 - Confiabilidad operacional en ciclo de vida



Fuente (Melo, 2018) (Altmann, 2021) (EasyMaint@, 2016)

Su principal misión, es desarrollar actividades y acciones que optimicen los procesos naturales de gestión y operación de mantenimiento, involucrando herramientas avanzadas de diagnóstico, técnicas de fundamento científico para el análisis, *analytics* en sus diversas formas, nuevas tecnologías de TI¹⁶, SI¹⁷, *Data Lake*, *Big Data* y afines, con plataformas de *Business Intelligent*, que permitan procesar volúmenes gigantescos de información.

Algunos de los indicadores derivados de la confiabilidad operacional, son:

¹⁶ TI - Tecnologías de información recientes.

¹⁷ SI - Sistemas de Información

- En producción: mejoras y aumento paulatino y sostenido de la capacidad de operación.
- Costos: reducción de costos de manufactura, mediante la reducción de los tiempos de reparación y de mantenimiento.
- Seguridad industrial: reducción de fallas y mejor seguridad del personal.
- Satisfacción de clientes: oportunidad de las entregas en cantidad, calidad u oportunidad.

Se presentan, algunas dudas con relación a estas ideas de algunos autores (Farfan, 2020) (Ahlmann, 1987) (EasyMaint@, 2016) (Melo, 2018), que están en primera línea en el circuito de la confiabilidad operacional, debido a que confiabilidad es la función neta de operación y no de mantenimiento, las variables confiabilidad y mantenibilidad, son variables independientes, como tal también lo son los departamentos que califican respectivamente, producción y mantenimiento, entonces el hecho de mezclar confiabilidad operacional con mantenimiento, se puede prestar a confusión, por eso el autor decide, empezar a clarificar conceptos en el sentido de que disponibilidad es la variable dependiente, mantenibilidad y confiabilidad son independientes de la disponibilidad y no tienen relación entre ellas.

1.3.2.2 Indicadores Potenciales de Disponibilidad y Afines.

Se pretende en este numeral abordar, de una vez con detalle, la caracterización de las variables CMD¹⁸, con el ánimo de descubrir sus parámetros respectivos y factibles de medición.

En general se podría aproximar la definición de disponibilidad, que es el objetivo primordial de mantenimiento, como el grado de confianza de que un componente, máquina, activo o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. Es común expresar, la disponibilidad como un porcentaje de tiempo en que el sistema tiene perfecta su funcionalidad y está presto a producir, esto en sistemas que operan continuamente o de manera prolongada.

En las etapas de diseño, o denominada fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida (Mesa, Ortiz Sánchez, & Pinzón, 2006).

La gran estrategia empresarial actual, está dirigida a maximizar la disponibilidad y obtener eficacia requerida de las máquinas, equipos, activos e instalaciones,

¹⁸ CMD - Confiabilidad Mantenibilidad Disponibilidad

minimizando los costos de mantenimiento y velando por una vida útil adecuada, dentro de parámetros de seguridad industrial y protección de la naturaleza.

En la actualidad los enfoques internacionales señalan a la disponibilidad, como la variable predominante total, en un sistema evaluativo de mantenimiento. Al igual se da mucha relevancia a la eficacia. Más sin embargo es importante recordar que la disponibilidad es una variable dependiente de confiabilidad y mantenibilidad, esto hace que se vaya clarificando un conjunto de variables preponderantes, que permitirán encontrar los lineamientos de las principales variables a mediar en mantenimiento y gestión de activos.

Ecuación 2 - Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Confiabilidad}{Confiabilidad + Mantenibilidad}$$

Fuente (OREDA Volumen II, 2016) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

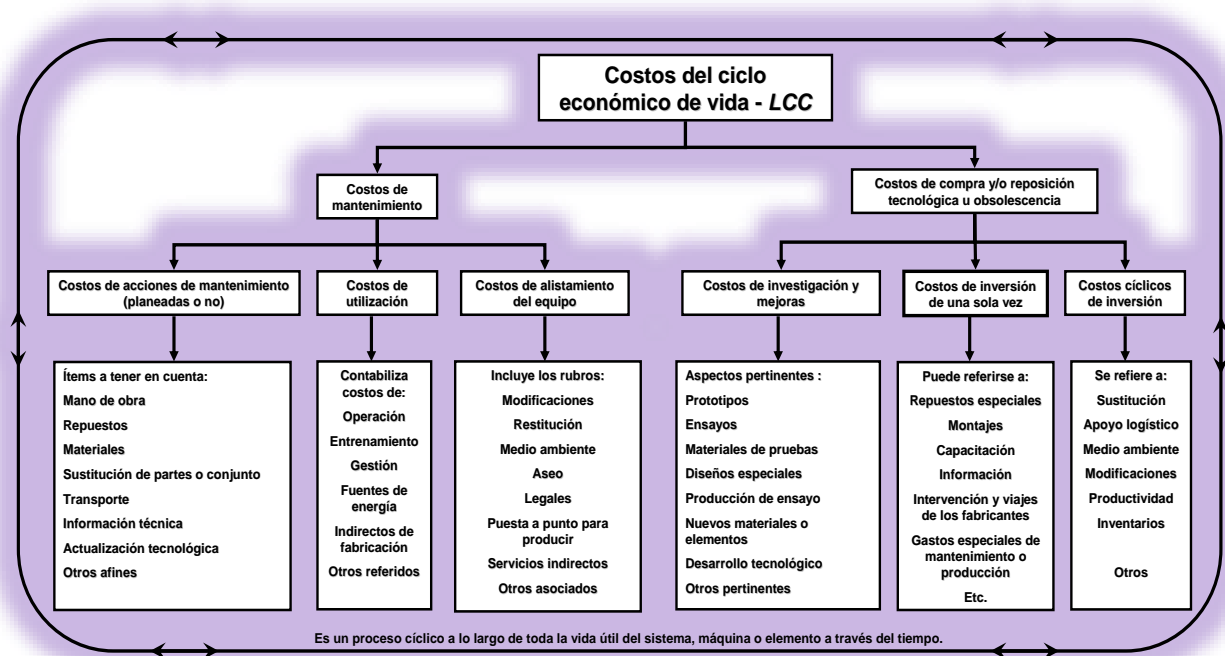
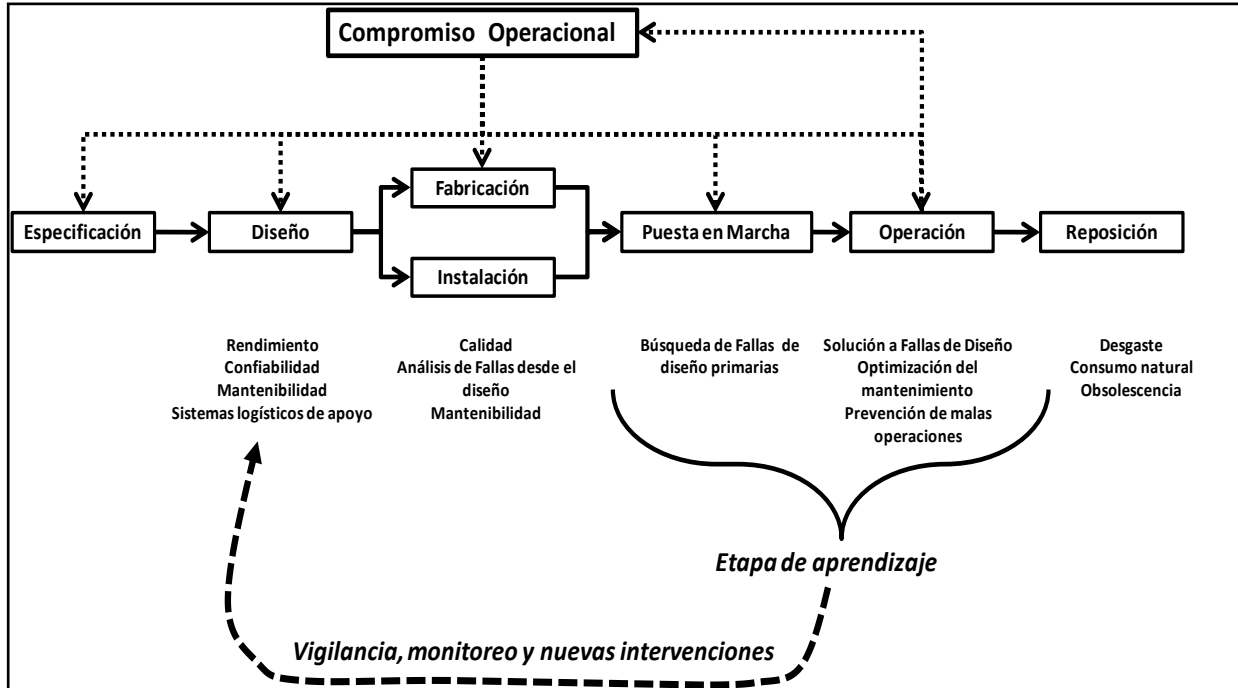
La probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento 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, Hacia la excelencia en MANTENIMIENTO, 1996)(Halpern, 1978) (Navarro, y otros, 1997) (Modarres, 1993) (OREDA Volumen I, 2016).

Entre las disponibilidades más utilizadas, están:

- Genérica, se usa cuando se inicia el proceso y no se tiene mucha experiencia.
- Inherente o Intrínseca, es útil cuando se desea controlar los mantenimientos correctivos.
- Alcanzada, su gran ventaja la genera cuando trata de administrar bien los mantenimientos planeados, sean predictivos o preventivos, arrastra los correctivos de la anterior.
- Operacional, esta disponibilidad pretende erradicar las demoras, que son de tipo administrativo o físico, que retrasan las diferentes actividades de mantenimiento; sea correctivo o planeado; arrastra de la anterior los planeados y lo correctivo.
- Operacional generalizada, se puede aplicar cuando las máquinas o los activos durante mucho tiempo funcionan perfectamente pero no producen volúmenes

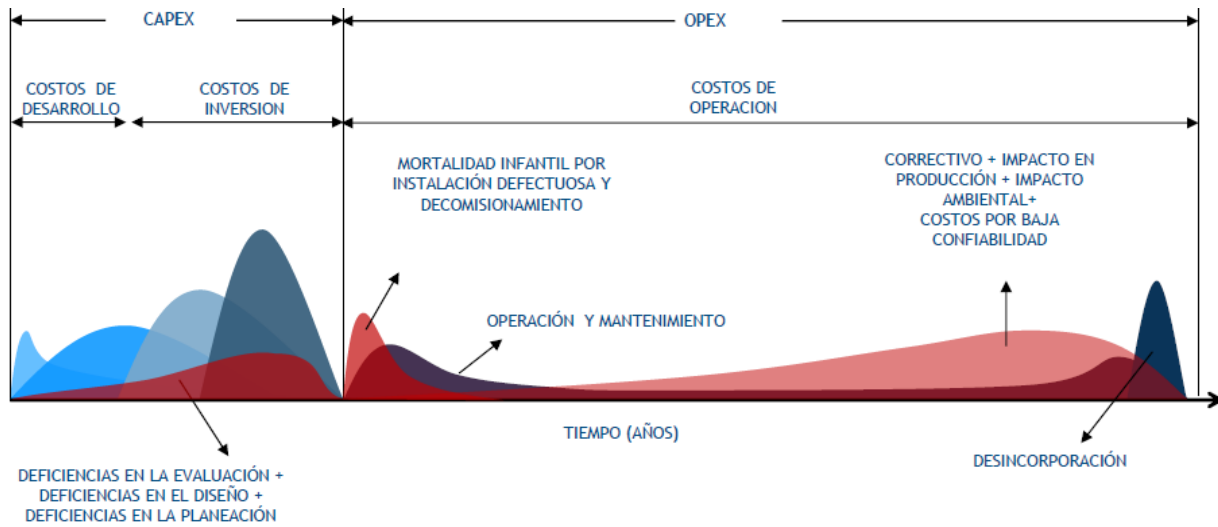
importantes o si trabajan en vacío, o en porcentajes muy pequeños, arrastra todo lo de la anterior.

Ilustración 10 - Terotecnología & LCC



Fuente (Ardila, Ardila - Marín, Rodríguez - Gaviria, & Hincapie - Zuluaga, 2016) (Tavares, dos Santos, & da Silva, 2007) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

Ilustración 11 - Escenarios y Fases Ciclo de un activo



Fuente (Tavares, dos Santos, & da Silva, 2007) (OREDA Volumen II, 2016) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

Indudablemente también es factible sacar indicadores del ciclo de vida y de la función de Terotecnología que ambas trabajan desde la concepción hasta el retiro o desincorporación del elemento.

Ilustración 12 - Caracterización estándar CMD

1. Disponibilidad Genérica = A_G Engloba todo lo que hace perder funcionalidad en el DT del denominador

2. Disponibilidad Inherente = A_I Le interesa solo lo correctivo, no hay planeados, no hay demoras, ni Ready Time

3. Disponibilidad Alcanzada = A_A Le interesa en el denominador los mantenimientos planeados: preventivos predictivos planeados y arrastra lo correctivo de la Inherente

4. Disponibilidad Operacional = A_O Se interesa en las demoras y arrastra Mantenimientos y Correctivo

5. Disponibilidad Operacional Generalizada = A_{GO} Le interesa el Ready Time

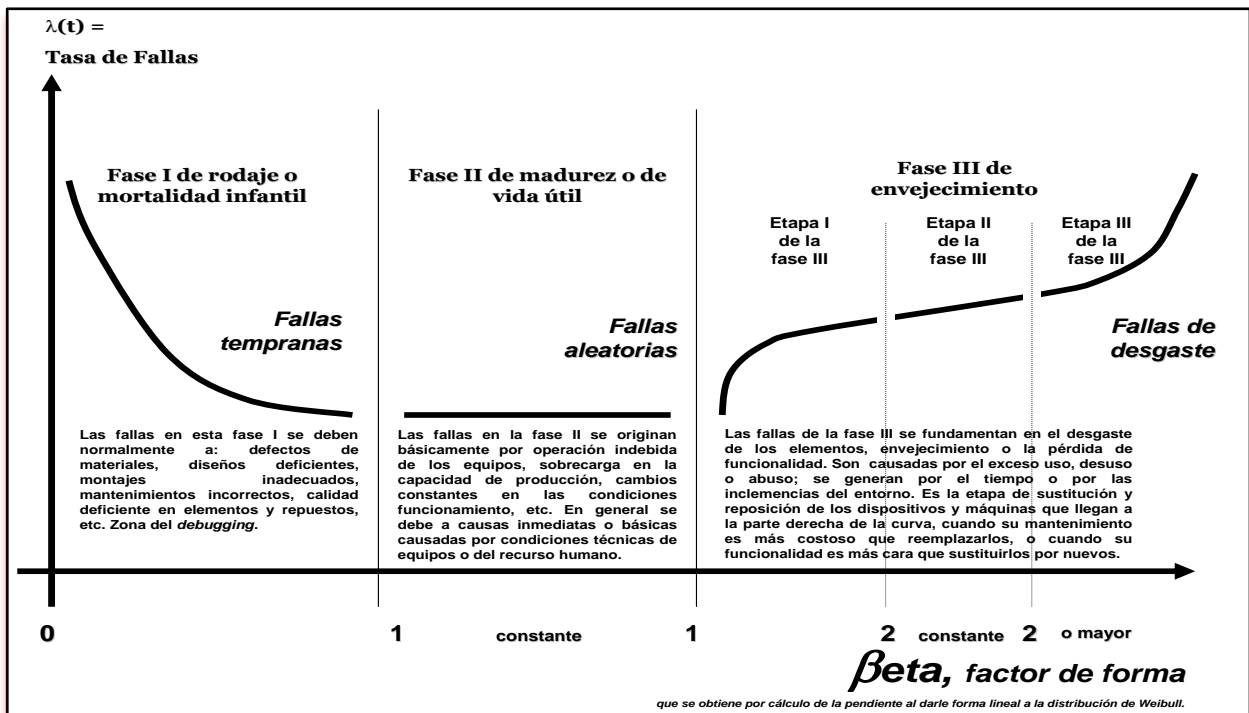
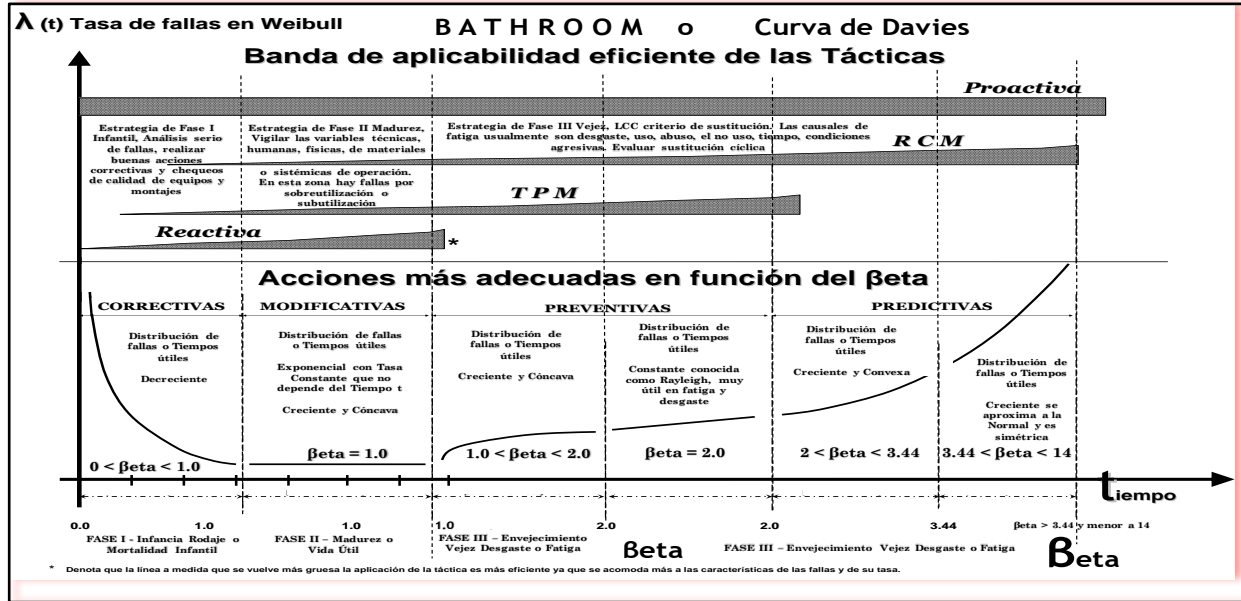
Los parámetros

Medición y Cálculos de la Disponibilidad

D_G	$\left\{ \begin{array}{l} MUT \\ MDT \end{array} \right.$	$D_G = \frac{MUT}{MUT + MDT}$	Primero calculamos con la función de distribución Weibull, valoramos su Goodness of Fit o Bondad de Ajuste y si cumple, proseguimos, si no cumple buscamos otra distribución diferente $= \eta * \text{Gamma } \Gamma (1+ 1/\beta) =$ donde Eta η es factor o parámetro de escala y β es el factor de forma, con función Gamma Γ para la estimación.
D_I	$\left\{ \begin{array}{l} MTBF \\ MTTR \end{array} \right.$	$D_I = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	
D_A	$\left\{ \begin{array}{l} MTBM_C \\ MTTR \end{array} \right.$	$D_A = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}}$	
D_O	$\left\{ \begin{array}{l} MTTR \\ MTBM_p \end{array} \right.$	$D_O = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}}$	
D_{OG}	$\left\{ \begin{array}{l} MP \end{array} \right.$	$D_{OG} = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}}$	

Fuente (Aguilar, 2019) (Mejía, 2014) (Lewis, Introduction to Reliability Engineering, 1995) (Leemis, Reliability, 1995)

Ilustración 13 - Curva de la Bañera Bathroom o de Davies



Fuente (Mora A. -G., Asignatura Fallas, 2021) (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020)(Aguilar, 2019) (Mejía, 2014) (Lewis, Introduction to Reliability Engineering, 1995) (Leemis, Reliability, 1995)

La ingeniería es clasificada en el subgrupo 2145 (62), dentro del segmento 214 Arquitectos, Ingenieros y Afines, los cuales investigan, perfeccionan o desarrollan conceptos, teorías y métodos, o aplican los conocimientos de su especialización, en campos como la ingeniería o la tecnología y otros, o en la determinación de la eficiencia económica de procesos de producción¹⁹. Mantener, reparar y construir, son algunas de las tareas fundamentales de la ingeniería, según la Organización Internacional del trabajo - OIT (OIT-CIUO88, 1988).

La construcción aparece como un elemento estructural en el esquema que sugiere el Autor Rey Sacristán para comprender el marco del mantenimiento terotecnológico (Rodolfi@, 2000) (Husband, 1976) (Darnell, y otros, 1975)(Thompson, 1980), donde los usuarios (AOD²⁰), los constructores, compradores y demás entidades o personas relacionadas con el cuerpo o la función de equipos industriales, son vitales en el diseño de esquemas de gestión de mantenimiento (Rey, Hacia la excelencia en MANTENIMIENTO, 1996).

El mantenimiento y la reparación²¹ son partes esenciales del objeto de estudio de la especialización, entendiéndose la función de mantenimiento dependiente del ciclo de vida de las máquinas en sus tres etapas (mantenimiento, reparación o sustitución) y la función de reparación como una especie de mantenimiento especial en un estado de uso (o abuso) más avanzado del equipo, es decir con una mantenibilidad²² más reducida (Ávila, 1992).

Las últimas tareas descritas (construir, mantener y reparar) que se enuncian en el libro C.U.I.O.-88, son empleadas en: edificios, obras públicas, ciudades, zonas urbanas, otras obras propias de la ingeniería, o de la ingeniería mecánica y afines, y sus aplicaciones industriales-estructuras, instalaciones, máquinas y equipos, sistemas y en métodos de extracción de petróleo, gas natural y otros minerales o agua, de separación de metales y de refinación y tratamiento; procesos mecánicos, químicos o de otra índole; sirven también para estudiar y asesorar acerca de los aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos industriales y para asuntos relacionados

¹⁹ Se resalta la importancia de este párrafo donde se enuncian aspectos básicos de mantenimiento, como son la ingeniería de fábricas, la conservación de equipos (tanto en su parte corporal y material, como en su dimensión funcional) mediante la tecnología, al igual son parte de las actividades presupuestadas para el mantenedor, procurar la alta eficiencia, eficacia y efectividad de los procesos productivos mediante su apoyo logístico en el mantenimiento.

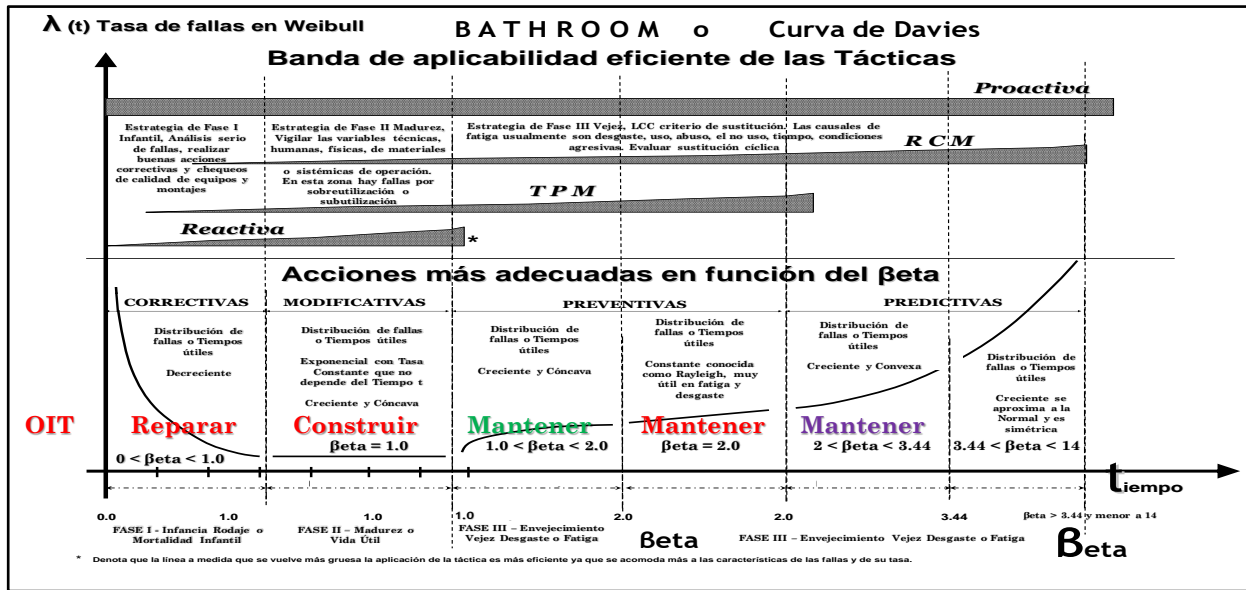
²⁰ Aprovisionamiento, Operación, Distribución, o expresado de otra forma son los departamentos internos: suministros, producción o comercialización de una empresa que son o pueden llegar a ser clientes del servicio del área de mantenimiento. Aunque se concibe que AOD pueden ser externos a la organización donde pertenece el área de mantenimiento prestadora del servicio.

²¹ Mantenimiento, en esta obra se refiere a las tareas de mantenimiento que se realizan antes de que ocurra la falla (John Moubrey las define como Tareas Proactivas (Moubrey, 2004), también se denominan Planeadas (pertenecen a ellas las Acciones Preventivas y las Acciones Predictivas), por un lado; por el otro la denominación de Reparación se otorga en esta obra a las tareas de mantenimiento que se ejecutan después de la falla (se ubican en esta categoría las Acciones Correctivas y las Modificativas (entendiéndose por estas como mejoras de diseño o fabricación al equipo de mediana envergadura, dado que el correctivo que se usa en ese evento, no puede eliminar o solucionar la causa raíz de la falla).

²² Mantenibilidad se define como la probabilidad de que un equipo que ha estado trabajando y que ha sufrido cierto nivel de desgaste y/o de pérdida de funcionalidad por desajuste, se pueda llevar a una condición especificada definida, dentro de un período de tiempo dado, mediante el uso de unos recursos determinados y Fiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desarrolle una función específica sin fallas, bajo unas condiciones normales durante un tiempo determinado (Morris@, 1999).

con la eficiencia de la producción y de la organización del trabajo(Dounce, 1998), como también se pueden usar en preparar ponencias e informes científicos o técnicos. Sus tareas incluyen la supervisión de otros trabajadores(OIT-CIUO88, 1988).

Ilustración 14 - Curva de Davies y las funciones de mantenimiento OIT



Fuente (OIT-CIUO88, 1988) (Gasca, Camargo, & Medina, Confiabilidad, 2017) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

La ingeniería es clasificada en el subgrupo 2145 (62), dentro del segmento 214 Arquitectos, Ingenieros y Afines, sus tareas fundamentales comprenden: Mantener, Reparar y Construir (tareas de la ingeniería (O.I.T.)) (C.I.U.O.-88,1991).

En cuanto a algunos indicadores relevantes de mantenimiento y de gestión de activos, las definiciones que se desprenden son:

MUT Tiempo medio de los tiempos útiles, es de confiabilidad.

MDT, es la media de los tiempos *Down* en que se pierde la confiabilidad, por cualquiera de los factores ya enunciados. Es una medida de mantenibilidad.

Los indicadores anteriores no son ni correctivos, ni preventivos, porque son de la disponibilidad genérica, que no divide los procesos para calcular sus parámetros.

MTBF, es la media de los tiempos útiles de la disponibilidad inherente o intrínseca, es una medida de confiabilidad.

MTTR, es la media de los tiempos de reparaciones, es una medida de mantenibilidad y se puede calificar de correctiva, así la disponibilidad inherente tampoco, separe en dos mapas el proceso de cálculo CMD.

M - Maintenance, es el tiempo de mantenimiento promedio. Es la media de los tiempos de reparaciones y/o mantenimientos planeados (predictivos o preventivos), se usa en los cálculos CMD de la disponibilidad alcanzada, operacional y operacional generalizada. Es una medida de mantenibilidad general de la máquina.

M_P - Maintenance Planning Proactive Predictive Preventive - Mantenimiento planeado preventivo predictivo. Es la media de los tiempos de mantenimientos planeados (predictivos o preventivos), se usa en los cálculos CMD de la disponibilidad alcanzada, operacional y operacional generalizada. Es una medida de mantenibilidad preventiva predictiva planeada.

MTBM_C - Mean Time Between Maintenance Corrective. Es la media de los tiempos útiles entre reparaciones, se usa en los cálculos CMD de la disponibilidad alcanzada, operacional y operacional generalizada. Es una medida de confiabilidad correctiva.

MTBM_P - Mean Time Between Maintenance Predictive Preventive Planning Proactive. Es la media de los tiempos útiles entre mantenimientos planeados preventivos predictivos proactivos, se utiliza en los cálculos CMD de la disponibilidad alcanzada. Es una medida de confiabilidad preventiva predictiva.

MTTR - Mean Time To Repair. Es la media de los tiempos de reparación en una máquina durante un intervalo de tiempo con múltiples eventos de correctivos. Se utiliza en los cálculos CMD de la disponibilidad alcanzada. Es una medida de mantenibilidad correctiva.

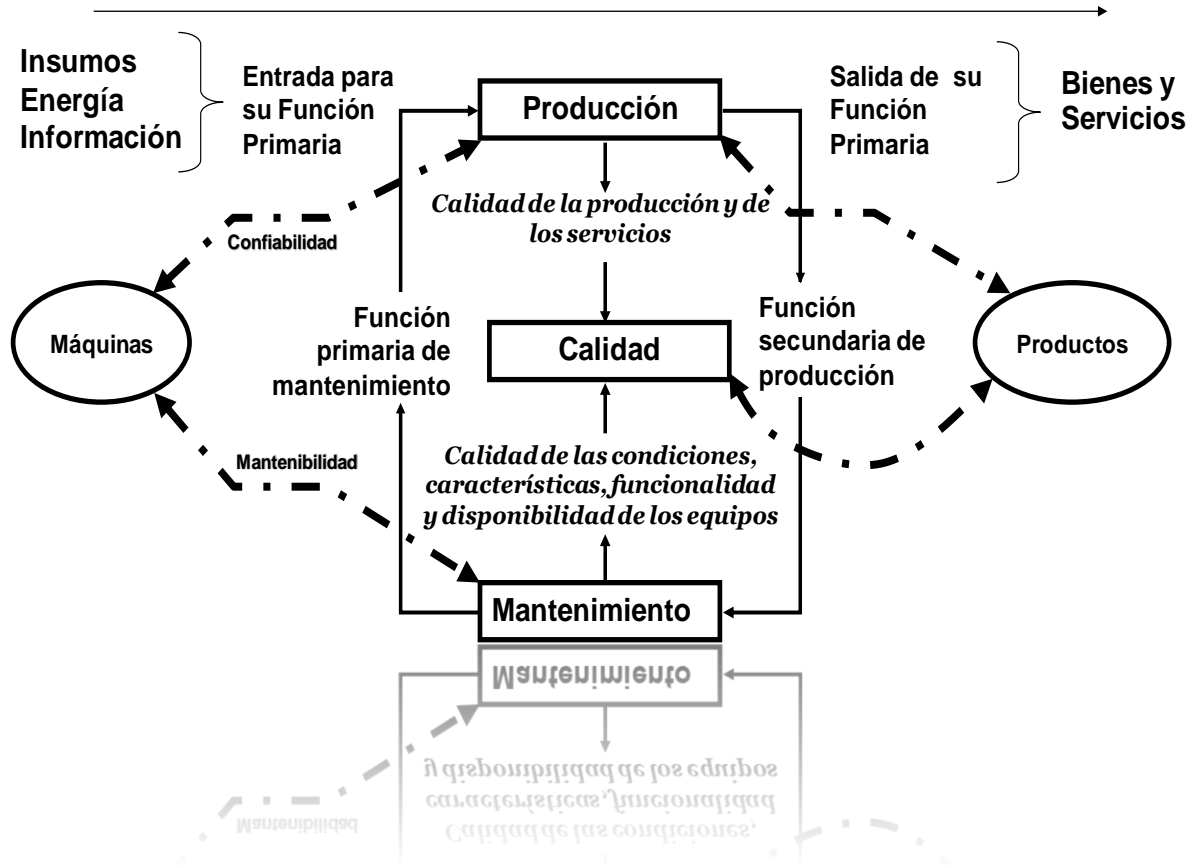
MTBM - Mean Time Between Maintenance. Es la medida que refleja la confiabilidad general de una máquina, se toma como la media de los tiempos útiles entre correctivos, por un lado, y los preventivos predictivos por el otro. se usa en los cálculos CMD de la disponibilidad alcanzada, operacional y operacional generalizada.

DOWNTIME - Son los tiempos en que las máquinas o los activos pierden la funcionalidad, por fallas que implican reparaciones o acciones correctivas, por mantenimientos planeados que requieren detener los equipos, por demoras físicas o administrativas o por combinaciones de ellas, no se considera tiempo Down, cuando la máquina está bien y no funciona, porque no se requiere o está fuera de horarios de operación.

Maintenance's Backlog. Es el volumen de tiempos de actividades propias de mantenimientos, en estado de retraso o de no conclusión. También se podría enunciar que es el tiempo requerido, para realizar acciones de correctivos, modificativos,

preventivos, predictivos, inspecciones, reformas, diseños, análisis de fallas u otras diversas acciones para optimizar la confiabilidad y la mantenibilidad, del equipo en cuestión. Para evaluar este indicador se requiere tener muy claro, todos los procesos de planeación y programación de actividades de CMD.

Ilustración 15 - Sistemas integrales que apoyan el OEE y el TEE



Fuente (Dounce, 1998) (Fugazzi, 2016) (Vargas, 2014) (Tavares, dos Santos, & da Silva, 2007) (OREDA Volumen II, 2016) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

Planned Maintenance Percentage. Es el porcentaje de mantenimientos planeados predictivos o preventivos, volumen de tiempos de actividades propias de mantenimientos planeados en términos del tiempo, es decir su realización efectiva real entre la ideal propuesta. Se asocia a los planes a de actividades proactivas. Su valoración es tiempo total de actividades planeadas, sobre el tiempo total de mantenimiento global, en porcentaje.

Tiempo de llave inglesa. Es el porcentaje de tiempo real en que los trabajadores, pasan ejecutando verdaderamente actividades propias de mantenimiento. Se recomienda cifras por encima del sesenta y cinco por ciento.

Gestión del trabajo. Es una eficacia general de proceso, que se mide mediante la utilización de los criterios de cumplimiento de programación de actividades de mantenimiento planeado y correctivo por la carga de programación por tiempo de llave inglesa. Se asemeja a un indicador de clase mundial (Hedding, 2021).

Schedule Compliance. Cumplimiento Global. Es el porcentaje de actividades correctivas, predictivas, modificativas y preventivas ejecutadas reales, de buena calidad, frente a todas las actividades pensadas a realizar.

TEEP - Total Effective Equipment Performance. El indicador evalúa el rendimiento efectivo total de los equipos, pero se concentra en encontrar los niveles de mejora después que se interviene el *OOE - Overall Equipment Effectiveness* - Eficiencia global del equipo, es decir, logra eliminar mucho tiempo *Down*, que es convertible en operación, recuérdese que no todos los tiempos de *Down*, se pueden traducir o convertir a tiempo útil.

Se calcula, con la expresión; disponibilidad (usa el tiempo total de producción, mientras que la disponibilidad de la *OOE* solo usa el tiempo real de operación) por el índice de buena calidad del productor por el delta de producción incrementado al intervenir el *OOE*, anterior.

OOE - Overall Equipment Effectiveness - Eficiencia global del equipo. Calcula la relación entre el rendimiento o capacidad de producción utilizada, calidad de los productos (bienes o servicios) generados y la disponibilidad (la cual debe ser con base en las reglas y normas pertinentes internacionales, establecidas para ello, con base en alguna de las cinco disponibilidades, ya enunciadas en este proyecto), de la máquina. Como tal es un indicador que asoma cierta relevancia, pero debe ser tenido en cuenta que no calcula costos. Si bien pareciera ser relevante, es bueno recordar a *Effectiveness* de Barringer.

Effectiveness - La efectividad está definida mediante una ecuación que dimensiona la eficiencia en la oportunidad para producir los resultados propuestos, esta descrita de varias maneras, en función del autor de turno (Barringer@ P. , 2005) (Bazovsky, 2004) (Blanchard B. S., Ingeniería Logística, 1995) (Blanchard, Verma, & Peterson, 1994) (Knezevic, Mantenibilidad, 1996) (Kececioglu, Maintainability, 1995) (Kelly & Harris, Gestión del Mantenimiento Industrial, 1998) (Ebeling, An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering, 2005) (Lewis, Introduction to Reliability Engineering, 1995) (Mora A. -G., Mantenimiento, 2017) (Leemis, Reliability, 1995) (Wireman T. , Word class maintenance management, 2001).

Cada parámetro, se mide en probabilidades de ocurrencia. Las expresiones pueden variar algo de un autor a otro.

Las definiciones de la ecuación de eficiencia, y sus componentes, se sintetizan muy bien en el autor Paul Barringer. Un parámetro muy importante es valor los costos, no quedarse solo con parámetros técnicos CMD, y usar medidores de largo plazo en la parte monetaria, con el uso de *LCC - Life Cycle Cost* el ciclo de vida (*LCC*). Más sin embargo alrededor de Paul Barringer se pueden sintetizar de forma muy exacta, dichas expresiones, así.

Ecuación 3 - Parámetros magnos de *Effectiveness*

$$\text{Eficiencia} = \text{Confiabilidad} * \text{Mantenibilidad} * \text{Disponibilidad} * \text{Capacidad utilizada}$$

$$\text{Efectividad del sistema} = \frac{\text{Eficiencia}}{\text{LCC}} = \frac{C * M * D * K}{\text{LCC}}$$

$$\text{donde } \text{LCC} = \text{Life Cycle Cost y} \\ K = \text{Capacidad utilizada}$$

Fuente (Barringer@ P. H., 1997) (El Ashhab, El-Sayed, & Ali, 2006) (Gnedenko & Ushakov, 1999) (Barringer@ P. , 2005) (Bazovsky, 2004) (Blanchard B. S., Ingeniería Logística, 1995) (Blanchard, Verma, & Peterson, 1994) (Knezevic, Mantenibilidad, 1996) (Kececioglu, Maintainability, 1995) (Kelly & Harris, Gestión del Mantenimiento Industrial, 1998) (Ebeling, An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering, 2005) (Lewis, Introduction to Reliability Engineering, 1995) (Mora A. -G., Mantenimiento, 2017) (Leemis, Reliability, 1995) (Wireman T. , Word class maintenance management, 2001). (Aguilar, 2019) (Mejía, 2014) (Lewis, Introduction to Reliability Engineering, 1995) (Leemis, Reliability, 1995) (Barringer, 2011).

Existen algunas ideas de cómo mejorar el *OOE*:

1. Hacer *RCFA*, para evitar fallas y erradicar la causa raíz de ellas, con buenas políticas de control, para evitar a toda costa las paradas imprevistas, por fallas.
2. Buen control en la ejecución de planes de mantenimiento.
3. Optimizar los flujos de producción, velocidades de máquinas y defectos de procesos de operación y manufactura.
4. Evitar a toda costa el *Ready Time*, que la máquina funciona, pero no produce.

Los indicadores *Maintenance's KPI*, al pertenecer a la gestión y operación de gestión de activos y mantenimiento, tienen una relación directa con las metas de la organización, por ende, también con la estrategia y con los factores claves de éxito que

deben generar, para poder agregar valor y otorgar ventajas competitivas, como tal no son las metas propiamente dicho o los objetivos a alcanzar, son solamente las variables que se cuantifican y ahí si se puede saber si alcanzan o no las metas. objetivos que se pretende alcanzar, no son metas.

Algunos indicadores de proceso relevantes son;

- Retraso en la ejecución de trabajos de mantenimiento
- Porcentajes en tiempo de trabajos de emergencia de tipo correctivo, planeados, modificativos.
- Cumplimiento de los planes de mantenimientos preventivos y predictivos,
- Eficacia de los planes generales y específicos de mantenimiento.
- Control de inventarios, en cantidades a pedir y sus frecuencias de reabastecimiento. *Stockouts*, o sea veces que se rompe el inventario.
- Índices de la capacidad de trabajo por RRHH y factores productivos.

Un indicador *Maintenance's KPI* de mantenimiento es una forma de evaluación que sirve para medir, de forma numérica, alfanumérica o cuantitativa, el rendimiento de una determinada actividad, proceso, acción, plan de mantenimiento u operación, activo o departamento.

Es importante entender que la mayoría de los indicadores, dan cifras sobre el pasado o el presente, pero pocos de ellos se orientan hacia el futuro, es una campaña importante con la *analytics* predictiva, prescriptiva y cognitiva. que permite medir umbrales futuros, para anteponerse a los hechos no convenientes.

Existen razones de peso, para mejorar los indicadores tradicionales:

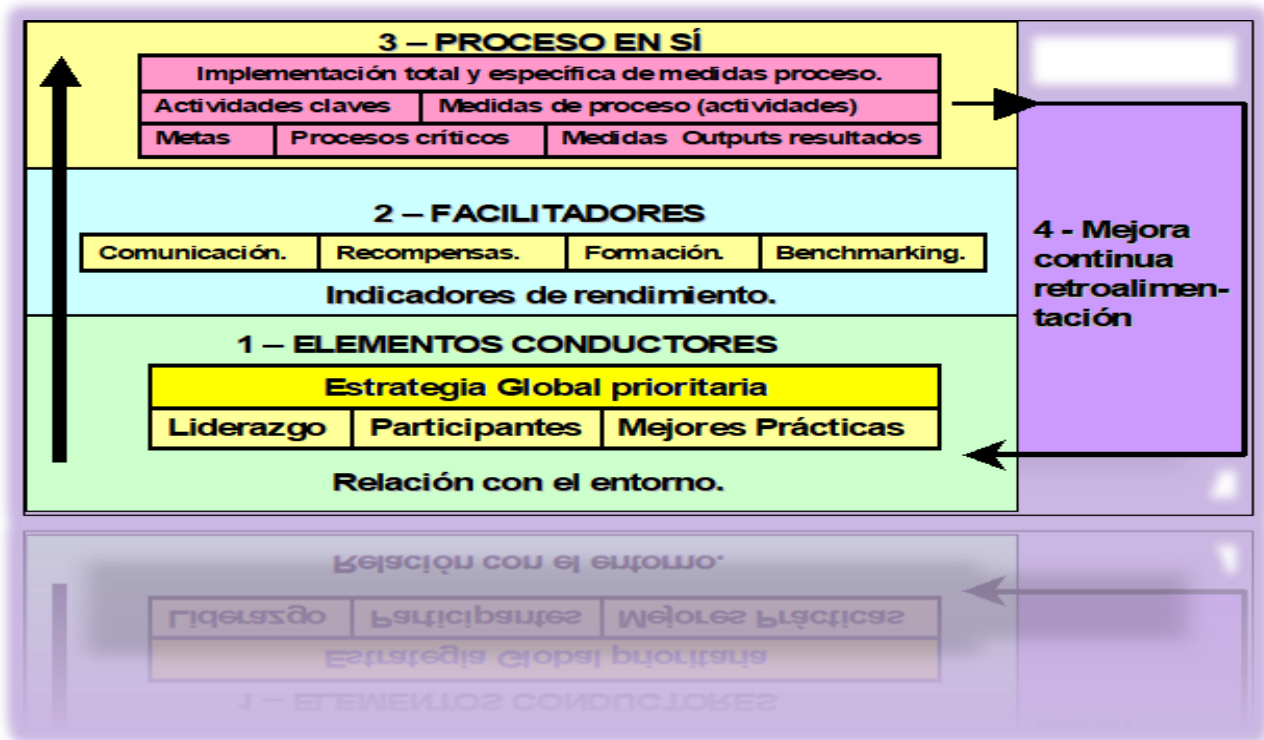
- La contabilidad y las medidas tradicionales ya no son relevantes para una empresa que avanza hacia un entorno vegetal de clase mundial, hay normas NIIF y NIC, que impactan cualquier indicador.
- Los clientes cada vez son más exigentes y tienen estándares más altos, sean internos o externos.
- Las técnicas de gestión y la tecnología *BI* utilizadas en las plantas están progresando a pasos agigantados.

Medir el mantenimiento es como invertir en el mercado de valores. Se debe integrar las personas y los procesos en una amalgama de indicadores, que los evalúen en mantenimiento.

Un sistema de gestión moderno de mantenimiento, integra la estrategia general de la empresa a una serie de objetivos y metas, de tal forma que relacionan y direccionan hacia la empresa, para generar ventajas competitivas.

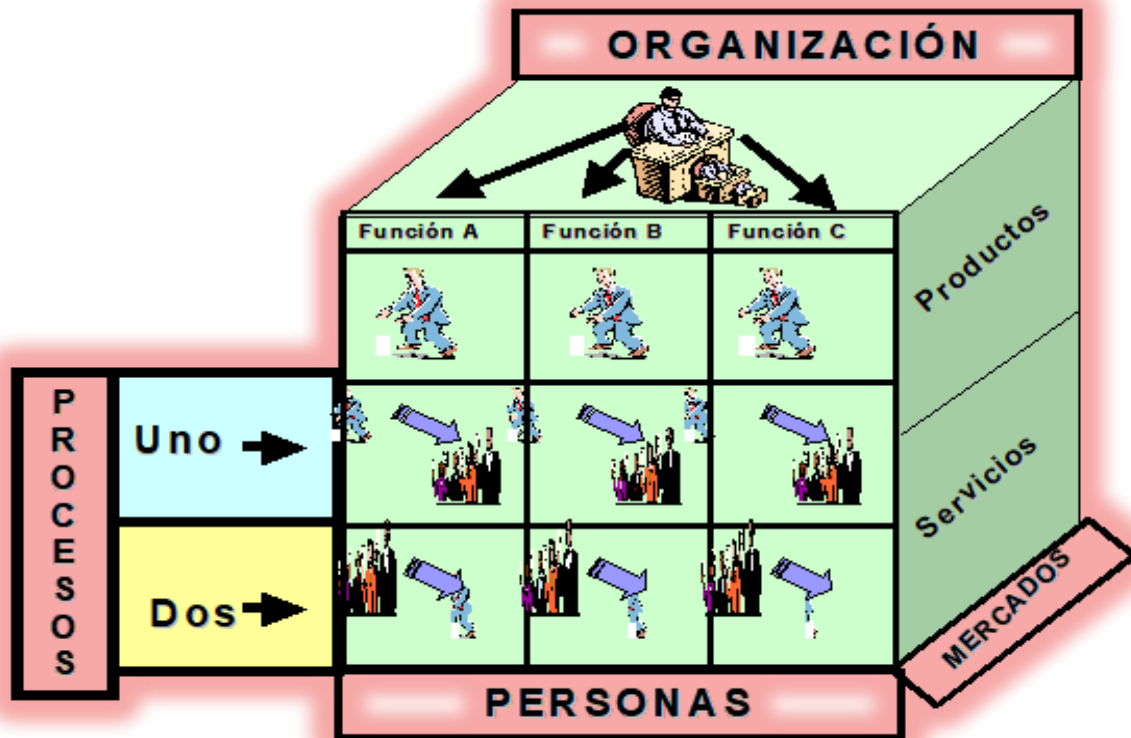
Es importante evaluar constantemente dichos objetivos en cada nivel de la escalar de mantenimiento y tener los indicadores de proceso clave necesarios, en constante evaluación y monitoreo, para garantizar que los procesos permanezcan sostenibles y efectivos (Hedding, 2021).

Ilustración 16 - procesos de Indicadores Vital Signs - Quantum Performance



Fuente (Hronec, 1995) (RCMScorecard@, 2005)

Ilustración 17 - Matriz e indicadores mantenimiento *Quantum Performance*



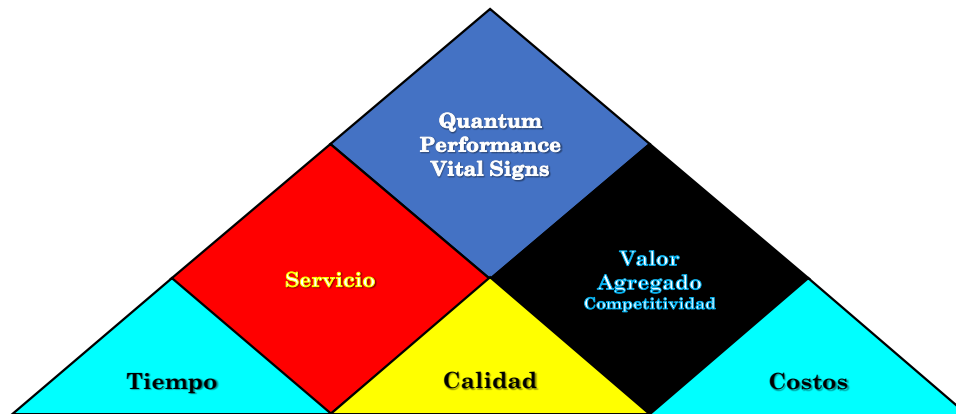
	CATEGORÍAS		
	Costos.	Calidad.	Tiempo.
Nivel 1: Organización	Financiero Operativo Estratégico	Empatía. Productividad. Confianza. Credibilidad. Competencia.	Velocidad Flexibilidad. Elasticidad. Involucrarse.
Nivel 2: Proceso.	Entradas. Inputs. Actividades.	Adaptabilidad Productividad	Velocidad. Flexibilidad.
Nivel 3: Personas.	Compensación Desarrollo Formación Motivación.	Confiabilidad. Credibilidad. Aptitud Competencia	Involucrarse. Compromiso. Flexibilidad.
	Costos.	Calidad.	Tiempo.
	CATEGORÍAS		

Fuente *Balanced ScoreCard*²³ (Kaplan, y otros, 1997) (RCMScorecard@, 2005) (Hronec, 1995)

²³ El método de Signos Vitales inicia desde la base operativa y asciende a los niveles más altos de la organización trabajando bajo el método de planeación estratégica, mientras que el de Tableros de Control trabaja los niveles superiores de la organización bajo un enfoque de dirección estratégica. En los procesos de direccionamiento estratégico solo participan Funcionarios de la Alta Dirección de la empresa (Steiner, 1985) y en los de planeación estratégica toda la organización con sus nexos externos.

El método de *Vital Signs* de *Quantum Performance* es de la casa Arthur Andersen, siendo una eficaz metodología integral para evaluar sistemas de gestión y operación, su aplicación a mantenimiento genera ventajas competitivas inconmensurables. Hoy en día la casa fundadora del método Arthur Andersen pertenece a Deloitte Touche Tohmatsu Limited, de origen inglés.

Ilustración 18 - Indicadores gestión y operación de entidades de servicio



Fuente *Balanced ScoreCard*²⁴ (Kaplan, y otros, 1997) (RCMScorecard@, 2005) (Hronec, 1995)

La axiología o filosofía de los valores, es la rama de la filosofía que estudia la naturaleza de los valores y juicios de valor, estos pueden ser subjetivos u objetivos²⁵, los hay de tipo positivo o negativo, en el caso particular de los inventarios y de los procesos que los generan, son de orden subjetivos (hay sujetos o personas detrás de ellos, quienes los intervienen, los actúan y los evalúan (Uexcüll, 1920) (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994) (Whorf, 1953) (Whorf, 1952)).

Su aplicación se da en la estética y en la ética, en el caso particular se asocia a la ética requerida para un manejo idóneo de los mantenimientos, de los repuestos, de los activos, stocks, la axiología y la deontología dan las pautas para conocerlos, analizarlos, intervenirlos, ponerlos en funcionamiento, manejarlos y dictaminar su estado ideal, con el fin de lograr u mejor estado futuro del CMD y a toda costa evitar estados futuros no deseados de mantenimiento y de pérdidas de funcionalidad, o desabastecimiento o exceso del mismo, en inventarios, porque las máquinas fallaron.

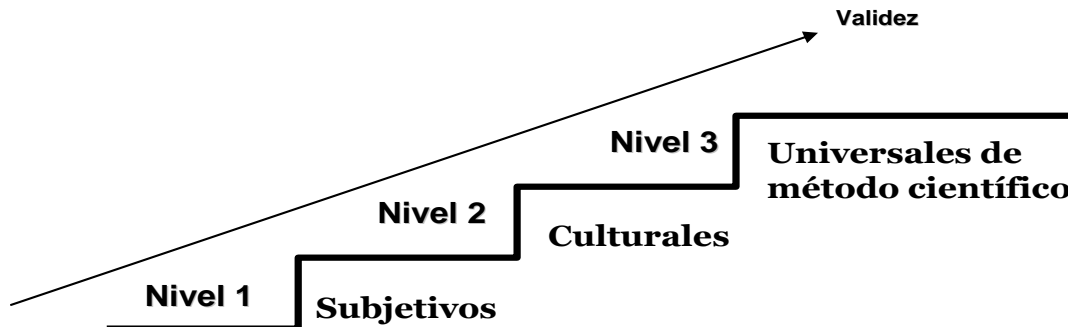
Los autores Whorf, Uexcüll y Bertalanffy resumen las categorías de conceptos humanos en las tres categorías descritas: subjetivas, culturales y científicas de validez

²⁴ El método de Signos Vitales inicia desde la base operativa y asciende a los niveles más altos de la organización trabajando bajo el método de planeación estratégica, mientras que el de Tableros de Control trabaja los niveles superiores de la organización bajo un enfoque de dirección estratégica. En los procesos de direccionamiento estratégico solo participan Funcionarios de la Alta Dirección de la empresa (Steiner, 1985) y en los de planeación estratégica toda la organización con sus nexos externos.

²⁵ Ejemplos de ellos la verdad, la belleza, el bien, etcétera, su finalidad son ellos mismos.

universal (Uexcüll, 1920) (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994) (Whorf, 1953) (Whorf, 1952).

Ilustración 19 - Niveles subjetivos, culturales y científicos de indicadores



Criteria de éxito estratégico en los métodos futurísticos o en el proceso integral de futurología

Pertinencia
Coherencia intelectual
Importancia
Verosimilitud
Transparencia
Contenido científico
Continuidad
Repetibilidad
Consenso
Representatividad

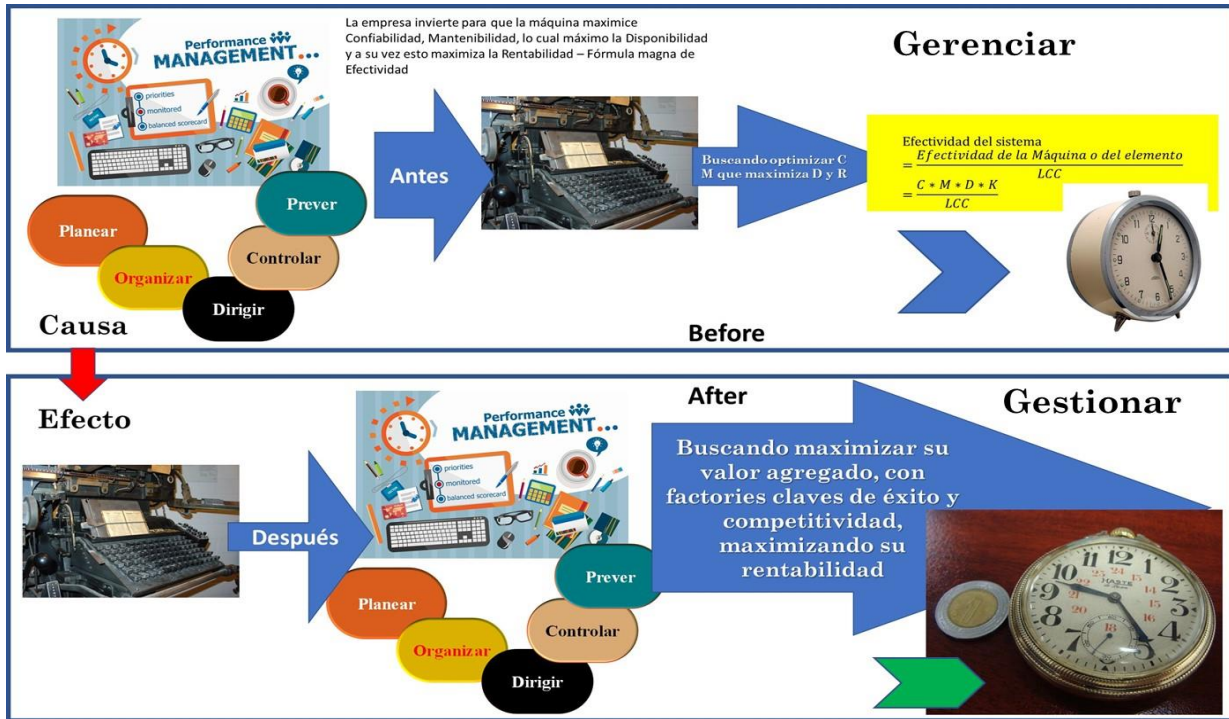
Fuente (Blanchard B. S., Ingeniería Logística, 1995) (HajShirmohammad & Wedley, 2004) (Uexcüll, 1920) (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994) (Whorf, 1953) (Whorf, 1952).

Los *Maintenance's KPI* pueden apuntar a dos direcciones; una al efecto del mantenimiento en el rendimiento empresarial, económico o monetario del negocio, es decir los asociados a costos y el otro campo es indudablemente claro al CMD y sus parámetros asociados, como los que se asocian con la fiabilidad y la disponibilidad de los activos (UpKeep, 2021).

1.3.3 Influencia de los Costos en Indicadores de Mantenimiento

Es indudable y se desprende como uno de los parámetros más relevantes de mantenimiento, en sus diferentes niveles, los costos, como un referente de los factores productivos, de los tipos de mantenimiento y de las organizaciones que se adopten, para abordar el mantenimiento, en conclusión, se debe explorar las herramientas que proveen el LCC y la Terotecnología a tal efecto.

Ilustración 20 - Agregación de valor al activo y su usufructo posterior.

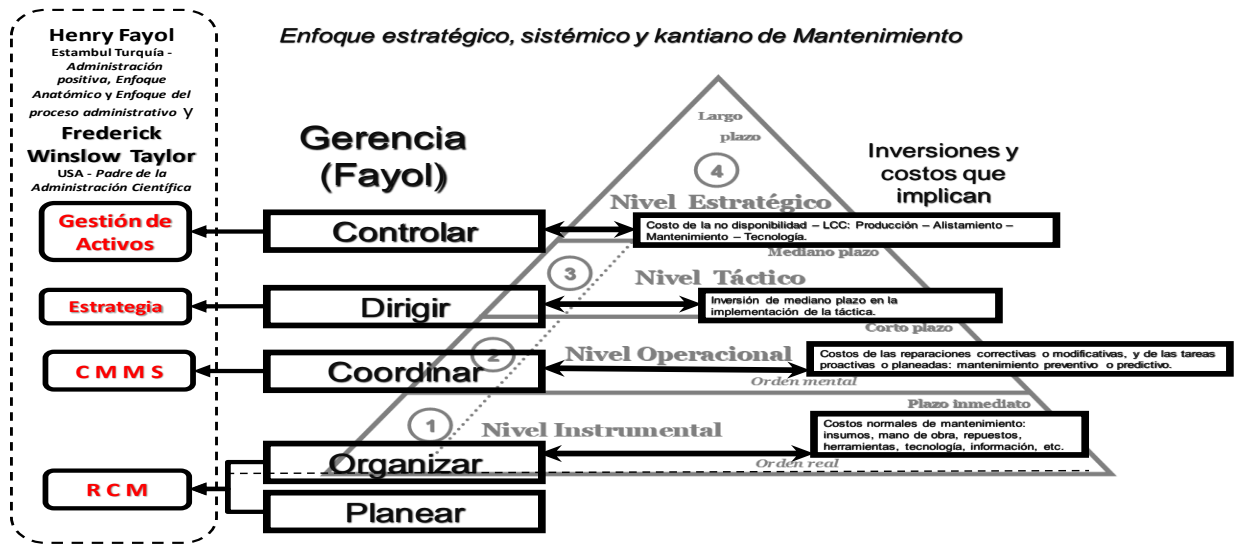


Fuente (Bazovsky, 2004) (González R. H.-G., Mantenimiento y activos, 2016) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

La gran mayoría de los objetivos de una empresa son los vectores de las medidas o *KPI* relacionales de mantenimiento, como, por ejemplo, servicios de mantenimiento contra su inversión o costo, costos totales de paradas de equipos frente a la rentabilidad o ganancia de la empresa, y como estos miles, de casos. La evaluación de la administración y operación de mantenimiento y de los activos requiere obligatoriamente la creación clara de objetivos y de estrategias para lograrlos por parte de la empresa (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021).

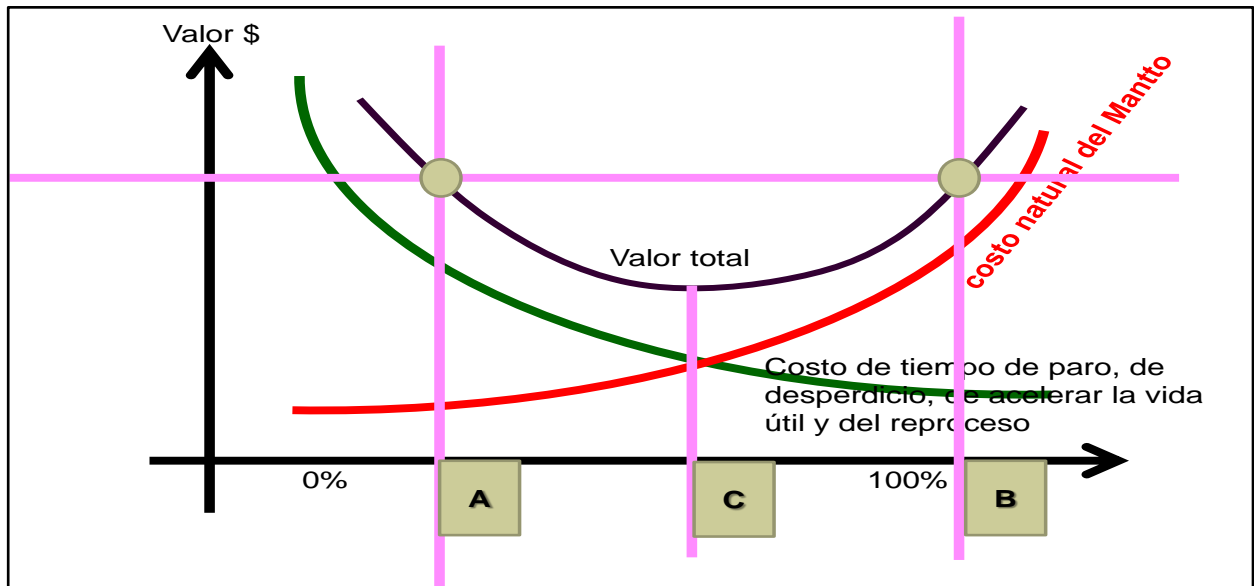
Pero para poder planear y/o programar primero se debe entender la estructura y la funcionalidad del mantenimiento, con el fin de determinar lo que verdaderamente es susceptible de costear, planear o programar.

Ilustración 21 - Incidencia de costo en indicadores de mantenimiento



Fuente (Duffuaa, y otros, 1995) (González R. H.-G., Mantenimiento y activos, 2016)

Ilustración 22 - Gráficas de costos en mantenimiento

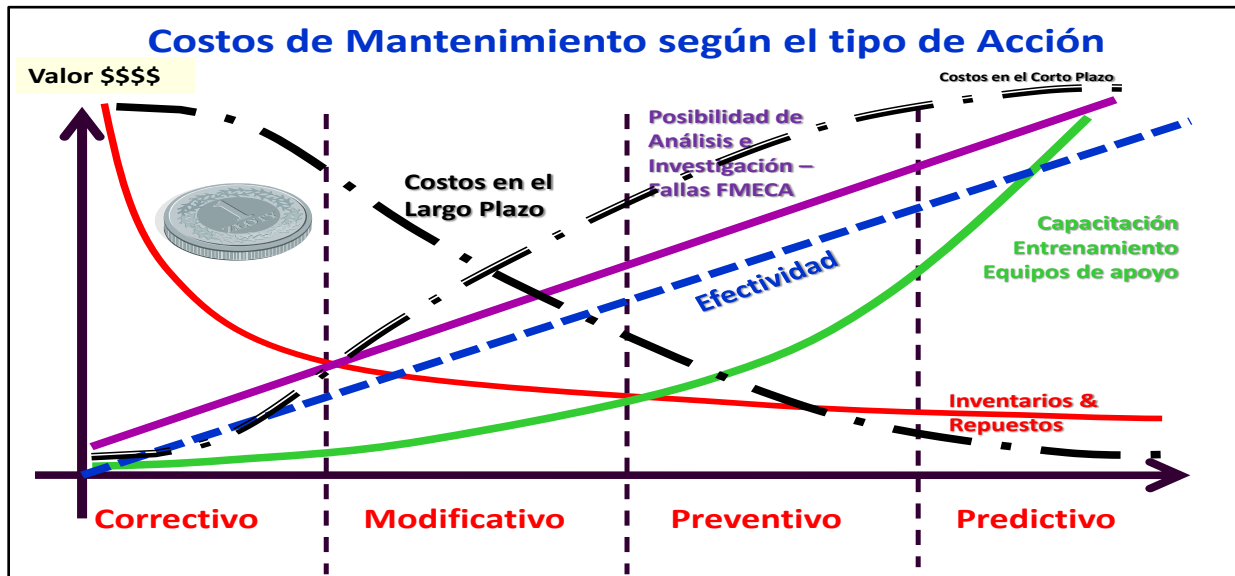


Fuente (Mora A. -G., Mantenimiento, 2017) (Mora A. -G., Mantenimiento PHVA, 2009)

La mejor forma de saber si esos objetivos propios de mantenimiento contribuyen al logro de alcanzar los objetivos de la empresa (rentabilidad, valor de las acciones, patrimonio, estado de pérdidas y ganancias, balance general, crecimiento, dividendos de acciones, etcétera) en general, es sabiendo si contribuyen a mejorar la competitividad (Herrero, 2018) (Mora A. , 2021) o no de la empresa, y la prueba de fuego para ello es cuantificarlos en términos de costos o de sus réditos o utilidades monetarias.

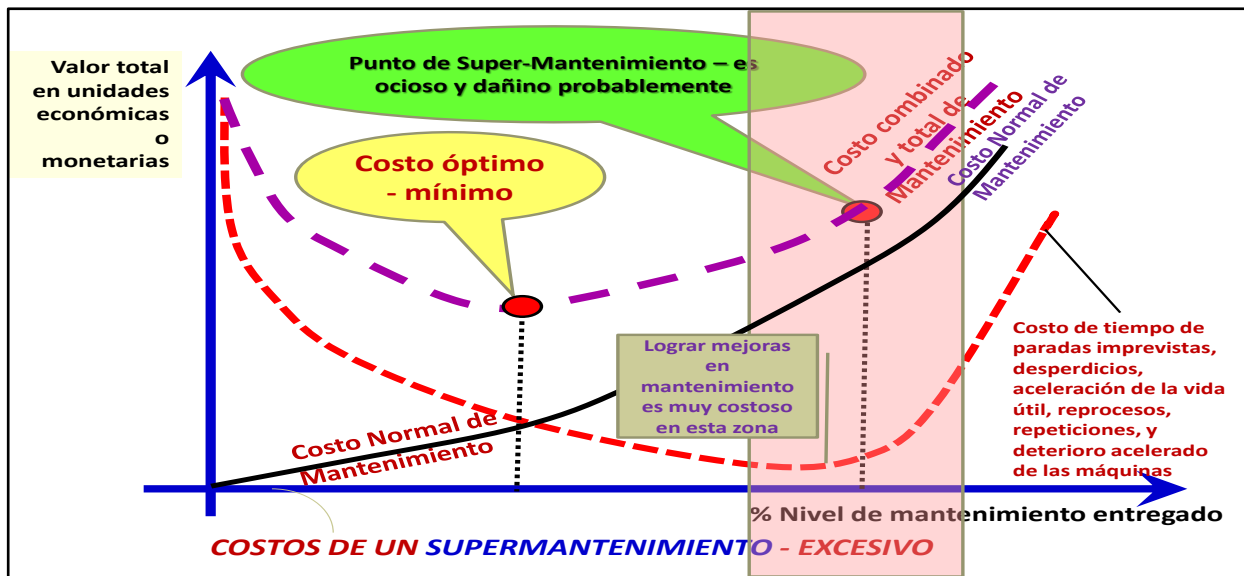
Entre los tres puntos factibles, el más adecuado es C, en la figura anterior.

Ilustración 23 - Incidencias de los costos según tipo mantenimiento



Fuente elaboración y adaptación propia basada en (Mora A. -G., Asignatura Fallas, 2021)

Ilustración 24 - Costos excesivos en mantenimiento



Fuente elaboración y adaptación propia basada en (Mora A. -G., Mantenimiento, 2017)

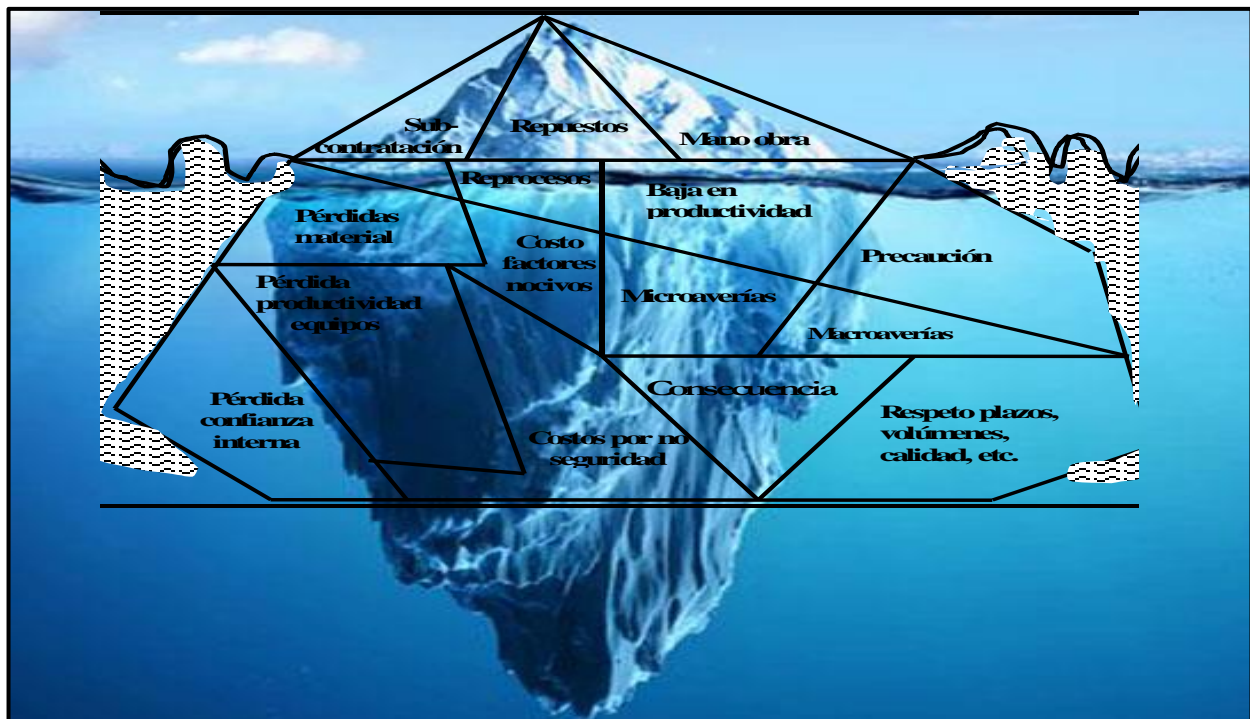
La mejor forma de saber si esos objetivos propios de mantenimiento contribuyen al logro de alcanzar los objetivos de la empresa (rentabilidad, valor de las acciones,

patrimonio, estado de pérdidas y ganancias, balance general, crecimiento, dividendos de acciones, etcétera) en general, es sabiendo si contribuyen a mejorar la competitividad (Herrero, 2018) (Mora A. , 2021) o no de la empresa, y la prueba de fuego para ello es cuantificarlos en términos de costos o de sus réditos o utilidades monetarias.

Los objetivos si se consiguen o no y cómo contribuyen a mejorar la competitividad de la empresa, se puede lograr mediante su cuantificación, en términos monetarios.

La estructura de carácter científica de mantenimiento, nace desde la Norma Británica 3577, cuando en 1976, los autores M. Husband de Estados Unidos y Dennis Parkes de Inglaterra, desarrollan un concepto integrador que revoluciona la gestión y la operación de mantenimiento, la Terotecnología²⁶ (Díaz & Díaz - Serrano, 2021), concepción que involucra los costos en la gestión de mantenimiento bajo la orientación del LCC, el término denota la integración de todos los esfuerzos de las etapas de fabricación, producción, explotación, mantenimiento y operación integral de los equipos, para optimizar los rendimientos mediante un excelente mantenimiento bajo un enfoque de costos (Gasca, Camargo, & Medina, Confiabilidad, 2017)(Husband, 1976) (Rey, Hacia la excelencia en MANTENIMIENTO, 1996) (Sourís, 1992) (Duffuaa, y otros, 1995) (Altmann, 2021).

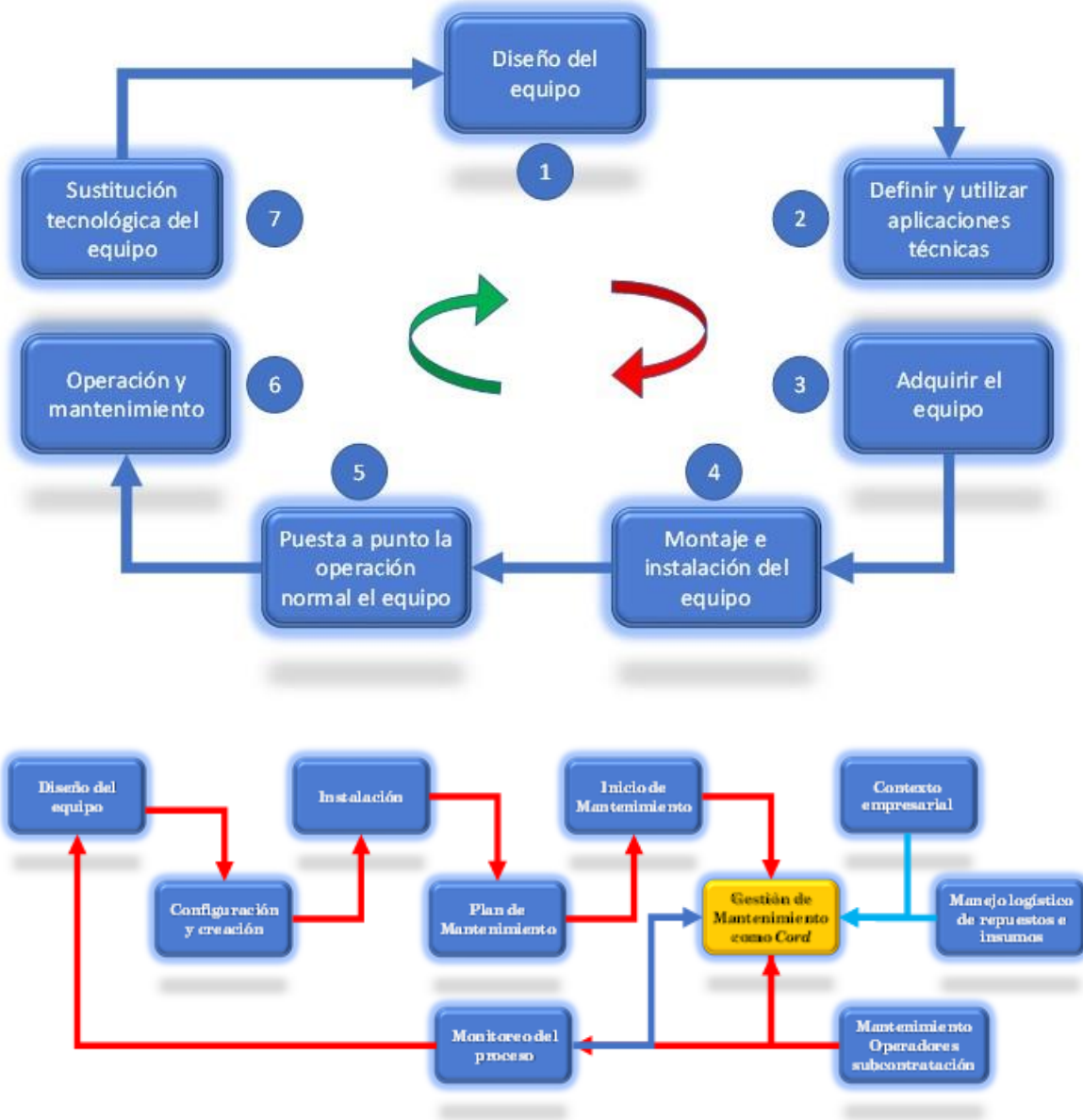
Ilustración 25 - Iceberg de los costos de mantenimiento y de no realizarlo



Fuente (Consultant, 2021) (Sourís, 1992)

²⁶ En inglés Terotechnology.

Ilustración 26 - Terotecnología - Ciencia del mantenimiento



Fuente (Díaz & Díaz - Serrano, 2021) (Mora, Mantenimiento industrial en empresas de tecnologías avanzadas, 1999) (Propia, Proyecto Integrador BI en CMD y análisis prescriptivo, 2021) (Mora, Mantenimiento estrategico, 2017) (Villegas & Mora Gutiérrez, 2020)

Del autor Parkes, se deduce, que los índices de rendimientos son la confiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad (Gude@, 1998)(Wireman, 2004) y los costos asociados a mantenimiento (Mora A. , 2021) (Villegas & Mora Gutiérrez, 2020) (Aven, 1999).

La metodología de análisis se fundamenta y se regula por la función macroeconómica de la producción, donde se establecen las reglas conceptuales, industriales y prácticas de la confiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad, la efectividad y la competitividad industrial, es el inicio en el sistema fabril inglés de la monarquía británica donde aparece por primera vez el concepto de competitividad ligado a mantenimiento y operación, en manos de los economistas de la época David Ricardo y Malthus, después reforzado por el científico inglés Christopher Freeman²⁷ en Rusia y en Sussex en Inglaterra en el siglo XX y con M. Porter norteamericano en los siglos XX y actual, del proceso técnico, científico, académico e industrial lo cual define completamente la normativa alusiva a CMD, prescriptiva, analítica y elementos del *BI* y es donde se definen los parámetros de competitividad en mantenimiento a partir de las reglas industriales de las empresas y la gestión industrial basada en información (Newbrough, y otros, 1982)²⁸, se reconoce el autor Junior Reed la similitud de conceptos, pero se remonta al siglo XVIII con las teorías de producción de David Ricardo como el origen claro de los sistemas de mantenimiento (Reed, 1971) (Ricardo, 1817).

La Terotecnología es el nombre científico de mantenimiento (palabra proveniente de las raíces griegas: *thero*: cuidado; *techno*: técnica y *logos*: tratado) plantea el cuidado integral de la tecnología y su propósito es plantear las bases y reglas para la creación de un modelo de la gestión y operación de mantenimiento orientada por la técnica y la logística integral de los equipos (Terotecnología) (Kelly, y otros, 1998) (Rey, 1996).

La gestión de activos incorpora el concepto del ciclo de vida de los activos (*LCC*²⁹) al colaborar a las empresas a utilizar mejor sus recursos y a ajustarlos a la demanda actual y futura; a la vez que alarga la vida útil de las máquinas.

El soporte que da la gestión de activos a lo largo de todo el ciclo de vida maximiza la utilización de los recursos en el tiempo, a la vez que puede acortar el período de realización de un proyecto o de la ejecución de mantenimiento u operación.

La inversión monetaria que se utiliza en la gestión y operación del mantenimiento, representa un alto porcentaje del capital de trabajo total de la empresa, inclusive en ocasiones llega a ser tan alto como el capital requerido para la producción y el manejo de insumos y materias primas. Las inversiones en equipos son muy relevantes, pero es poco probable que sean suficientes por sí solas, requieren ir acompañadas de mucha inversión en infraestructura, gestión y operación.

Los costos asociados a los departamentos de mantenimiento, son un rubro importante dentro del balance general de las empresas, el mayor porcentaje de los activos de una organización está representado por tierra, edificios y equipos; los cuales

²⁷ Christopher Freeman (11 de septiembre de 1921 – 16 de agosto de 2010) fue un economista británico, fundador y primer director de Unidad de Investigación de Políticas Científicas en la Universidad de Sussex, y uno de los más eminentes teóricos modernos de las ondas de Kondratiev y los del ciclo económico. Freeman contribuyó en gran medida a la reactivación de la tradición neoschumpeteriana.

²⁸ Las citas bibliográficas de este libro denotan (Autor(es), año). En el evento de tener interés detallado sobre el tema citado y referenciado en la bibliografía, se recomienda mirar obra completa. Cada cita tiene su correspondiente Referencia Bibliográfica al final. Las referencias bibliográficas que no son del autor se expresan a continuación de cada ilustración.

²⁹ Life Cycle Cost – Ciclo de Vida Económico, costos integrales a lo largo del proceso de vida del activo.

tienen un impacto directo sobre el valor neto de la compañía y la habilidad de ésta de generar utilidades (Wrennall, y otros, 1994).

EUREKA, estudio de *Benchmarking*³⁰ realizado en cinco países escandinavos y en Norteamérica, muestra la influencia de las diferentes tecnologías y culturas empresariales sobre la gestión de mantenimiento. Por ejemplo, en Dinamarca las compañías entre los años 1981 y 1991 invierten en mantenimiento aproximadamente el 4.9%³¹ del valor de sus activos, cifra que posteriormente se incrementa desde 1991 a 2000 en un 0.6 % (Thorsteinsson, y otros, 1997) (Riis, y otros, 1997). El estudio complementario del EUREKA-93, liderado por Wireman, sobre industrias norteamericanas, muestra que ellas gastan en promedio anual en mantenimiento entre el 10% y el 15%. Dentro de los problemas que tienen las industrias americanas aparecen: altos inventarios de repuestos, averías inesperadas, falta de control, deficiencia en la gerencia, etc.(Wireman, 1994) (Wireman, 2001) (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994).

Citan Navarro y otros autores, que las industrias norteamericanas en general cuando poseen estructuras fabriles con menos de cinco años de existencia invierten alrededor de un 5% de sus ingresos en mantenimiento, en la medida que esta edad de equipos empieza a incrementarse también aumenta lo que invierten en el mantenimiento de su maquinaria hasta alcanzar cifras cercanas al 15% de las ventas brutas.

La gestión de activos permite obtener la máxima rentabilidad de los equipos de operación empresarial, esto se puede lograr de varias maneras, entre ellas se pueden enunciar: aumentar la demanda, disminuir los costos de fabricación, optimizar el apalancamiento financiero, mejorar los procesos logísticos, disminuir los costos de mantenimiento, entre otros; especialmente los gastos de sostenimiento se pueden disminuir de diferentes formas, y están entre las formas sobresalientes: la eliminación o control de las fallas, lo cual se logra con la utilización del análisis de fallas, *FMECA*, *RCFA*, *RPN* y mediante la ampliación de los tiempos entre mantenimientos, este último se alcanza cuando se controla el factor β del CMD, debido a que se puede mantener el nivel de confiabilidad de los equipos aún al ampliar los tiempos entre acciones de mantenimiento (siempre y cuando no vuelvan a aparecer fallas ya controladas anteriormente).

Si bien los aspectos económicos hacen de mantenimiento una de las áreas más relevantes en las empresas, no se quedan atrás los factores tecnológicos, debido a los avances técnicos y científicos mundiales en todos los campos de la ciencia y en especial en los procesos de manufactura, a través de los cuales se realiza la agregación de valor a servicios, productos y bienes masivos, al utilizar los equipos de producción, los cuales

³⁰ Se define como aprender de los otros (personas o empresas), identificarlos, estudiarlos y mejorar, basándose en lo que se ha aprendido (Boxweell, 1994, 15).

³¹ La cual se compone de: 32% en repuestos, 31% en mano de obra y 23.8% en proveedores de servicios externos de mantenimiento, otros en varios.

a su vez requieren del servicio de mantenimiento; esto exige que se establezcan parámetros en el área de sostenimiento, que puedan dar respuesta a estos nuevos requerimientos de las áreas de producción, suministros y distribución. A tal efecto se deben tener en cuenta nuevos desarrollos científicos y experimentales en el tema, así como las más modernas técnicas de gestión y operación del mantenimiento, que mediante la aplicación de ciencias modernas como la Terotecología, pueda enfrentar los nuevos retos tecnológicos del área.

Wireman define el mantenimiento como la última frontera. Quiere decir que es un nuevo descubrimiento, muestra su gran potencial en las empresas, esboza su gran capacidad para contribuir a la mejora de la competitividad de las organizaciones (Londoño, 2020) (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020).

1.3.4 Efectividad Eficiencia y Efectividad

Es de mucho cuidado y supremamente útil, diferenciar las condiciones y definiciones de los indicadores e índices, de eficacia, eficiencia y efectividad.

Se puede aproximar la definición de eficacia a lograr la meta, simplemente eso, no pone más condiciones, si la logra o no la actividad de mantenimiento, sin más condiciones, ni preámbulos y sin parámetros obligantes.

Eficiencia, es alcanzar la meta, pero con unos recursos productivos dados, limitados y con restricciones, es decir no solo basta alcanzar la realización de la actividad de mantenimiento, sino que se debe restringir a los factores productivos que se dieron para realizarla.

Efectividad, es sin duda la medida magna, pues es con parámetros de optimización, se puede asociar a: alcanzar la meta, con unos recursos dados, con la máxima rentabilidad, el mínimo costos, la máxima productividad y competitividad, en el menor tiempo posible y demás condiciones obligantes, que se deseen colocar en el objetivo.

Ilustración 27 - Analogías y niveles de medidores de mantenimiento

MEDICIÓN	GESTIÓN	F. M. E. P.	MEDICIÓN
ÍNDICE	ACTIVIDAD	NO. SERVICIOS	EFICACIA
INDICADOR	PROCESO	SERVICIOS PROMEDIO	EFICIENCIA
RENDIMIENTO	MACRO-PROCESO	PRODUCTIVIDAD – C.	EFFECTIVIDAD

Fuente elaboración propia adaptada de (Mora A. -G., Mantenimiento en empresas de alta tecnología, 1999)

Actividades, son acciones que las personas hacen sobre el entorno o sobre los recursos, o funciones que hacen sobre ellas mismas o sobre otras personas.

Procesos conjunto lógico y simplificado de Personas.

Macroprocesos conjunto organizado de procesos que conduce a un fin específico.

1.3.4.1 Asociación Gerencial Dashboard.

Es imprescindible en la actualidad, trabajar con tableros gerenciales de indicadores o *Dashboard*, a partir de la visualización y renderización de diferentes ilustraciones de indicadores, basados en programas informáticos especializados, softwares específicos o plataformas tecnológicas avanzadas con *analytics*, de *BI*, *BD*, *DL*, *IT & IS* etcétera.

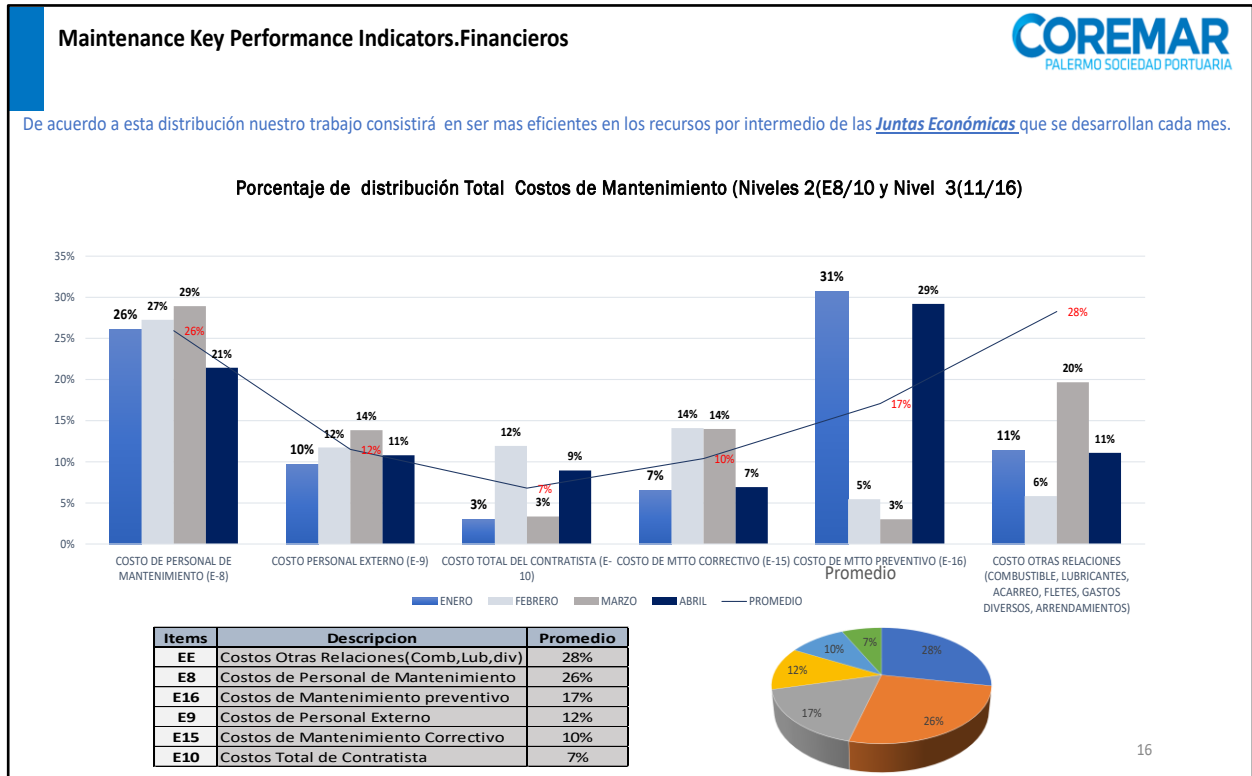
Como opción de actualización, las empresas pueden aprovechar la completa aplicación de *BI* de las múltiples plataformas existentes, que permite la creación de paneles gerenciales personalizados, el análisis visual y los *mashups*³² de datos.

Para el análisis avanzado de problemas, las opciones de visualización facilitan la detección de tendencias atípicas.

Con potentes herramientas de mashup de datos, los datos de casi cualquier otra fuente de la organización se pueden integrar en cuadros de mando y análisis, desde sistemas *ERP* hasta hojas de cálculo.

³² En desarrollo web, un mashup es una forma de integración y reutilización. Ocurre cuando una aplicación web es usada o llamada desde otra aplicación, con el fin de reutilizar su contenido o funcionalidad.

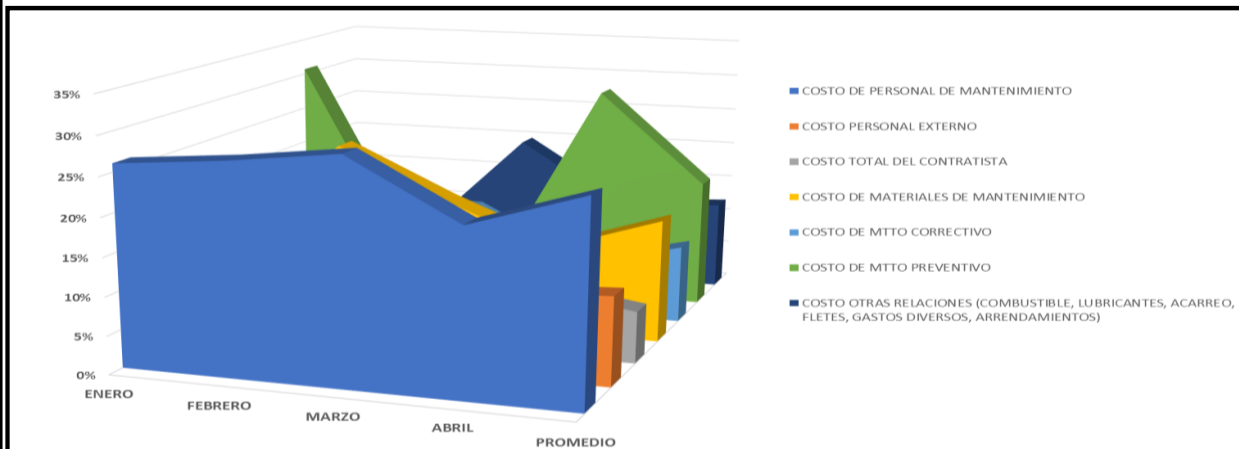
Ilustración 28 - Ejemplos típicos COREMAR Maintenance's Dashboard



ITEM. 11/21	INDICADORES TECNICOS. Draft EN 15341 Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators.BRITANICA	DESCRIPCION	META 2020
1	T1 $\frac{\text{Total Operating time}}{\text{Total Operating time} + \text{Down time due to maintenance}}$	Disponibilidad relacionada con el mantenimiento.(Preventivo +Correctivo)*100	90%
2	T2 $\frac{\text{Achieved up time during required time}}{\text{Required time}}$	Disponibilidad operacional (Utilización).*100	90%
3	T3 $\frac{\text{Number of failures due to maintenance creating environmental damage}}{\text{Calendar time}}$	Incidentes ambientales debido a mantenimiento y operaciones.	2.2%/8 (0,66)
4	T4 $\frac{\text{Number of injuries for people due to maintenance}}{\text{Calendar time}}$	Lesiones a personas debido a mantenimiento por días del mes.	0.5%/2 (0,16)
5	T5 $\frac{\text{Total operating time}}{\text{(Total operating time} + \text{Down time related to failures)}}$	Disponibilidad relacionada con el correctivo.(Mantenimiento-Operaciones)	85%
6	T6 $\frac{\text{Total operating time}}{\text{(Total operating time} + \text{Down time related to planned and scheduled maintenance)}}$	Disponibilidad relacionada con el preventivo(Programado y Planeado).	90%
7	T7 $\frac{\text{Preventive maintenance time causing down time}}{\text{Total down time related to maintenance}}$	Impacto del preventivo con respecto a tiempo de Mantenimiento total(Preventivo + Correctivo).	70%
8	T10 $\frac{\text{Number of failures causing injury to people}}{\text{Total number of failures}}$	lesiones a personas por numero de fallas correctivas.	0
9	T12 $\frac{\text{Number of failures causing damage to the environment}}{\text{Total number of failures}}$	Incidentes ambientales con respecto a el numero total de fallas correctivas.	5%
10	T16 $\frac{\text{Total operating time}}{\text{Number of failures}}$	MTTF: Tiempo Medio entre Falla .	270 Horas/F
11	T21 $\frac{\text{Total time to restore}}{\text{Number of failures}}$	MTRR: Tiempo Medio de Reparación .	6 Horas

COREMAR
PALERMO SOCIEDAD PORTUARIA

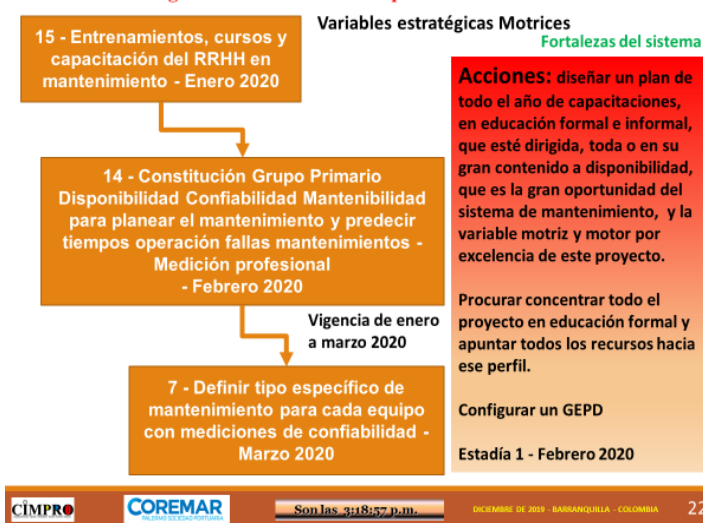
3. KPI's: Indicador de Disponibilidad de Equipos Portuarios Distribución de costos de Mantenimiento

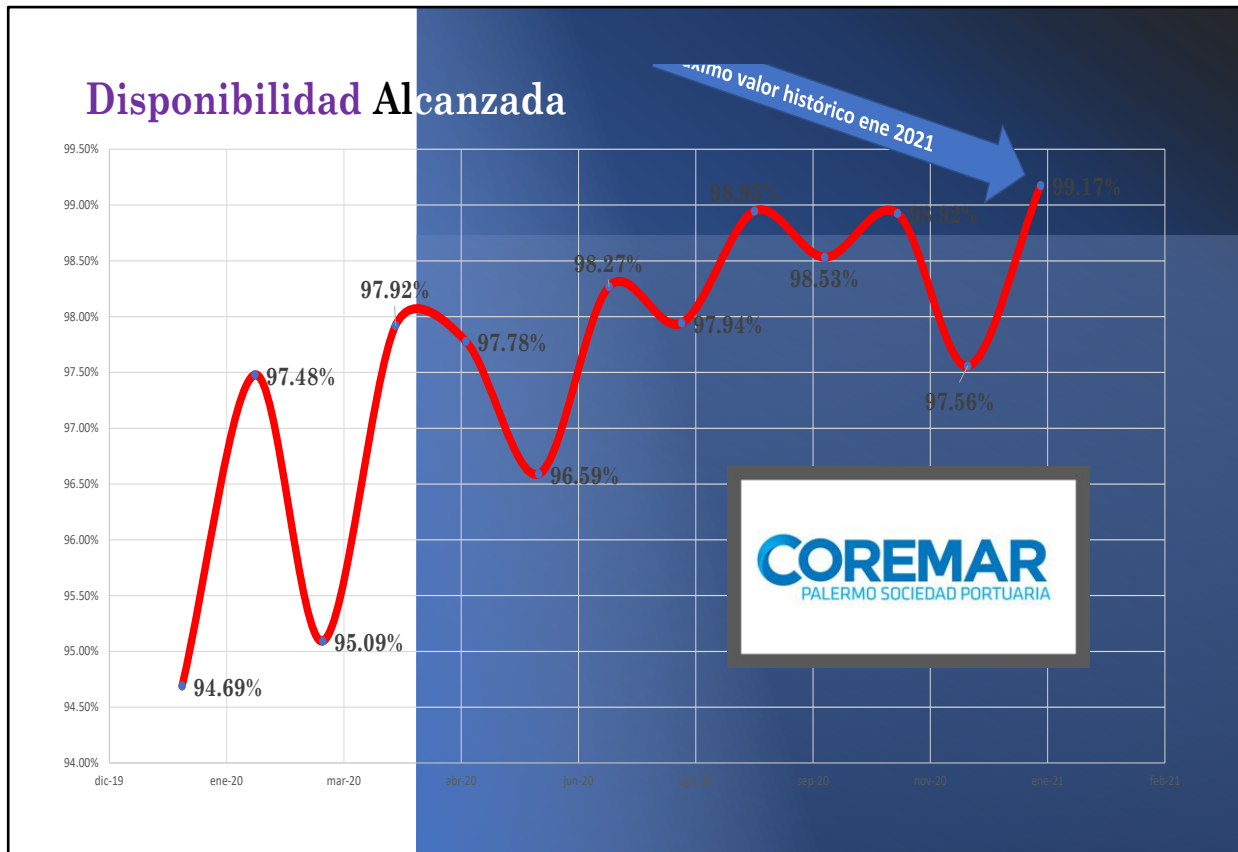
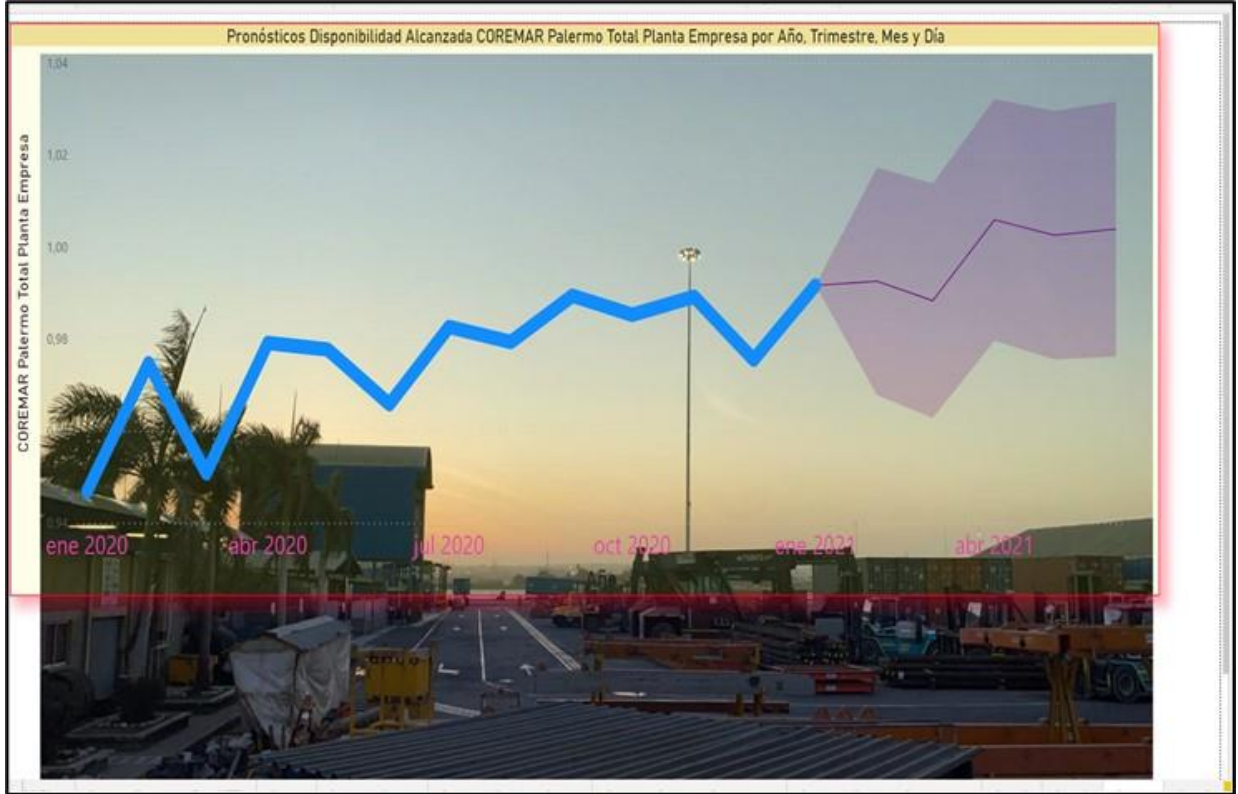


DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	PROMEDIO
COSTO DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO (E-8)	26,09%	27,26%	28,92%	21,45%	25,93%
COSTO PERSONAL EXTERNO (E-9)	9,70%	11,73%	13,85%	10,80%	11,52%
COSTO TOTAL DEL CONTRATISTA (E-10)	2,93%	11,94%	3,36%	8,95%	6,79%
COSTO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO (E-11)	12,63%	23,67%	17,21%	11,60%	16,28%
COSTO DE MTTTO CORRECTIVO (E-15)	6,55%	14,10%	13,99%	6,92%	10,39%
COSTO DE MTTTO PREVENTIVO (E-16)	30,69%	5,46%	3,01%	29,20%	17,09%
COSTO OTRAS RELACIONES (COMBUSTIBLE, LUBRICANTES, ACARREO, FLETES, GASTOS DIVERSOS, ARRENDAMIENTOS)	11,42%	5,84%	19,67%	11,08%	12,00%

12

Plan Estratégico Mantenimiento Corporativo COREMAR 2019-2021





CIMPRO Informe Estratégico CMD marzo 1 de 2021

General Empresa

COREMAR
ALUMINOS COSESA S.P. DE C.V.

Valores Futuros de Marzo 1 de 2021 en adelante mes beta

Valores Futuros de marzo 1 de 2021 en adelante mes de disponibilidad alcanzada

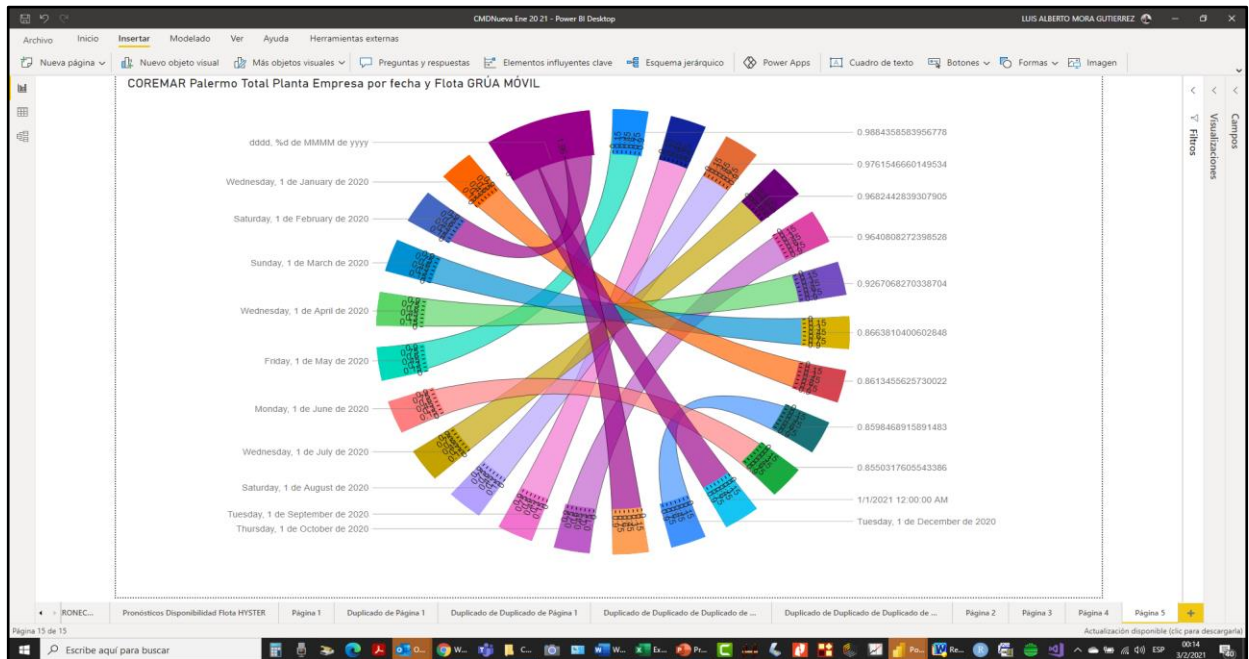
Valores Futuros de marzo 1 de 2020 en adelante mes Eta

El Beta va acelerado a la suba, se debe parar esto, el 2.45 es el ideal, el problema grave lo genera MTTR lo correctivo en Beta. Muy alto Betas MTRR exageradamente alto.

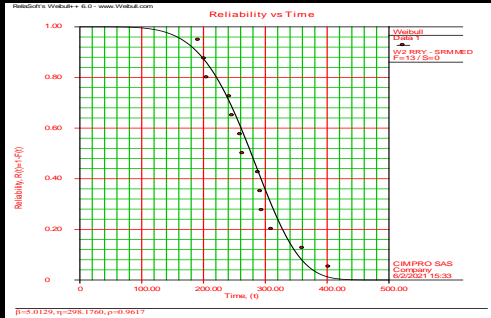
El Eta es estable, va a subir, excelente.

El valor futuro de disponibilidad es muy bueno.

La curva de Davies arroja que los tiempos útiles entre correctivos son mejores que los tiempos útiles entre preventivos, es un fenómeno común en la empresa. Esto se debe a que hay serios problemas en las acciones correctivas en general. Las preventivas, favor revisarlas, adecuarlas, hacerlas eficientes e incrementar significativamente las acciones de predictivas, para que mejore el Mp que es muy bajo, aunque dentro de rango, pero muy bajo. Atacar los dos frentes.



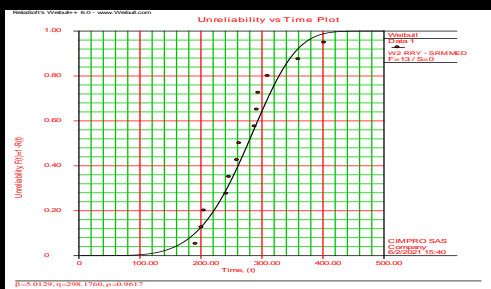
Curva de Supervivencia R (t) - Confía



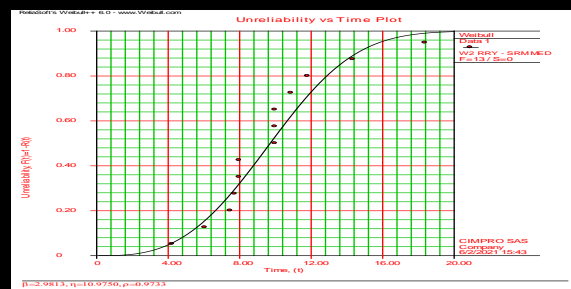
Integral Flota
Banda
Arrumadora

5

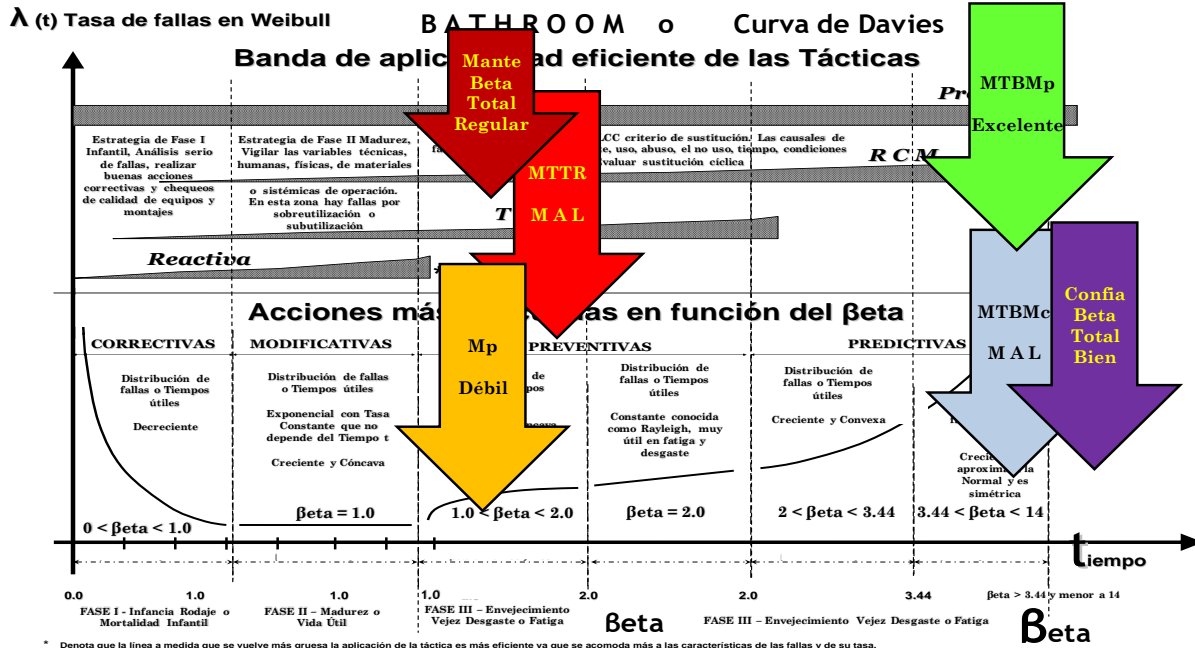
Curva de No Confiabilidad F(t) - Confía

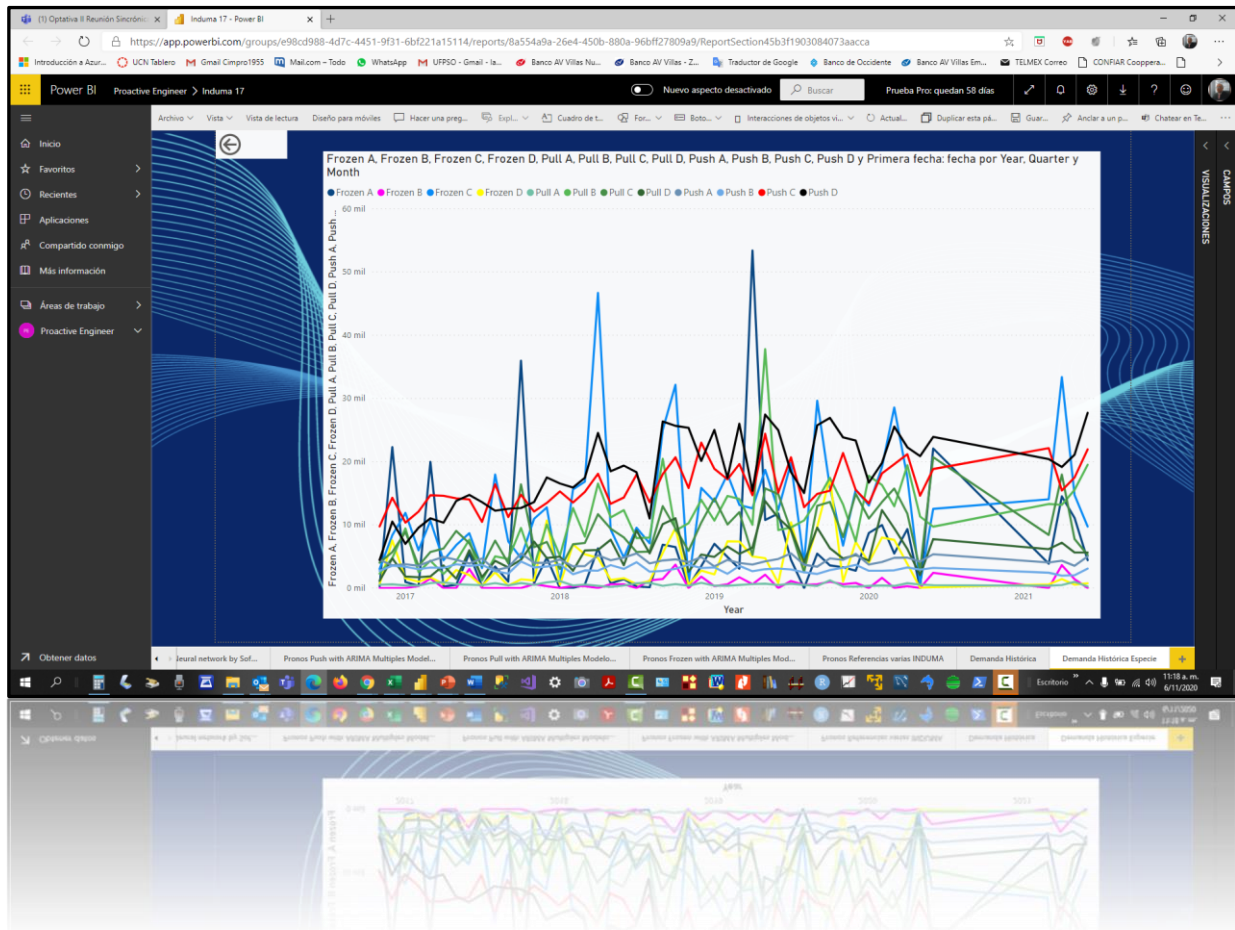


Curva de Mantenibilidad M (t) - Mante



Informe de los 4 betas por equipo o Flota





Fuente elaboración propia

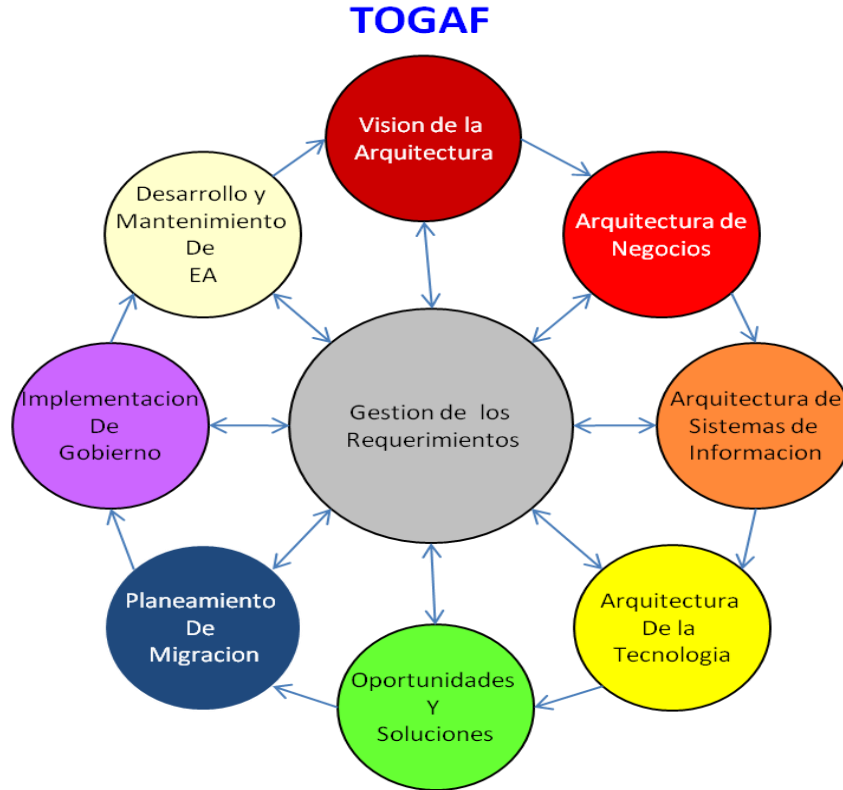
1.3.5 Indicadores Relevantes

Los indicadores claves de rendimiento de mantenimiento o *Maintenance's KPI* (*Maintenance's Key Performance Indicators*) son medidas que permiten determinar el rendimiento de un acción preventiva o correctiva, el uso de un factor productivo, una táctica determinada, correctivos para atender fallas, conjunto de inspecciones predictivas o preventivas, un plan lógico de mantenimientos u otra actividad propia de la operación y gestión de mantenimiento y/o de activos, en función de una rata de tiempo o en términos de costos.

Estos indicadores pueden variar, en función de las metas, la visión, la misión, los valores el contexto que se viva, el mercado que atiende, las condiciones nacionales o internacionales, los objetivos y metas de la empresa y de mantenimiento, las estrategias que se adopten y el logro o no de factores claves de éxito que el apunten a la competitividad. Por lo tanto si se desea costear y planear el mantenimiento, lo primero

a realizar es la medición del CMD, con lo cual se evalúa la posibilidad de costear y de planear acorde a las reglas y leyes del mantenimiento.

Ilustración 29 - Áreas que sirve el TOGAF potencial a mantenimiento



Fuente (Arango, Martín Darío - Serna; Londoño, Jorge Enrique - Salazar; Álvarez, Karla Cristina - Uribe, 2012)

1.3.5.1 *Mantenimiento como Recurso Nuclear Capacidad del Negocio.*

El área de ingeniería empresarial, conocedora de estas técnicas CMD y de pronósticos, se constituye en un elemento vital para el proceso de gestión y operación del mantenimiento y de los activos, los enfoques modernos de arquitectura empresarial, señalan a mantenimiento como una habilidad del negocio, y a los activos como un recurso, donde se apoya mantenimiento para lograr factores claves de éxito, que le permitan diseñar y alcanzar una estrategia, que garantice el logro de valores agregados a partir del mantenimiento y de los activos, que aumente la competitividad de la organización y por ende permitan estrategias propias de mantenimiento, en el futuro de corto, mediano y largo plazo, que les garanticen, la máxima funcionalidad, rentabilidad y competitividad.

Este enfoque de vanguardia permite abordar desde ahora el potencial de mejorar a mantenimiento desde otra óptica, mucho más real que la antigua, donde se supone que

mantenimiento esté supeditado y derivado de la gestión de activos y que es una parte subyacente de él, siendo que es al revés, bajo el enfoque de *FRAMEWORK* o arquitectura empresarial, en el caso particular de COREMAR es ORACLE su plataforma y su *FRAMEWORK* es *TOGAF*, que significa *The Open Group Architecture Framework* y en castellano, Esquema de Arquitectura del *Open Group*, es aprovechándose de todos los apalancamientos que genera esta plataforma de ORACLE, donde se desea explorar su potencial para desarrollar Maintenance's KPI o *Dashboard* especializados de mantenimiento y de gestión de activos.

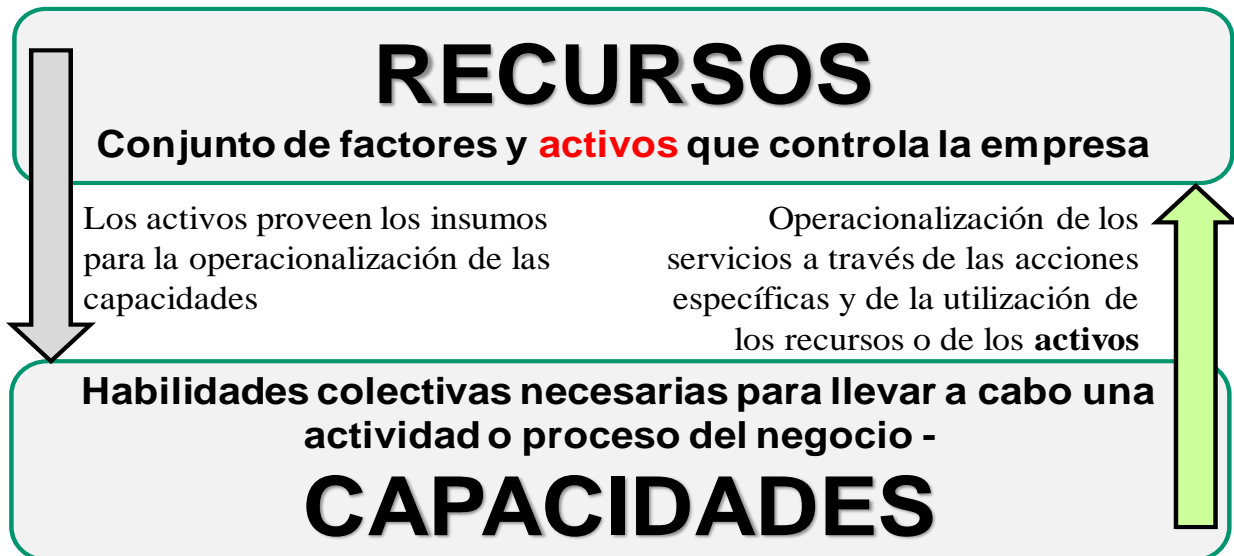
El estándar *TOGAF*, está dividido en siete partes:

1. *Introducción*: esta sección genera la introducción y terminología de alto nivel al sistema, clave en la arquitectura empresarial y en especial en el *TOGAF*.
2. *Architecture Development Method* - Método de Desarrollo de la Arquitectura: es el eje central del estándar del *TOGAF*, da paso a paso la Arquitectura Empresarial ORACLE para su aplicación a mantenimiento.
3. Líneas guía y técnicas *ADM TOGAF Architecture Development Method* (*ADM*): entrega un conjunto infinito y preciso de líneas guía y técnicas disponibles para su utilización en la implementación del estándar *TOGAF* y de *TOGAF ADM*.
4. *Architecture Content Framework*: maneja todos los contenidos del *FRAMEWORK* y genera el metamodelo requerido para su desarrollo e implementación.
5. *Enterprise Continuum - Continuum Empresarial*: en este punto se analiza toda la jerga, y vocablos técnicos propios y herramientas apropiadas para jerarquizar las actividades del sistema de la arquitectura dentro de la empresa en el área de mantenimiento.
6. Modelos de referencia *TOGAF*: presenta todos los modelos y marcos, factibles del *TOGAF* para su mejor selección, que incluye el *TOGAF Foundation Architecture* y el *Integrated Information Infrastructure Reference Model (III-RM)*.
7. *Architecture Capability Framework*: acá se analiza la organización, los procesos, las habilidades, las funciones y las responsabilidades requeridas de la empresa, que son necesarias para generar y constituir la función de arquitectura de mantenimiento dentro de una empresa.

Los activos tangibles o no, per se solos, no son el medio para conseguir valor agregado, ellos solos no pueden hacerlo, deben apoyar a las core competences de las

capacidades del negocio (como mantenimiento) y ahí sí prosperan, hacia los factores claves de éxito, luego hacia el logro de la estrategia y como meta final a generar competitividad pura.

Ilustración 30 - Enfoque moderno *Cord* Mantenimiento y activos.



Las capacidades del negocio son el mecanismo para lograr articular el negocio y la tecnología - PhD. Jesús Londoño FUCN - BanColombia

Mantenimiento es un *Core or Cords* de las empresas

Activos son recursos al servicio de los *Cords*

Para de forma mancomunada alcanza metas objetivos, aplicar la estrategia del negocio, conseguir factores claves de éxito y por ende ser competitivos.

Fuente (Londoño, 2020) (Mora A. , 2021) (Peña, Rojas, & Peña, 2018) (Orozco & Mora, 2021) (Loreto, 2019)

El marco *TOGAF* proporciona un método para aumentar la solidez, la flexibilidad y la eficacia de los procesos empresariales, lo cual permite a la empresa atender las necesidades del futuro en cualquier tópico, permite a la empresa cambiar y adaptarse a las exigencias de un futuro no previsible, para el manejo de *Big Data* y funciones de mantenimiento *analytics* de avanzada.

Los dos grandes aportes que hace este novedoso sistema de *BI* y de *BD*, al *RAM*, es el estudio con conceptos y plataformas informáticas modernas, de vanguardia, de aplicación infinita y de corto plazo, para el enriquecimiento del mantenimiento como un *Cord* de la empresa.

El área industrial, de ingeniería de fábricas, genera inmensos volúmenes de datos en tiempo real, requeridos para la gestión y operación óptima de los activos, lo que justifica y fundamenta estructuralmente el proceso de *BI*³³ (Vandeput, 2018), a realizar en el proyecto. La visualización, la renderización y la *analytics* de dicha data es elemento vital en el proceso de generar ventajas competitivas para la empresa a partir de la estrategia y de factores claves de éxito derivados del mantenimiento (Thorsteinsson, Luxhoj, & Riis, 1997).

La aplicación de herramientas y técnicas de *BI & BD*, permite integrar las metodologías de gestión de activos y mantenimiento de maquinaria y parques industriales, método de pronósticos de series temporales, método de cálculo y predicción de parámetros CMD, técnicas de gestión *ETL*³⁴ de datos y *analytics* aplicado a la información y a los metadatos disponibles, para alcanzar metas operacionales, con factores claves de éxito, acciones tácticas y se obtengan ventajas competitivas.

El mantenimiento es una capacidad gerencial y estratégica del negocio, se le considera un recurso nuclear de la competitividad y del éxito empresarial, apalancada en los recursos (Activos) para lograr implementar su estrategia (Mora A. , 2021) (Londoño, 2020).

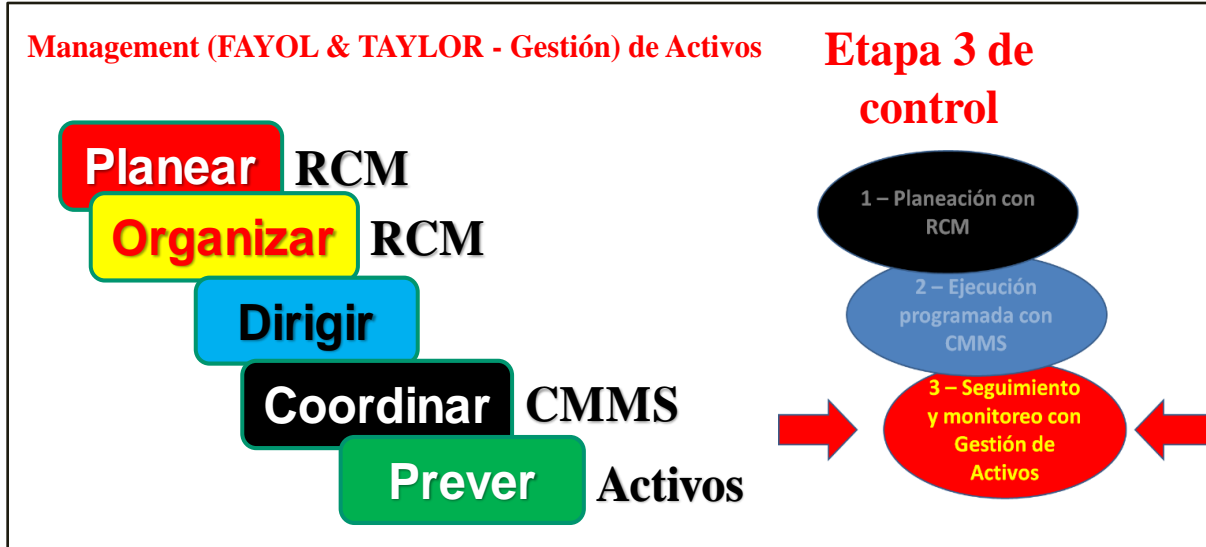
El proceso se constituye en un gran valor agregado, al aportar una importante reducción de costos de operación y mantenimiento, detección anticipada de fallas y soluciones efectivas a problemas del futuro, vistos en el presente, que optimizan las capacidades gerenciales de mantenimiento (Londoño, 2020) (Mora A. , 2021) (Lewis, Introduction to Reliability Engineering, 1995) (Aven, 1999) (Mora, Mantenimiento estrategico, 2017) (Mora A. -G., Predicciones - Demand Planning - Inventarios Casos reales, 2018).

La estrategia que permite alcanzar ventajas competitivas a partir de mantenimiento, como una capacidad gerencial del negocio, esto quiebra cualquier definición anterior, y consolida lo que construyeron Henry Fayol y Frederick W. Taylor, sobre *manegement*, que mantenimiento es gestión, que es una habilidad de tipo gerencial y se apoya en los recursos activos, para poder alcanzar la estrategia, generando factores claves de éxito.

³³ *BI Business Intelligent*

³⁴ *ETL Extraction Transformation and Loading Process* – En castellano es Extraer Transformar y Cargar, respectivamente, son procesos que se llevan a cabo siempre en los procesos de inteligencia de negocios o de manejo de *Big Data*, en los datos a estudiar y a los cuales se les aplica *analytics*; es de anotar que el *ETL* se aplica en todo el rango y proceso evolutivo de los valores que se tienen: data, información, conocimiento, sabiduría e inteligencia; en los cinco pasos de la analítica integral, que se aplica a fondo en este proyecto.

Ilustración 31 - Gestión de mantenimiento según H. Fayol y F. Taylor



Fuente (Brewster, 1997) (Fayol, y otros, 1996) (Taylor, 2016)

Ilustración 32 - Matriz excelencia COREMAR Mantenimiento Corporativo

	ESTRATEGIA	ADMINISTRACION DEL RECURSO	PLANEACION Y PROGRAMACION	TACTICAS DE MANTENIMIENTO	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	TECNOLOGIA DE LA INFORMACION	INVOLUCRAMIENTO DEL EMPLEADO	ANALISIS DE CONFIABILIDAD	ANALISIS DE LOS PROCESOS
EXCELENCIA	Estrategia corporativa de mantenimiento / estrategia de activos	Técnicos independientes multidisciplinarios	Ingeniería de mantenimiento y planeación a largo plazo (más a 3 años mínimo)	Todas las tácticas derivadas de un análisis estructurado	Cálculo de confiabilidad de equipos y planta, Benchmarking, Excelente base de datos de costos implementada	Base de datos común; información totalmente integrada	Equipos de trabajo autónomos	Programa total de confiabilidad (Ajuste de estrategia con base en estudios de confiabilidad)	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad, certificación ISO 9000 de los procesos de mantenimiento
COMPETENCIA	Planes de mejoramiento a largo plazo	Algo de multidisciplinarios	Buena planeación de trabajo, programación y seguimiento implementado	Algo de CM: algo de mantenimiento preventivo pocas sorpresas	MTBF/MTTR, disponibilidad, confiabilidad, costos de mantenimiento estructurado y gestionario	CMMS convencional ligado a financiero y materiales.	Equipos de mejoramiento continuo y formalmente creados y funcionando	Acercamiento metódico al análisis de causa raíz de fallas	Revisión de los procesos administrativos de mantenimiento (Estrategias, Tácticas y operativos)
ENTENDIMIENTO	Plan estratégico de mantenimiento anual	Grupos descentralizados de diferentes disciplinas	Grupos de planeación e ingeniería de mantenimiento establecidos	Inspecciones basadas en tiempo y uso; algo de NDT	Tiempos de paradas con causa y elementos de falla costos de mantenimiento disponibles.	CMMS convencional no ligados a otros sistemas	Comites de mejoramiento formal en el sitio de trabajo	Buenas bases de datos de falla	Alguna revisión de procesos o procedimientos técnicos y tácticas
CONCIENCIA	Plan de mejoramiento de PM	Algunas disciplinas parcialmente centralizadas	Soporte para detección de fallas y programación elemental (planeación no profunda)	Inspecciones basadas en el tiempo	Algunos registros de paradas y costos de mantenimiento no segregados.	Algunos registros de partes, programación básica de algunas rutinas de mantenimiento	Algún mejoramiento charlas de seguridad	Pobre registro de fallas poco usado	Una sola revisión de los procesos y procedimientos técnicos
INOCENCIA	Mantenimiento reactivo (Run to failure)	Mantenimiento centralizado por disciplinas	No planeación, elemental programación y no ingeniería de mantenimiento	Predomina el CM	Ninguna aproximación sistemática a costos de mantenimiento y fallas de equipos	Administración no sistemática del mantenimiento	Sólo reuniones con el personal para tocar temas sindicales o sociales	Sin registro de fallas	Procedimientos técnicos y administrativos no documentados y nunca revisados (verbales y de conocimiento individual)

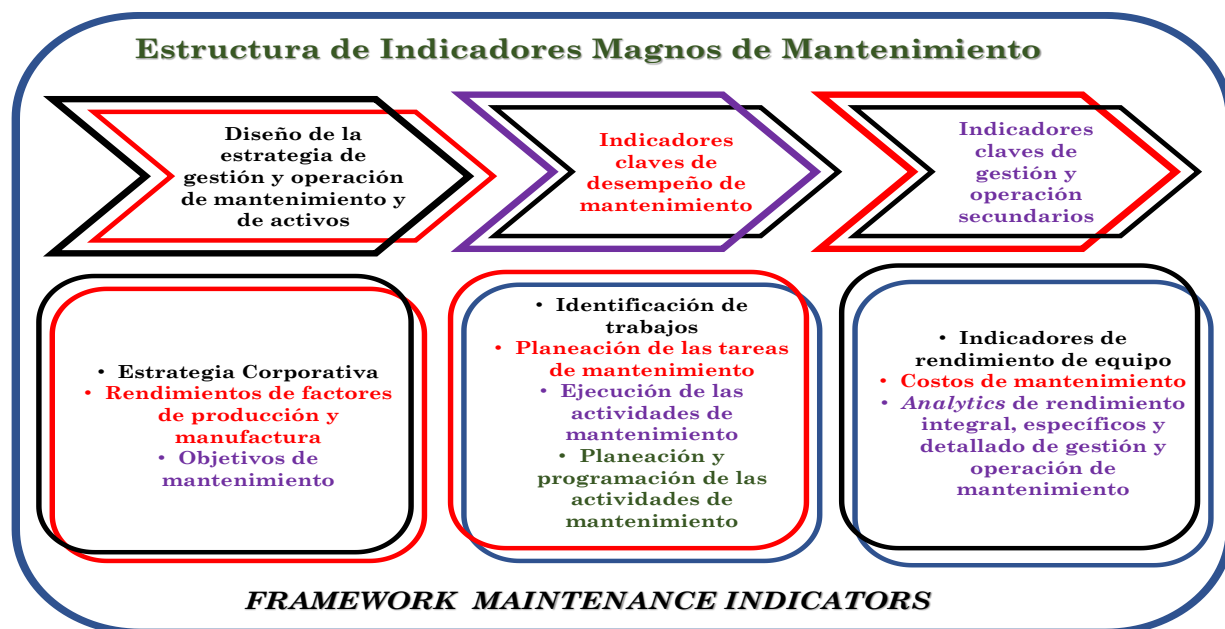
Fuente (Rincón, 2020) (Lazreg & Gien, 2021)

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 (Londoño, 2020) (Aguilar, 2019) (Carhuarica & Gonzales Caporal , 2017).

La estrategia que permita alcanzar los factores claves de éxito en mantenimiento y las ventajas competitivas, generando valor agregado a mantenimiento con los *Maintenance's KPI*, debe ser: específica, para poder asomar valores del porvenir de manera anticipada, con *analytics*, en especial los *Maintenance's KPI* (se desea ser enfático en este punto, pues interesan y están fuera de foco del proyecto: indicadores

diferentes de CMD, algunos de operación, y los que sean distintos a costos, espacio, tiempo o LCC, no relacionados con mantenimiento y/o gestión de activos); medible poder contabilizar, cuantificar y comparar las metas con los objetivos definidos en cifras que se vayan alcanzado en el proceso empresarial; logable, que esté al alcance de la empresa y de las áreas de mantenimiento y de gestión de activos; importante e impactante para la empresa, deben ser indicadores *Maintenance's* KPI verdaderamente de primera línea y con un umbral de tiempo definido, por eso es importante es significativo, usar los conceptos de *analytics*, que relaciona una franja de tiempo que arranca desde el pasado cercano, el presente el corto plazo de cero a dos meses, el mediano plazo de dos meses a dos años y el largo plazo de dos a veintidós años.

Ilustración 33 - Indicadores estratégicos competitivos efectividad CMD



Fuente (Irajpour, Fallahian Najafabadi, Mahbod, & Karimi, 2014) (Rudnick, Lincovil B., & Gutiérrez M., 2021)

Los factores críticos de éxito de la gestión del mantenimiento son la disponibilidad y la eficiencia, que van a indicarnos la fracción de tiempo en que las unidades o equipos están en condiciones de servicio (Disponibilidad) y la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.

La disponibilidad se ha de tener sólo cuando se requiere, lo cual no quiere decir que haya de ser por igual en todos los recursos (unidades), pues depende mucho de la criticidad de estos, y esa criticidad puede variar según las condiciones del mercado. Tener una disponibilidad demasiado elevada en recursos (unidades) que no la necesitan sólo ocasiona un exceso de costos, al hacer un uso excesivo de los recursos de mantenimiento.

Ilustración 34 - Layout Criticidad y Hazard



37

Fuente (González F. J.-F., 2004) (Tavares, dos Santos, & da Silva, 2007)

La mejora en los dos ratios de Disponibilidad y eficiencia y la disminución de los costos de mantenimiento suponen el aumento de la rentabilidad de la empresa y por tanto tiene influencia directa sobre las utilidades (Villegas & Mora Gutiérrez, 2020).

Casi siempre, los direccionadores de costos son las formas como las actividades consumen los recursos y establecen la relación entre ellos (recurso que se utiliza y actividad), esto se logra aplicar con las técnicas de tableros de control (*Balanced ScoreCard* (Cuadros y Tableros de Control) (Kaplan, y otros, 1997) empleado a mantenimiento (RCMScorecard@, 2005) (Mather, 2005) o de signos vitales (*Vital Signs* del *Quantum Performance*) (Hronec, 1995). Además, se utilizan de forma masiva los indicadores de clase mundial en el proceso de decisión, al comparar la relación disponibilidad versus necesidad (demanda) (González F. J.-F., 2004). A todo esto, se suma la utilización de la técnica de Árbol de Decisiones (o cuadro de decisiones del *FMECA* (AMEF@, 2005) o *RCFA*(Stamatis, 1995)) para definir el tipo de intervención más adecuada a aplicar, de tal manera que los costos totales sean los más bajos posibles, sin disminuir el grado deseado de calidad y atención, a los plazos prometidos de intervención a producción.

De todas formas, es normal que las empresas evolucionen en su recorrido histórico por todas las etapas (o en algunas de ellas) de una u otra manera, con un desarrollo armónico, acorde al momento en que viven, tanto desde los aspectos técnicos como comerciales y de mercado. Al final del proceso evolutivo, aparece la gestión de activos como un sistema de administración de mantenimiento (operación, ingeniería de fábricas y/o de confiabilidad) que permite interrelacionar todos los departamentos dentro de una empresa, al trabajar de una forma integral, con el fin de optimizar todos los activos que se utilizan para el objetivo social de la empresa; al facilitar los procesos de producción y de mercadeo, con información total en tiempo real en una plataforma informática. Su utilización proporciona un valioso apoyo para los procesos estratégicos y operativos de la empresa, siendo así una herramienta eficiente para el aumento de la disponibilidad, productividad y minimización de los gastos.

La gestión de activos incorpora el concepto del ciclo de vida de los activos (*LCC*³⁵) al colaborar a las empresas a utilizar mejor sus recursos y a ajustarlos a la demanda actual y futura; a la vez que alarga la vida útil de las máquinas. El soporte que da la gestión de activos a lo largo de todo el ciclo de vida maximiza la utilización de los recursos en el tiempo, a la vez que puede acortar el período de realización de un proyecto o de la ejecución de mantenimiento u operación.

La inversión monetaria que se utiliza en la gestión y operación del mantenimiento, representa un alto porcentaje del capital de trabajo total de la empresa, inclusive en ocasiones llega a ser tan alto como el capital requerido para la producción y el manejo de insumos y materias primas. Las inversiones en equipos son muy relevantes, pero es poco probable que sean suficientes por sí solas, requieren ir acompañadas de mucha inversión en infraestructura, gestión y operación.

Los costos asociados a los departamentos de mantenimiento, son un rubro importante dentro del balance general de las empresas, el mayor porcentaje de los activos de una organización está representado por tierra, edificios y equipos; los cuales tienen un impacto directo sobre el valor neto de la compañía y la habilidad de ésta de generar utilidades (Wrennall, y otros, 1994).

EUREKA, estudio de *Benchmarking*³⁶ realizado en cinco países escandinavos y en Norteamérica, muestra la influencia de las diferentes tecnologías y culturas empresariales sobre la gestión de mantenimiento. Por ejemplo, en Dinamarca las compañías entre los años 1981 y 1991 invierten en mantenimiento aproximadamente el 4.9%³⁷ del valor de sus activos, cifra que posteriormente se incrementa desde 1991 a 2000 en un 0.6 % (Thorsteinsson, y otros, 1997) (Riis, y otros, 1997). El estudio complementario del EUREKA-93, liderado por Wireman, sobre industrias

³⁵ Life Cycle Cost – Ciclo de Vida Económico, costos integrales a lo largo del proceso de vida del activo.

³⁶ Se define como aprender de los otros (personas o empresas), identificarlos, estudiarlos y mejorar, basándose en lo que se ha aprendido (Boxweell, 1994, 15).

³⁷ La cual se compone de: 32% en repuestos, 31% en mano de obra y 23.8% en proveedores de servicios externos de mantenimiento, otros en varios.

norteamericanas, muestra que ellas gastan en promedio anual en mantenimiento entre el 10% y el 15%. Dentro de los problemas que tienen las industrias americanas aparecen: altos inventarios de repuestos, averías inesperadas, falta de control, deficiencia en la gerencia, etc.(Wireman, 1994) (Wireman, 2001).

En general existen múltiples indicadores en formas, tamaños, unidades y objetivos que pretenden medir.

1.4 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1

La sección deja claramente expuesta la fundamentación técnica requerida para entender el proceso de diseño, aplicación, utilización, interpretación y estrategias de control, de los indicadores de gestión y operación de mantenimiento y de gestión de activos.

Se deja un abanico de posibilidades, listo ya analizado de indicadores para ser aplicados acorde a las necesidades específicas, de cada caso en la empresa COREMAR y en la gerencia corporativa de mantenimiento.

Se perfilan los indicadores de CMD de eficiencia, OOE y efectividad, basados en los parámetros *RAM* (como $MTBM_C$, $MTTR$, $MTBM_P$, M_P , $MTBM$, M , D , η , β , $MTBF$, DT , UT etcétera), en términos de costos, o referidos a tiempo, espacio o de probabilidades estadísticas como las curvas $R(t)$, $F(t)$, $M(t)$, Alineación y Hazard, como los más relevantes y estratégicos, con su fundamentación técnica y conceptual debidamente sustentada.

Se deja un análisis exhaustivo sobre los orígenes, desarrollos e impactos de diferentes indicadores de mantenimiento y de gestión de activos, cumpliendo a cabalidad el objetivo específico uno.

2. FRAMEWORK ARQUITECTURA EMPRESARIAL

2.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 2

Extender los principios universales y criterios internacionales de FRAMEWORK y arquitectura empresarial, al caso mantenimiento y activos plataforma *TI* informática. *Nivel 2 - Comprensión de la Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

2.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 2

Esta segunda parte del desarrollo aborda el enfoque moderno vanguardista de las capacidades del negocio como la herramienta moderna gerencial de las organizaciones, como a través de ella las empresas en la actualidad, logran ventajas competitivas, que mejoran sus ingresos, su rentabilidad y su posicionamiento en el mercado.

Se muestran los beneficios y los principios arquitectónicos de como las empresas abordan ahora la gestión y la operación del mantenimiento y de la gestión de activos, a partir de la utilización de la inteligencia de negocios o *BI Business Intelligent*, de la *Big Data* para el procesamiento en tiempo real de toda la data, por medio de la *analytics* convertir los datos en información, estos en conocimiento, a su vez luego en inteligencia y por último en sabiduría para tomar decisiones correctas y anticipadas a los hechos.

También se presenta el contexto y los principios de la aplicación requeridos de *FRAMEWORK TOGAF ORACLE* en COREMAR, para su usufructo en mantenimiento y gestión de activos bajo el enfoque de Arquitectura Empresarial.

2.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2

El gran escalonamiento que da la ingeniería de fábricas y la gestión de activos, con el empleo de la *Big Data BD*, es impresionantemente alto, significativo e impactante, a la vez el gran avance que se ha logrado con la aparición en las últimas décadas de softwares especializados, programas informáticos específicos y las plataformas de *TI* y de *BI*, para la aplicación de la *analytics*, permiten un desarrollo sin precedentes en temas de mantenimiento y afines.

2.1.1 Influencia de las Tecnologías de Información y de la Big Data

La gran cantidad de información que se procesa en la actualidad, para una buena toma de decisiones y poder anticiparse a los hechos, es mucho millones de veces más grande que lo que se podía procesar en el siglo anterior, se habla en la actualidad de petadatos, *petabyte* es una unidad de manejo y almacenamiento de datos, cuyo símbolo de PB y equivale a 10^{15} bytes o 1'000.000'000.000 de bytes.

Se resalta en especial uno de la mejores avances industriales y de *management*³⁸ (Fayol, y otros, 1996), el gran salto tecnológico que se da al poder procesar volúmenes de terabytes (o volúmenes superiores, como *petabytes* (igual a 1E+15 bits) o mayores), frente a los tamaños clásicos de cantidad de datos que se tenía antes de la aparición de *BD* (Ríos & Gómez-Ullate Oteiza, 2019), definitivamente este es uno de los aportes más significativos de poder procesar y analizar más información, casi de volúmenes ilimitados (Logicalis, 2014) (Parra, 2018).

2.1.1.1 Big Data.

El área de mantenimiento y de gestión de activos, depende en gran medida de los datos, que son la materia prima de sus indicadores, y solo a partir de estos es factible configurar un desarrollo analítico importante, alrededor del mismo, que permita crear factores claves de éxito, que son el inicio de las ventajas competitivas, por lo cual es relevante tener es una aproximación a los contextos básicos que implica la existencia y sostenimiento empresarial de sistemas informáticos de *Big Data* y sus consideraciones técnicas y contextuales, para su utilización racional y efectiva en la administración empresarial del mantenimiento y de la gestión de activos.

Business Intelligence (BI) es una forma de revelar información procesable en sus datos, averiguar qué ha sucedido y, a continuación, explorar por qué ocurrió. Estos *insights* (percepciones) se pueden utilizar para trazar o cambiar la vía de acceso de su negocio.

La temática del *Big Data* permite a las empresas muchísimas ventajas y aplicaciones entre las que resaltan:

- Tener una nueva perspectiva y dimensión para analizar el negocio, en que se está y las decisiones que se toman al interior y exterior de este.
- La posibilidad de controlar mejor la seguridad de los datos detectando de forma anticipada los peligros y fraudes (peligros tales como previsión y previsión de ataques cibernéticos o informáticos, fraudes, terrorismo, y afines).
- Le permite definir a mantenimiento y a activos, características de avanzada, propias de los sistemas de TI Tecnología de Información (las uves (o Ves), tales como: rapidez, cantidad inconmensurable de datos, pluralidad de fuentes y de tipos de datos, de certeza y verdad en su calidad, del gran valor agregado que permite los *BD*³⁹ a los sistemas decisionales empresariales,

³⁸ *Management* - Gestión en castellano.

³⁹ *BD* - *Big Data*, en castellano similar.

fácil exploración y visualización, viabilidad y trazabilidad de los mismos en los sistemas de TI en *BD*) (IIC@, 2016).

- *Analytics* operacional y de gestión en tiempo real o infinitesimal.
- Crecer permanente el tamaño de las bodegas de datos como *Data Warehouse* (en sus etapas de etapa previa al proceso, *discovery and analytics* (descubrimiento y análisis) y en la fase final de almacén de consulta.

Se resalta en especial uno de la mejores avances industriales y de *management*⁴⁰ (Fayol, y otros, 1996) de los últimos tiempos, el gran salto tecnológico que se da al poder procesar volúmenes de terabytes (o volúmenes superiores, como *petabytes* (igual a 1E+15 bits) o mayores), frente a los tamaños clásicos de cantidad de datos que se tenía antes de la aparición de *BD BD* (Ríos & Gómez-Ullate Oteiza, 2019), definitivamente este es uno de los aportes más significativos de poder procesar y analizar más información, casi de volúmenes ilimitados (Logicalis, 2014) (Parra, 2018) (Lara, 2018).

Un concepto fuerte e importante es que el *BD* se aplica múltiples procesos de la empresa de forma simultánea y alineada, a diferencia del BI⁴¹ o inteligencia de negocios, el cual solo aplica por lo general a un solo proceso, con un distintivo bien importante del BI, el cual es capaz de procesar todo tipo de datos o información que usualmente otras herramientas o plataformas clásicas, no lo hacen o no lo podían realizar de buena manera y con calidad (Parra, 2018) (Ríos & Gómez-Ullate Oteiza, 2019).

Otra particularidad es su inmensa capacidad de análisis de grandes volúmenes de información en tiempo real, para generar modelos correlacionales o no, autocorrelaciones o sistemas de patronero, que permiten pronosticar (Mora A. -G., Inventarios Casos reales, 2014), prescribir, pronosticar o futurizar comportamientos en los diferentes fenómenos, escenarios y/o variables del negocio (Mora, 2012) (Logicalis, 2014).

2.1.1.2 Características del Big Data

Una de sus características más importantes y pertinentes es que es capaz de comunicar y establecer puentes entre múltiples aparatos electrónicos, informáticos, softwares, *hardwares*, celulares, equipos de cómputo, máquinas, estaciones en el espacio sideral, etcétera, y un sinnúmero de aparatos inimaginables (de video, de fotos, de sonido, binarios, etcétera) en la actualidad, capaces de generar, almacenar, crear, procesar, transformar, emular, simular, leer, extraer información, cargar, transformar datos, de múltiples formas, fuentes y lenguajes, culturas, esto es impresionante frente a lo clásico, que hacía miles de protocolos entre los diferentes sistemas máquinas y

⁴⁰ *Management* - Gestión en castellano.

⁴¹ BI - *Business Intelligence*

proceso, logrando algo importante, centralizar todo en una sola plataforma, con información cierta en tiempo real de cualquier escenario orbital.

Entre otras propiedades del *BD*, resaltan: seguridad, confianza, detección instantánea de errores, confidencialidad, visibilidad, integralidad e integridad de los datos, siguen regulaciones nacionales e internacionales de protección de datos, permite fácil estudio de hábitos y costumbres de personas o de sistemas empresariales o de diferentes entornos como aviación o tráfico terrestre, sus aplicaciones son infinitas, en diferentes sectores de la economía (Excelting@, 2018).

Otra potencialidad que tiene la *BD* es que permite ampliar los Data Warehouse clásicos, es decir permite un crecimiento exponencial y permanente de la información, esta escalabilidad les permite a las empresas dar el salto de simples plataformas hacia las posibilidades infinitas en *BD*, manejando diferentes y múltiples procesos y estrategias del negocio, de la empresa que aborde.

La capacidad de poder desarrollar modelos correlacionales, sistemas de patroneo, predicciones y la analítica es una características vital, competitiva y relevante de los *BD*, frente s alos sistemas clásicos de *TI* y *SI*, en la toma de decisiones de gran envergadura en tiempo real de los negocios (IBM@, 2014).

Ilustración 35 - Las ventajas y los atributos de la *Big Data*



Fuente (Propia, Big Data, 2021) (IICSBIGData@, 2016) (García, 2012) (IBM@, 2014) (Parra, 2018).

La propiedad de trasegar y manejar información con datos estructurados (total o parcialmente) o no, le da esa gran versatilidad al sistema *BI*, para ser exitoso y confiable en tiempo real (Synapsis@, 2014).

Es indudable que las empresas al centrar sus decisiones basadas en datos, información y conocimientos de *BD & IN (BI)* son más exitosas que las demás. La gestión administrativa y operacional de las empresas basada en *BD* es más fácil, certera y rápida que en los sistemas clásicos de información (IIC@, 2016). El *BD*⁴² logra cumplir con los requisitos del mundo moderno y futuro, que exige mejores tecnologías y herramientas informáticas para procesar información, que permitan construir nuevas oportunidades en los negocios con nuevos enfoques de mayor escalabilidad y envergadura geográfica y de carácter geopolítico (Excelting@, 2018).

Son muchas las características y propiedades del *DB*, cada día aparecen más, entre ellas, resaltan entre otras:

1. Ventajas competitivas, que genera para las empresas su uso en la mejora de toma de decisiones y en la competitividad que se adquiere del negocio, donde desarrollan ventajas no comparativas, si no competitivas fuertes nuevas, para dominar mejor los mercados en donde se desenvuelve mundialmente.
2. Ventajas gerenciales de poder procesar todas las variables y su información, en un tiempo único y real.
3. Valor, es el agregado que se gana con el uso del *BD*, al poder convertir los datos en recursos estratégicos para la toma de decisiones, mediante la transformación y la analítica de los datos, para convertirlos en sabiduría estratégica de orden decisional gerencial para la empresa.
4. Volumen, este es muy claro y contundente, la gran cantidad de datos e información que se almacena se procesa y se analiza con el *BD*, situación que hace pocos años no era posible; contempla volúmenes de *Petabytes*.
5. Velocidad, la gran rapidez que tiene el *BD* para procesar información, de diferentes y múltiples fuentes, con estructuración o no, en tiempo real.
6. Veracidad, se logra con el *BD* unos niveles de seguridad y certeza de credibilidad, con alta confianza de la información y de los resultados de los análisis que se hacen con el *BIG DATA*. Busca tener confianza en los datos,

⁴² En definitiva, el término *big data* es un anglicismo neológico que, a pesar de disponer de equivalentes patrimoniales (*macrodatos*, *datos masivos*, *inteligencia de datos* y *datos a gran escala*) ha penetrado con fuerza en el español, por lo que se debería considerar su admisión como extranjerismo crudo (escrito en cursiva) y como voz masculina invariable en los diccionarios de uso general (el *big data* / los *big data*) (Cervantes, 2019).

pruebas como coeficiente Alfa de Cronbach, ya vienen incluidos (Mora, Métodos Furísticos - Pronósticos, 2012).

7. Vigencia, los análisis y la información organizada, junto con los resultados de *BD* son de largo plazo, son confiables y mantienen conexión en línea, con el medio en que se desenvuelve en tiempo real, lo que hace permanentemente pertinente y vigentes sus aportes a la toma de decisiones, por largo tiempo.
8. Variedad, el *BD* es capaz de transformar, procesar y almacenar, de cualquier fuente, medio lenguaje o de diferentes tipos de datos, de cualquier formato o sistema y/o cultura, universalmente, integrando todo en una sola plataforma.
9. Versión transformada de la data en información, luego en conocimiento, en inteligencia y posterior en sabiduría.
10. Viabilidad, a través del uso de *BD* con datos es viable obtener cualquier análisis y resultado deseable en el procesamiento de datos, información, conocimiento o *knowledge*, garantizando la trazabilidad e los infinitos procesos empresariales que puede atender, como soporte de ayuda decisional gerencial y/u operativa.
11. Visualización, es infinita y lo impactante es que es en tiempo real, lo que les da herramientas vitales a los funcionarios empresariales para la toma de decisiones, convirtiéndolas en estratégicas y efectivas. Permite detectar, crear y encontrar patrones de tipo *analytics*.
12. Versatilidad de los datos y la dificultad para procesarlos y transformarlos en información valiosa para la toma y gestión de decisiones, es una etapa ya salvada y superada eficazmente por el *BD*⁴³. Permite obtener datos de múltiples fuentes, en simultáneo. Brinda una especial versatilidad científica, dado que cumple procesos de muestreo estadístico y estocástico.

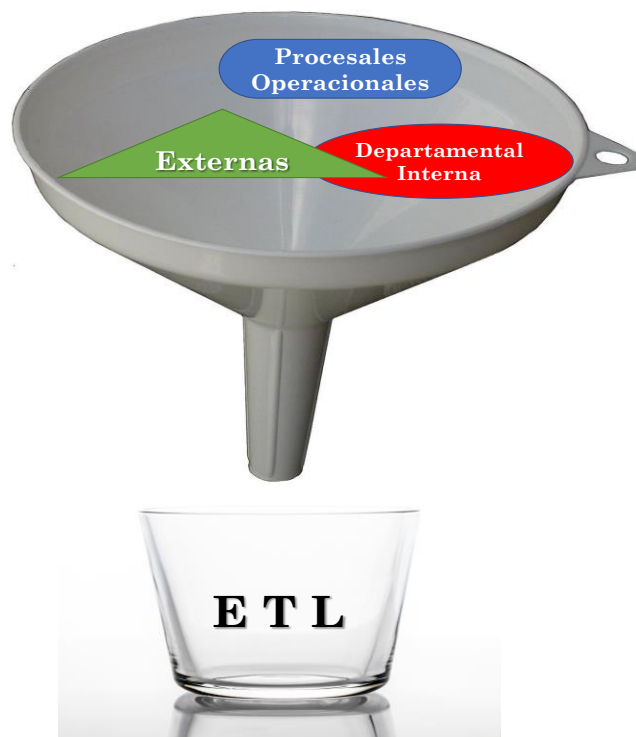
En general, pueden ser muchas más ventajas, están son algunas de las más resaltantes e impactantes, a la hora de migrar del sistema clásicos a *BD* (IICSBigData@, 2016) (García, 2012) (IBM@, 2014) (Parra, 2018) (Schmarzo, 2014) (Excelting@, 2018).

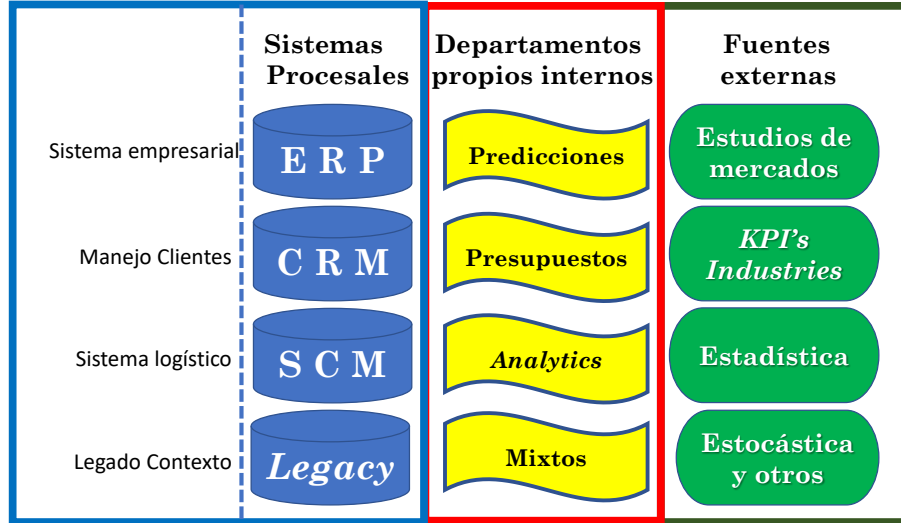
Las fuentes de los datos son muy diversas y presentan diferentes alternativas, entre otras:

⁴³ El neologismo *big data* es un anglicanismo formado por sintagmación, compuesto por el adjetivo big grande y el sustantivo de procedencia latina *data* datos (plural del latín *datum*). El diccionario inglés, *English Oxford Dictionary* ya incluyó esta voz en su lecionario en el año dos mil trece.

- Datos libres que se encuentran en muy buena cantidad en la red, sin restricciones de uso, pueden ser gubernamentales, institucionales, privados o de páginas que promueven el desarrollo mundial, libre sin pagos de derechos de uso.
- *Internet of the things* - Internet de las cosas, múltiples aparatos o dispositivos, enviando y recibiendo información o datos, en tiempo real en internet, de su contexto, de su persona o empresa, de su estado o de su entorno; es el caso de celulares, tabletas, vehículos, flujo de autos en un peaje, *Twitter* y otros múltiples.
- *Smart cities or nations* - Sistemas inteligentes de información pública, abiertas, de ciudades o países, como accidentes, indicadores, accidentes, servicios públicos, demografía, turismo, estado del tiempo, tráfico terrestre o aéreo, economía, etcétera, publicadas oficialmente.
- *Social media* - Este origen de datos, es en tiempo real y en la actualizada, es de uso masivo e infinito a nivel mundial, su utilización es por parte de personas, civiles o particulares, funcionarios públicos, instituciones públicas o privadas, gobiernos, sociedades y muchas más organizaciones, es muy útil para conocer lo que sucede en tiempo real, en el entorno mundial o particular de una región o país.

Ilustración 36 - Fuentes de información de *Big Data*

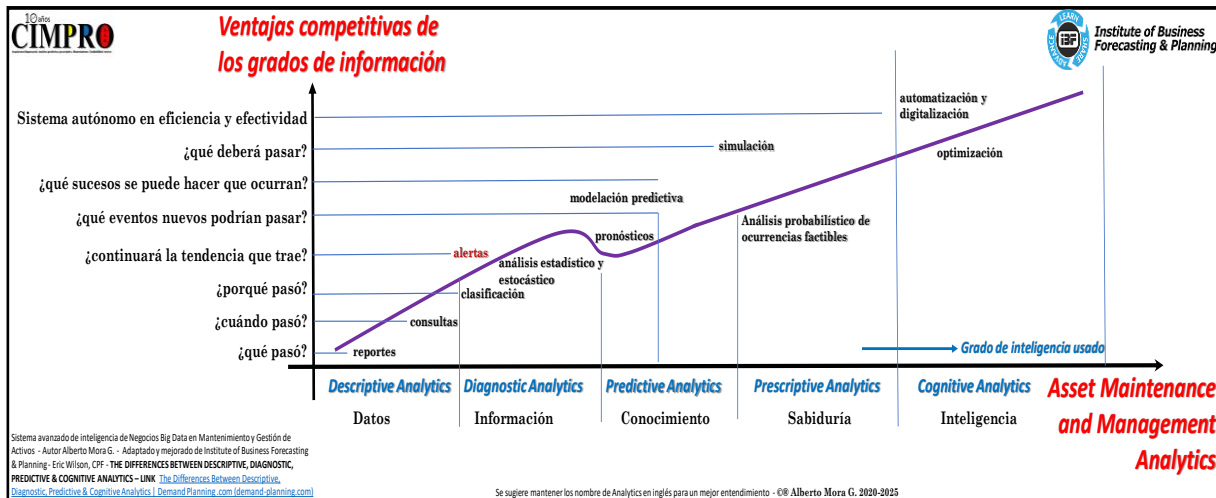




Fuente (Cano, Lay, & Escobar, 2007)

La misión más relevante de *Big Data* es facultar o permitir a las organizaciones anticiparse al estado futuro de corto, mediano y largo, transformando datos en sabiduría (lógico pasando por las fases de información, conocimiento e inteligencia) con las cinco grandes funciones de la analytics (descriptiva, diagnóstica, predictiva, prescriptiva y cognitiva), para tomar sabias y efectivas decisiones, en el tiempo presente sobre el provenir.

Ilustración 37 - Evolución de la analytics y la data en sabiduría



Fuente (Wilson E. , 2020) (Bachar, 2021) (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020)

Una de las definiciones más ortodoxas, que se tiene sobre *Big Data*, es aquel conjunto de tecnologías y procesos que permiten extraer, almacenar y procesar grandes

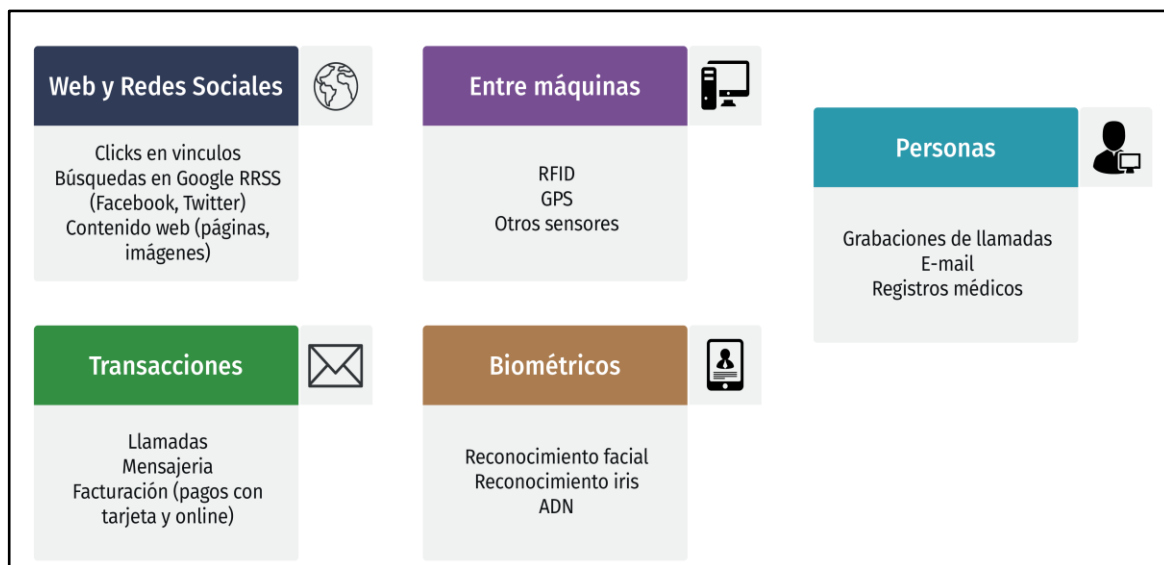
volúmenes de datos de distintas fuentes y orígenes, de diferentes formas de estructura (Wilson, 2020).

El diccionario PANHISPÁNICO del español jurídico, de la Real Academia Española define *Big Data* como el conjunto de técnicas que permiten procesar, analizar, y gestionar conjuntos de datos extremadamente grandes, que pueden ser analizados informáticamente, para revelar patrones, tendencias y asociaciones, especialmente en relación con la conducta humana y las interacciones de los usuarios (RAE@, 2020).

Realmente ambas definiciones, apuntan a lo mismo, pero al primera es clara y más comprensible. En la vida real, en la mayoría de las veces *Big Data*, se debe combinar con datos estructurados, de tipo relacional, para obtener su máximo beneficio, sus usos más comerciales son en *ERP (Enterprise Resource Planning)* o en *CRM (Customer Relationship Management)*, pero se aclara que permiten datos con o sin estructura, relacionales o no, que lógicamente deben ser procesados por *ETL*⁴⁴ y es en especial la permanente escalabilidad, casi que infinita es su mayor virtud, que es la capacidad de crecer hasta volúmenes inimaginables.

Las empresas siempre procuran el crecimiento y obtener la competitividad máxima, para poder lograr su eficiencia suprema, pero para esto en la actualidad, requieren de máxima velocidad y de información en tiempo real, estop hace que la *Big Data* alcance su gran utilización por esta virtud, de rapidez y certeza en grandes volúmenes de datos.

Ilustración 38 - Datos y *Big Data*

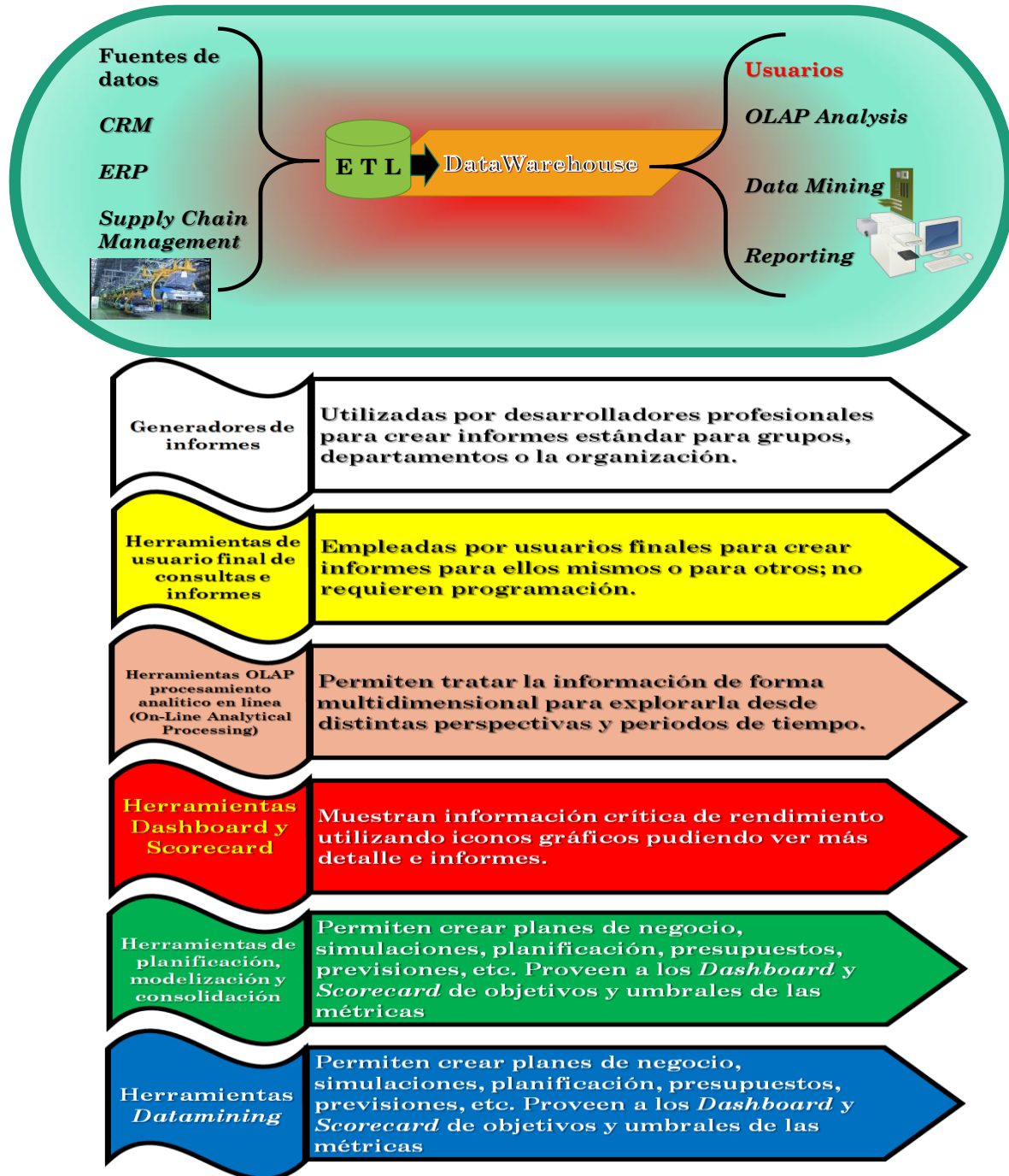


Fuente (Parra, 2018)

⁴⁴ ETL - Extracción Transformación Carga

El BI *Business Intelligent* es una de las mejores estrategias para la utilización y armonización con el *Big Data*, su acción mancomunada permite dotar a las organizaciones de habilidades y competencias, que le permiten llegar a la competitividad.

Ilustración 39 - Herramientas y procesos del *Business Intelligent*





Fuente (Cano, Lay, & Escobar, 2007) (Carhuarica & Gonzales Caporal , 2017)

El *Big Data* recibe todo tipo de datos y los estructura pero a su vez los puede guardar en diferentes sitios , para analizarlos datos usa diferentes algoritmo y puede recurrir a diferentes herramientas de la inteligencia artificial o a otras ciencia para hacerlo, con alta profundidad científica , puede hacer modelos predictivos o prescriptivos que generan patrones de consultas actuales, futuras y venideras de diferentes fenómenos empresariales (como correlaciones, tendencias, patrones, etcétera) (Excelting@, 2018) (IICSBigData@, 2016).

2.1.1.3 Tipos de datos Biga data influyentes en los Indicadores Maintenance's KPI

Básicamente la gran diferencia entre los tres tipos de datos: estructurados, no estructurados y semiestructurados, , estriba en su capacidad de uso inmediato, se veía que, en IN, es necesario que los datos vengan ya con una estructura definida, mientras que en *BD* no es necesario.

2.1.1.3.1. Datos no estructurados

Estos no tienen una estructura u orden fácilmente identificable, usualmente son datos binarios, vienen de forma abultada y por lo general desorganizada, su valor agregado lo obtienen cuando son organizados, limpiados, filtrados, clasificados y especialmente estructurados de una forma definida, preconcebida, prediseñada y clara, especialmente diseñando a los fines analíticos y procesales requeridos en ese *BD* especial de uno o varios procesos. Entre los más conocidos, de este tipo de datos, están: emails, correos electrónicos, archivos de procesador de texto, archivos PDF, epub, mobi, pdf3, hojas de cálculo, imágenes digitales, audios, videos, fotos, publicaciones en medios sociales, muchos informes de redes sociales, etcétera (IBM@, 2014) (Parra, 2018).

La gran mayoría de datos, nacen como no estructurados, casi siempre en forma de texto, el análisis directo de esta información posiblemente no lo hagan muchas herramientas de TI o SI, más sin embargo cuando con herramientas capacitadas como *RapidMiner*, se estudia su contenido, frecuencia de palabras claves, procesos críticos, repetición, expresiones, lenguajes, modismo y otras características lingüísticas y

gramaticales, se puede llegar a tener resultados muy útiles en la toma de decisiones empresariales, del *BD*.

2.1.1.3.2. Datos semiestructurados

Este tipo de datos, tienen un nivel definido de estructura (parcial) y consistencia, pero no son relacionales. Están casi siempre en forma predominante de texto, aunque son mezclas de los dos tipos anteriores (estructurados o no), como archivos HTML, XML o JSON y generalmente, se procesan de forma más amigable que los datos que no tienen estructura.

Los datos semiestructurados no presentan una estructura claramente definida como los datos estructurados, pero si es importante resaltar que si presentan una organización definida en sus metadatos donde describen los objetos y sus relaciones, y que en algunos casos están aceptados por convención (HTML, XML, JSON, etcétera) (García, 2012) (IIC@, 2016) (Synopsis@, 2014) (Parra, 2018).

Ilustración 40 - Formato de datos semiestructurados

XML	JSON	YAML
<pre data-bbox="386 1024 591 1108"> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <root> <list type="cdrom"> <item title="cd 1">Descripción de cd 1</item> <item title="cd 2">Descripción de cd 2</item> </list> <list type="dvd"> <item title="dvd 1">Descripción de dvd 1</item> </list> </root> </pre>	<pre data-bbox="613 982 927 1066"> { "root": { "cdrom": [{ "title": "cd 1", "description": "Descripción de cd 1" }, { "title": "cd 2", "description": "Descripción de cd 2" },], "dvd": [{ "title": "dvd 1", "description": "Descripción de dvd 1" }] } </pre>	<pre data-bbox="950 1024 1214 1171"> cdrom: item: title: cd 1 description: Descripción de cd 1 item: title: cd 2 description: Descripción de cd 2 dvd: title: dvd 1 description: Descripción de dvd 1 </pre>
<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="386 1255 591 1360">-Extensible, validable, potente- Muy verboso <li data-bbox="386 1402 591 1539">-Se usa en sistemas de comunicación complejos como SOAP. <li data-bbox="386 1581 591 1612">-Varios encodings 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="613 1255 927 1392">-Estandarizado como formato de intercambio en Web- Sencillo para estructuras pequeñas <li data-bbox="613 1434 927 1465">-Rápido y fácil de procesar <li data-bbox="613 1507 927 1539">-Puede complicarse <li data-bbox="613 1581 927 1612">-Codificado en UTF-8 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="950 1255 1284 1360">-Formato pensado para ser leído por el ser humano.-Se basa en saltos de línea e indentaciones. <li data-bbox="950 1402 1284 1434">-Se complica con saltos de línea. <li data-bbox="950 1476 1284 1507">-No requiere nodo raíz

Datos Semiestructurados

```

persona - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<persona profesion="cantante">
  <nombre>Elsa</nombre>
  <mujer/>
  <fecha_de_nacimiento>
    <dia>18</dia>
    <mes>6</mes>
    <año>1996</año>
  </fecha_de_nacimiento>
  <ciudad>Pamplona</ciudad>
</persona>
  
```

Datos semi estructurados

```

marcadores: [
  {
    "latitud": 40.416875,
    "longitud": -3.783388,
    "description": "Paseo del Prado"
  },
  {
    "latitud": 40.417438,
    "longitud": -3.693363,
    "description": "Estación de Atocha"
  }
]
  
```

Fuente (Villamil, 2021) (García, 2012) (Parra, 2018)

2.1.1.3.3. Datos estructurados

Es información que normalmente, es la que se encuentra en base de datos, tiene un orden prefabricado (planeado con mucho tiempo y esfuerzo, antes de ser creados) y estructurado a un fin especial, para su análisis, utilización e interpretación. Usualmente se presentan bajo la modalidad de archivos de tipo texto que se representa en filas y columnas con títulos. Son datos que pueden ser ordenados y procesados fácilmente por todas las herramientas de minería de datos. Se puede asociar a un archivador de papeles de oficina, rigurosamente organizado donde todo está definido con nombres propios, titulado, seriado, identificado con folios y carpetas, identificado, etiquetado y es de fácil acceso.

Ilustración 41 - Datos estructurados muy útil para Indicadores

	nombre	color	edad	altura	peso	puntuacion
1:	Paco	Rojo	24	182	74.8	83
2:	Juan	Green	30	170	70.1	500
3:	Andres	Amarillo	41	169	60.0	20
4:	Natalia	Green	22	183	75.0	865
5:	Vanesa	Verde	31	178	83.9	221
6:	Miriam	Rojo	35	172	76.2	413
7:	Juan	Amarillo	22	164	68.0	902

Variable	Nombre	N° casos	Media aritmética	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
19	Frecuencia con la que utilizan las tarjetas de débito/crédito o en hoteles, hostales...	101	1.4455	0.5301	5.0000	1.0000
19	Frecuencia con la que utilizan las tarjetas de débito/crédito o en restaurantes, bares...	101	1.4455	0.6621	4.0000	1.0000
20	Frecuencia con la que utilizan las tarjetas de débito/crédito o para pagar productos comprados de manera electrónica (compra de música, streaming...)	101	1.0693	0.2840	2.0000	1.0000
21	Indica la importancia que das al uso de las tarjetas de débito/crédito por la razón siguiente: comodidad.	137	3.9270	1.0003	5.0000	1.0000
22	Indica la importancia que das al uso de las tarjetas de débito/crédito por la razón siguiente: seguridad.	137	3.2629	0.9458	5.0000	1.0000
23	Indica la importancia que das al uso de las tarjetas de débito/crédito por la razón siguiente: controlar lo que gastas.	137	2.4015	1.2349	5.0000	1.0000
24	Indica la importancia que das al uso de las tarjetas de débito/crédito por la razón siguiente: tener dinero cuando lo necesitas.	137	3.4934	1.0979	5.0000	1.0000
25	Indica la importancia que das al uso de las tarjetas de débito/crédito por la razón siguiente: no llevar dinero en efectivo.	137	3.2555	1.2441	5.0000	1.0000
26	Indica la importancia que das al uso de las tarjetas de débito/crédito por la razón siguiente: siempre se acepta en la que necesitas.	137	2.2629	1.2572	5.0000	1.0000
34	Si has utilizado el monedero o billetera virtual el grado de satisfacción que tienes con ella.	33	4.2636	0.5930	5.0000	3.0000

Fuente (Parra, 2018) (Propia, Big Data, 2021)

Ilustración 42 - Características de los datos

DATOS ESTRUCTURADOS	DATOS NO ESTRUCTURADOS	DATOS SEMIESTRUCTURADOS
<p>Son los que tradicionalmente se han usado en el tratamiento de datos.</p> <p>Sus características principales son que se pueden almacenar en tablas y tienen una clara definición de longitud y formato.</p> <p>Entre ellos, se encuentran los números, cadenas de caracteres y las fechas.</p> <p>La irrupción gracias al Big Data de los otros tipos de datos no significa que estos no tengan su importancia.</p>	<p>Se trata de datos en su forma original, tal y como fueron recogidos.</p> <p>No poseen un formato específico que permita almacenarlos de forma tradicional, pues no se puede desglosar la información que facilitan a tipos de datos definidos en longitud y formato.</p> <p>Entre ellos son comunes, por ejemplo, los emails, las presentaciones multimedia como los PowerPoint, documentos de procesadores de textos o los archivos en formato PDF.</p>	<p>Siguen una especie de estructura, pero esta no es lo suficientemente regular como para gestionarla como datos estructurados.</p> <p>Posee ciertos patrones comunes que los describen y dan información sobre las relaciones entre los mismos.</p> <p>Como ejemplo, el HTML, lenguaje para la elaboración de páginas web, donde su sistema de etiquetas permite detectar esas pautas comunes.</p>

Fuente (García, 2012) (García, 2012) (Excelting@, 2018) (Excelting@, 2018).

Es probable que gran cantidad de datos se encuentren en la vida real de esta forma (García, 2012) (Excelting@, 2018) (Excelting@, 2018).

2.1.2 Lograr Ventajas Competitivas con habilidades - Arquitectura Empresarial FRAMEWORK

El marco de capacidades dinámicas analiza las fuentes y métodos de creación y captura de riqueza por parte de empresas privadas que operan en entornos de rápidos cambios tecnológicos; el *FRAMEWORK* de las capacidades y habilidades de un negocio, aparecen en el escenario como actores relevantes en la productividad y la competitividad.

Las ventajas competitivas de las empresas, parece que ya tanto no vienen de las fuerzas ni de las ventajas competitivas de Michael Porter (Porter, 1999), ni parecen válidas las teorías de recursos, activos o capacidades, por sí solas, para explicar el logro de ventajas competitivas, en entornos complejos y en constante cambio, ni las teorías económicas de recursos renovables o no, ni los escasos o abundantes, ni en las características, clásicas, para lograr competitividad.

Muchos autores están argumentando que se siente y se percibe, un cambio serio en esto, hoy en día se considera que la ventaja competitiva de las empresas se basa en procesos diferentes y diferenciadores (formas de organización, coordinación y combinación), contextualizados por los activos (tangibles, humanos o intangibles) de las empresas (como el portafolio de activos de conocimiento y activos complementarios difíciles de negociar) y el enrutamiento que se le da a ellos, en aras de alcanzar factores claves de éxito, para aumentar su competitividad (Freeman & Landau, 2021), donde la tecnología juega un rol vital.

El enfoque de arquitectura empresarial *FRAMEWORK*, sugiere que la creación de riqueza privada en entornos de acelerado crecimiento y desenvolvimiento, con cambios abruptos y constantes en las evoluciones tecnológicas, depende en gran medida del perfeccionamiento de los procesos tecnológicos, organizativos y de gestión internos de la empresa, en otras palabras del *management* de las empresas (Teece, Pisano, & Suhen, 1998) (Londoño, 2020) (Ríos & Gómez-Ullate Oteiza, 2019).

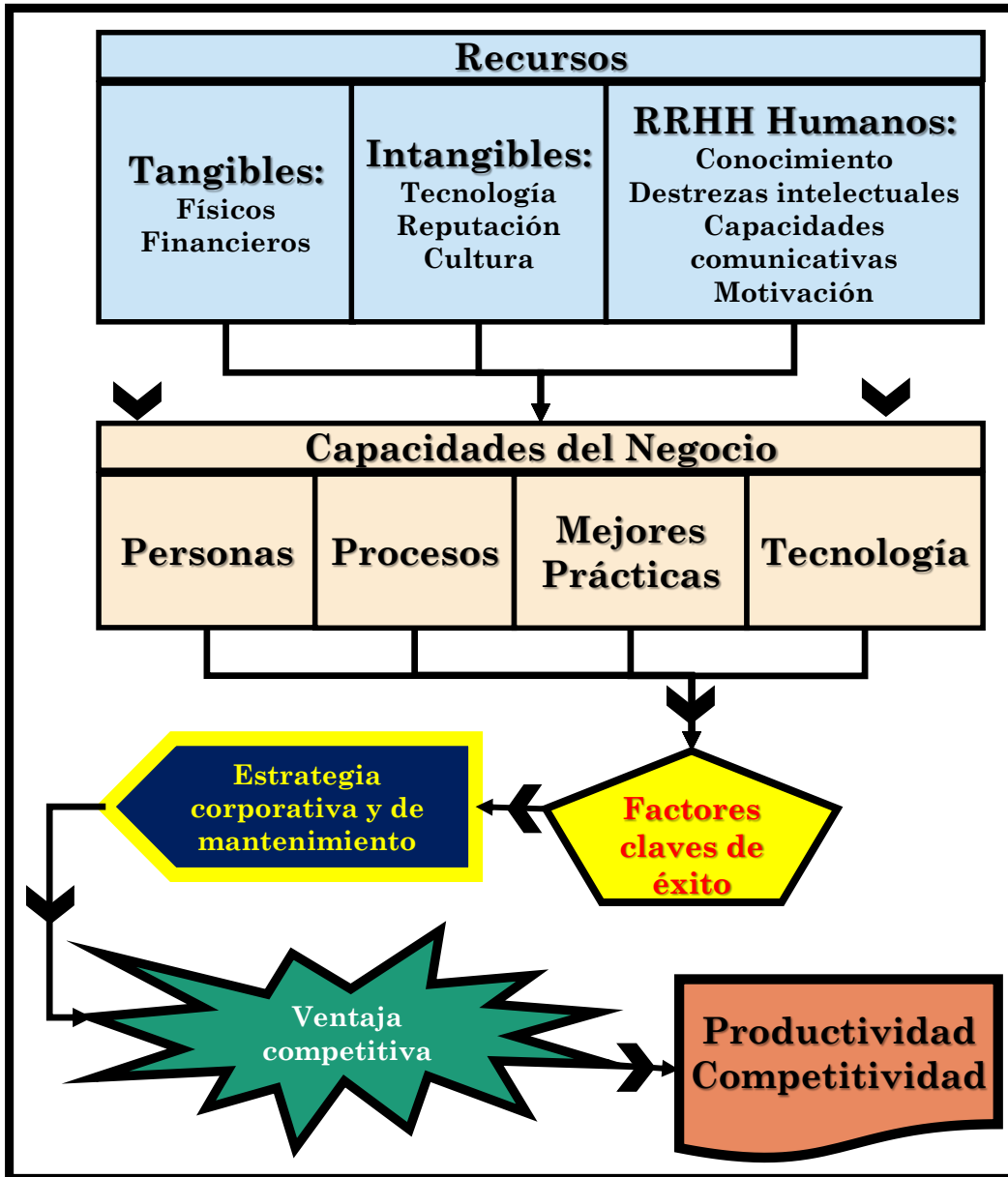
Por lo anterior, parece más impactante en el éxito empresarial, es el hecho de buscar nuevas y modernas oportunidades y formas de organizarse, lo cual conduce con mayor seguridad a la generación y creación de riqueza privada, que la propia creación de estrategias, ahora si hacer estrategias se entiende como generar desorden comercial en la competencia, esto los aturdiría y bloquearía el mercado en favor de quien las genera, pero taxativamente hablando una estrategia es crear una ruta exitosa, lo que se aleja de lo anterior (Teece, Pisano, & Suhen, 1998).

Es un hecho que los nuevos enfoques vanguardistas sistémicos sobre los tópicos de recursos (activos) y competencias (*core competences*), articuladas con enfoques de arquitectura empresarial basada en el servicio, aseguran mayor y más rápidamente, la

consecución de ventajas competitivas, en la actualidad y en el futuro cercano (Grant, 2016).

Las habilidades que tiene una empresa para alcanzar sus metas y objetivos, es el concepto de capacidades organizacionales, que posee en su contexto competitivo.

Ilustración 43 - Recursos (activos) Capacidades (mantenimiento) ventajas



Fuente (Grant, 2016) (Londoño, 2020) (García, 2012) (García, 2012) (Excelting@, 2018) (Excelting@, 2018).

Por otro lado, bien importante, referenciar la definiciones de las capacidades de una empresa u organización, ya que toda de frente a gestión y operación de mantenimiento y de activos, las capacidades son el conjunto de recursos y habilidades de la empresa que tienen un impacto estratégico en la misma, son el motor y el principal impulsor para lograr los objetivos organizacionales, los factores claves de éxito, las ventajas competitivas y en especial, poder maximizar y potenciar la competitividad.

Los recursos son de orden tangible, tales como: físicos, activos, financieros, etcétera; intangibles como tecnología, conocimiento, cultura, aprendizajes, reputación, dominio de procesos industriales, destrezas corporales, informática, etcétera y de orden de RRHH Recursos Humanos, entre otros como conocimiento, sabiduría, academia, capacidad de investigación, motivación, crecimiento humano, buen clima organizacional poseído por los funcionarios (Irajpour, Fallahian Najafabadi, Mahbod, & Karimi, 2014) (Londoño, 2020).

También se definen las capacidades del negocio, como el conocimiento y la habilidad que tienen las empresas para estructurar, usar, utilizar, implementar y explotar (termino económico de producción u operación de activos, no es despectivo) usufructuar los recursos para lograr que estos generen valor (coinciden con la definición de gestión de activos, véase Ilustración 20 - Agregación de valor al activo y su usufructo posterior.) en sus procesos, procedimientos y mejores prácticas (Gonzales, 2003) (IBM@, 2014) (Parra, 2018).

Las capacidades organizacionales, se perciben como el motor que permite transformar la estrategia en términos de acciones (Lynch, Diezemann, Dowling, & O'Gorman, 2004), esto atribuye inmediatamente a las capacidades, como el epicentro de todo el proceso competitivo, diferenciándolas de los procesos, por le da el carácter de ser el vehículo que permite articular la estrategia en términos de poder implementarla efectivamente, para que las capacidades se hagan tangibles y puedan ser enunciadas completamente, como fundamento para poder alcanzar la competitividad de manera segura.

Las capacidades son el conjunto de recursos de personas, tecnología, mejores prácticas y procesos (estos, no limitan para nada a las capacidades) que permite alcanzar metas, objetivos y factores claves de éxito.

No es lo mismo una capacidad organizacional a una capacidad del negocio, este última se desarrolla y se crea, la primera por lo general nace tangible real, con la fundación de la empresa (EasyMaint@, 2016) (Cano, Lay, & Escobar, 2007).

2.1.3 *Mantenimiento una capacidad del negocio*

La función de mantenimiento y operación es netamente de orden gerencial y operativo, donde el *management* (traducción de gestión, administración o gerencia) es

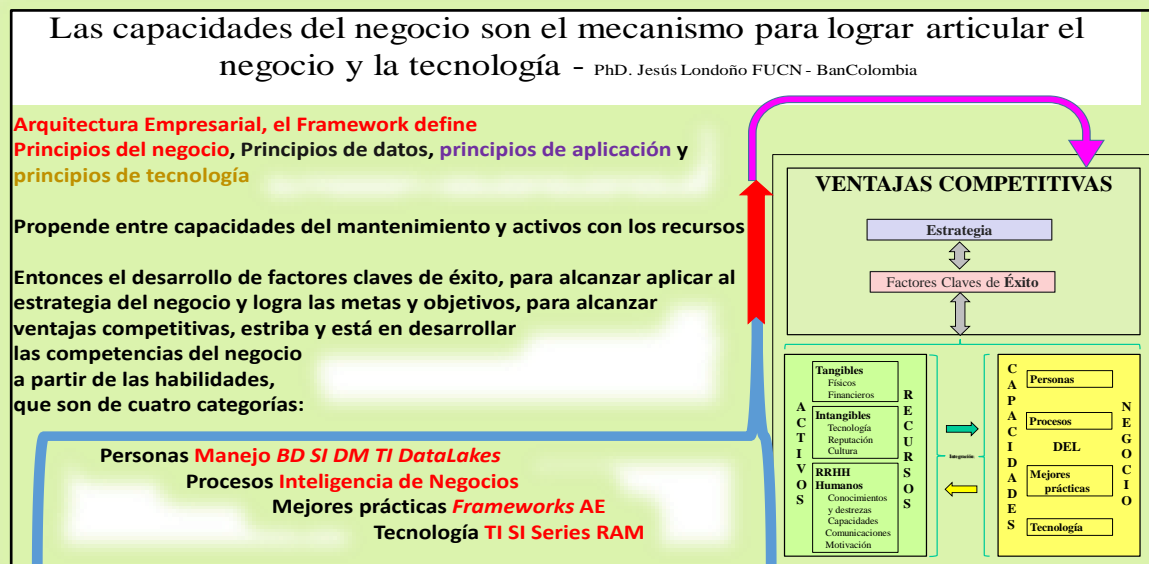
la esencia del proceso aplicado, por eso requiere que la estrategia, que es la guía y el faro de los procesos gerenciales de activos, se nutra de estrategias derivadas, no del verbo, sino de técnicas numéricas y matemáticas, confiables que permitan maximizar su eficiencia operacional y su rendimiento financiero, a partir de interpretación analítica de estados futuros, basados en curvas de confiabilidad de mantenimiento y operación, obtenidas con procesos de predicción de Weibull y de otras técnicas, que permitan de antemano aplicar las mejores estrategias en los activos.

Conceptos y tendencia mundiales de vanguardia de *AE* y *FRAMEWORK* impactando a activos y a mantenimiento.

Las capacidades organizacionales permiten traducir las estrategias en acciones (mantenimiento es una capacidad y los activos son los recursos).

Es a partir de estos supuestos que las organizaciones comienzan a adoptar una formulación y orientación de la estrategia fundamentada más en los aspectos internos (los cuales puede controlar), que en los externos (Prahalad & Hamel, 1990).

Ilustración 44 - *FRAMEWORK* Capacidad Negocio & Recursos



Fuente (Londoño, 2020) (Carhuarica & Gonzales Caporal , 2017) (Grant, 2016)

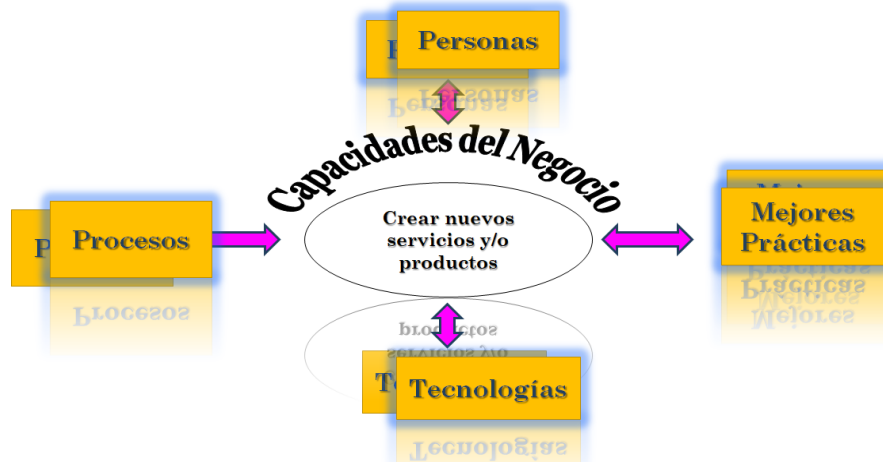
La función de mantenimiento y operación es netamente de orden gerencial y operativo, donde el *management* (traducción de gestión, administración o gerencia) es la esencia del proceso aplicado, por eso requiere que la estrategia, que es la guía y faro de los procesos gerenciales de activos, se nutra de estrategias derivadas, no del verbo, sino de técnicas numéricas y matemáticas, confiables que permitan maximizar su eficiencia operacional y su rendimiento financiero.

Loa anterior, a partir de la interpretación analítica de estados futuros, basados en curvas de confiabilidad de mantenimiento y operación, obtenidas con procesos de predicción de Weibull y de otras técnicas, que permitan de antemano aplicar las mejores estrategias en los activos, a partir de la prescripción, de la predicción y de *Cognitive analytics* aplicado a *Maintenance Indicators KPI*.

Conceptos y tendencia mundiales de vanguardia de *AE* y *FRAMEWORK* están impactando fuertemente a activos y a mantenimiento.

Las capacidades organizacionales permiten traducir las estrategias en acciones (mantenimiento es una capacidad y los activos son los recursos). Es a partir de estos supuestos que las organizaciones comienzan a adoptar una formulación y orientación de la estrategia fundamentada más en los aspectos internos (los cuales puede controlar), que en los externos (Prahalad & Hamel, 1990).

Ilustración 45 - Capacidades del negocio



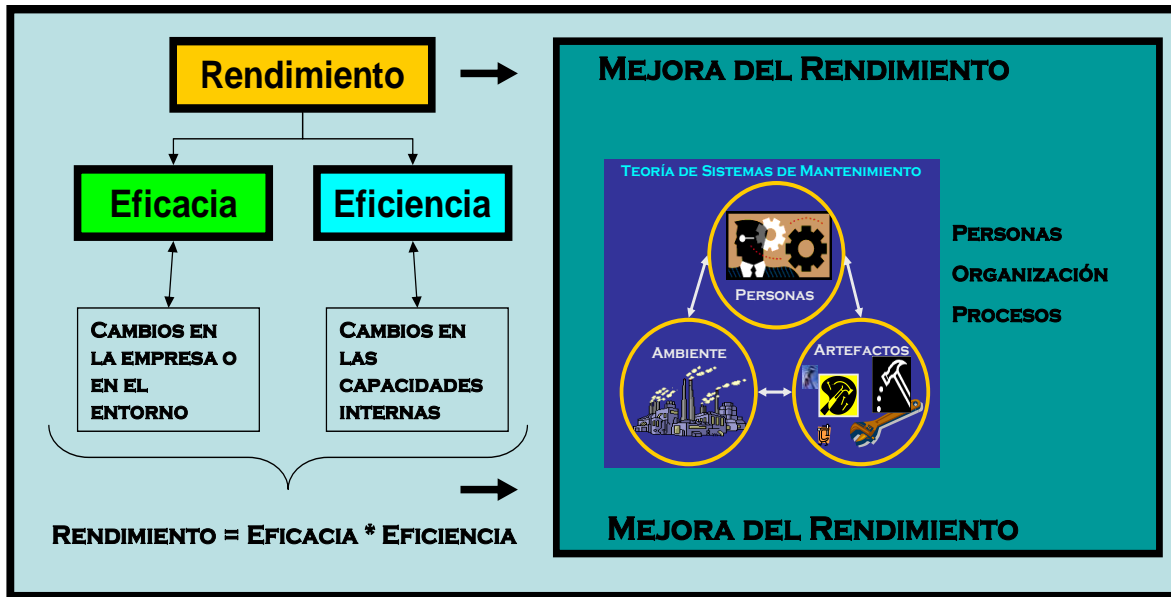
Fuente (Grant, 2016)

Mantenimiento es una capacidad gerencial y estratégica del negocio, se le considera un recurso nuclear de la competitividad y del éxito empresarial, apalancada en los recursos (Activos) para lograr implementar su estrategia y conseguir ventajas competitivas.

Mantenimiento es una habilidad del Negocio a diferencia de los Activos que son recursos de la empresa, la secuencia lógica es que con los recursos o los activos se realiza el *Cord* de Mantenimiento (del negocio). Así se sintetiza que la variable independiente es Activos y la dependiente es Mantenimiento, la cual es una habilidad del Negocio (véase Ilustración 30 - Enfoque moderno *Cord* Mantenimiento y activos).

Hasta este punto, la teoría de los recursos representa una vertiente estática, expuesta por Penrose (1959) y Andrews (1987) citados por Grant (Grant, 2016), diferente de la teoría de las capacidades, la cual presenta una perspectiva dinámica, puesto que genera la unión entre recursos y rutinas organizativas que indican lo que la empresa es o puede llegar a ser (Schmarzo, 2014).

Ilustración 46 - Eficiencia & Eficacia - Efectividad



Fuente (Barriger, 1997)

Le eficiencia de Barringer o el *OOE* de efectividad es sin duda el indicador prioritario en una organización para lograr una mejora en los procesos, personas, mejores prácticas y en la tecnología y en las actividades (estas se logran con los activos) de mantenimiento, es por ello que el proyecto enfatiza en el cálculo de los valores e indicadores basados en lineamientos de avanzada, fundamentados en el nuevo enfoque de arquitectura empresarial FRAMEWORK (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020).

2.1.4 TOGAF ORACLE- Arquitectura Empresarial AE

La Empresa Sociedad Portuaria Palermo COREMAR - Sitio Nuevo- Departamento del Magdalena - Sector Caribe Colombia, Magdalena, posee ORACLE y su TOGAF en plena constitución y desarrollo, de ahí su potencialidad para usarlo en los *Maintenance Dashboard KPIs*.

COREMAR Palermo es una empresa demasiado joven, apenas está recién cumplida, en sus diez primeros años, tiene un factor clave de éxito relevante sobresaliente y es su influencia en el sector de transporte pluvial (fluvial) y marítimo de Colombia y de las aguas del Mar Caribe en toda Centro América y de la Cuenca del

Pacífico sudamericana, posee un potencial económico real impresionante y un porvenir, demasiado impactante y fructífero en Colombia, basados en Recursos y activos intangibles de grandes influencias socio políticos en Colombia y Suramérica.

Ilustración 47 - Influencia geopolítica estratégica de COREMAR



Fuente (propia, 2021) (Villamil, 2021) (Palermo Sociedad Portuaria COREMAR Colombia, 2021)

Los principios de arquitectura empresarial que rigen en *BD* y en *BI*, son en sus cuatro categorías: empresariales, de datos de aplicación y tecnológicos. En las cuatro categorías se analizan todos, los 20, donde se enuncian, los siguientes conceptos evaluativos y de su estado del arte actual en COREMAR.

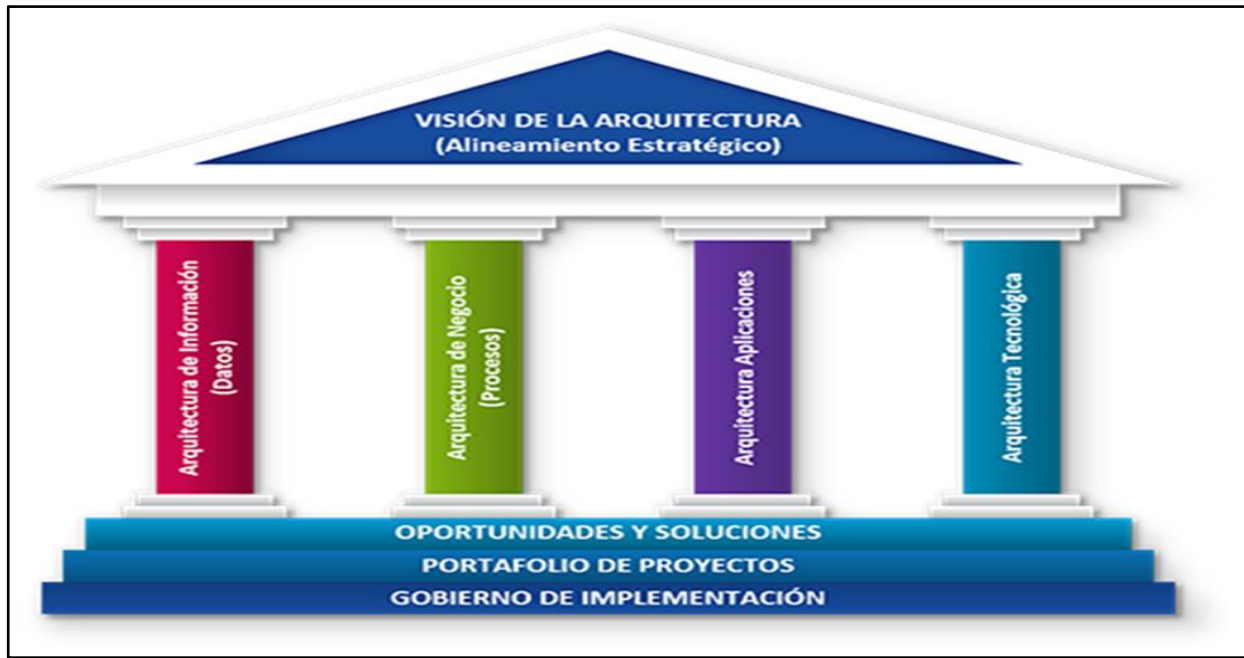
Los principios empresariales proporcionan una base para la toma de decisiones en toda una empresa e informan cómo la organización establece el cumplimiento de su misión. Tales principios a nivel empresarial se encuentran comúnmente en organizaciones gubernamentales y sin fines de lucro, pero también se encuentran en organizaciones comerciales, como un medio para armonizar la toma de decisiones en una organización distribuida.

En particular, son un elemento clave en una estrategia de gobernanza de la arquitectura exitosa.

Los principios de la tecnología de la información (TI) proporcionan orientación sobre el uso y la implementación de todos los recursos y activos de TI en toda la empresa. Se desarrollan para que el entorno de información sea lo más productivo y rentable posible.


Los principios de arquitectura son un subconjunto de principios de TI que se relacionan con el trabajo de arquitectura. Reflejan un nivel de consenso en toda la empresa y encarnan el espíritu y el pensamiento de la arquitectura empresarial.

Ilustración 48 - Elementos estratégicos de la AE FRAMEWORK



Estado actual de las funciones de Gobierno en SI en COREMAR


- Las funciones no se cumplen a cabalidad, no hay políticas masivas y generales o particulares en demasía, ni estándares claros, ni cobijan estas todas las áreas, ni todos los procesos. ↔
- Al no haber muchas políticas, no hay monitoreo de estas. ↔
- Si se valoran los activos de información. ↔
- No hay solución gerencial ni de lata gerencia en los problemas de datos, información, análisis y predicción, son esfuerzo aislados. ↔
- Los proyectos se manejan en muchas decisiones y divisiones en COREMAR. ↔



CATÓLICA DEL NORTE
Fundación Universitaria
Pioneros en educación virtual

Funciones del Gobierno de Datos

- Definir, aprobar y comunicar estrategias, políticas, estándares, arquitecturas y procedimientos relacionados con datos.
- Monitorear y asegurar el cumplimiento de las políticas, estándares, arquitecturas y procedimientos relacionados con datos.
- Entender y promover el valor de los datos como activos.
- Administrar y resolver los problemas relacionados con datos.
- Patrocinar, monitorear y supervisar la entrega de servicios y proyectos relacionados con la gestión de datos.



GOBIERNO DE DATOS

Columnas: DATOS COLABORATIVOS, DATOS REFERENCIALES, DATOS TRANSACCIONALES, DATOS ANALÍTICOS, DATOS GERENCIALES

GESTIÓN DE DATOS

DGI Data Governance Framework

Fuente (Arango, Martín Darío - Serna; Londoño, Jorge Enrique - Salazar; Álvarez, Karla Cristina - Uribe, 2012) (Benítez, 2016)

Los principios de aplicación son estructuralmente importantes, porque definen la forma en que se seleccionan y definen el éxito de la integralidad de TI de la empresa.

Ilustración 49 - Principios que rigen la arquitectura empresarial

PRINCIPIOS DE ARQUITECTURA			
P R I N C I P I O S	EMPRESARIALES	Principio 1	Primacía de principios
		Principio 2	Maximizar el beneficio para la empresa
		Principio 3	La gestión de la información es asunto de todos
		Principio 4	Continuidad del negocio
		Principio 5	Aplicaciones de uso común
		Principio 6	Cumplimiento de la ley
		Principio 7	Responsabilidad de TI
		Principio 8	Protección de propiedad intelectual
	DE DATOS	Principio 9	Los datos son un activo
		Principio 10	Los datos son compartidos
		Principio 11	Los datos son accesibles
		Principio 12	Administrador de datos
		Principio 13	Vocabulario común y definiciones de datos
		Principio 14	Seguridad de datos
	DE APLICACIÓN	Principio 15	Independencia tecnológica
		Principio 16	Facilidad de uso
	TECNOLÓGICOS	Principio 17	Cambio basado en requisitos
		Principio 18	Gestión de cambio sensible
		Principio 19	Controlar la diversidad técnica
		Principio 20	Interoperabilidad

Fuente (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020) (Brikmann, 2021)

En cuanto a los empresarial, se analiza lo siguiente:

1 - Primacía de los principios, la empresa a pesar de su juventud, de forma acuciosa tiene un equipo de divulgación ética y propedéutica, donde incursiona en todas las áreas, procesos y personas la necesidad de seguir los principios de una estructura organizacional única y propia en el sentido, de que está creando un holding colombiano latinoamericano que ha de proseguir su propia iniciativa y liderazgo, más aún cuando compite con grupos transnacionales muy fuertes como ARGOS COMPAS CCTO, muchos puertos privados en los dos océanos y diversas Sociedades Portuarias Regionales, procura en general crear la condiciones para que existan unos principios de FRAMEWORK y de arquitectura empresarial que puedan prosperar y ser sostenibles en el tiempo, es importante recordar que la empresa es muy nueva en el tema y apenas da sus primeros pininos.

2 - Beneficios económicos y sociales, la empresa COREMAR en esto si la tiene muy clara, tiene sistemas tecnológicos que permiten costear y definir utilidades en tiempo

real, todos los proyectos que genera, que son innumerables en sus diferentes empresas de almacenamiento, transporte, carga y descarga, remolcadores, buques y demás se rigen estrictamente por unos valores mínimos del *EBITDA*⁴⁵ (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*), si estos no se cumplen, se analizan y no se procede a su ejecución o se desarrollan planes de reorientación de dichos proyectos, para que cumplan con los *EBITDA*s propuestos.

En COREMAR es un indicador fundamental de *Maintenance's KPI Indicators*.

3 - Gestión de información, es el área de *procurement* la encargada de patrocinar el liderazgo hacia el cambio, se están desarrollando planes de integración de información, de que haya un protocolo y comunicación ágil entre todos los sistemas manuales o automáticos que generan información, hay unos procesos que pretenden simplificar, automatizar e informatizar el trasiego y la administración, el uso y el análisis de la información.

4 - Continuidad del negocio, esta área no sobresale ni se distingue la compañía, ella ha sido absorbida más por las necesidades de crecimiento y estructuración, que por sus necesidades de que haya una trazabilidad lógica en su negocio, incursiona a veces en áreas que no presentan una adecuada continuidad del negocio y debe esforzarse en esto, para poder hacer la alienación empresarial o del negocio en todo su portafolio de negocios y servicios portuarios que ofrece.

5 - Aplicaciones de uso común, no en esta área no gana el examen, se requiere demasiado trabajo en este campo, ya que existen diferentes plataformas informáticas, predominando *ORACLE*, pero se tiene diversos programas informáticos sencillos de poca envergadura y con serias limitantes de beneficios, es necesario que trabaje de inmediato en este campo, para que se logre la integralidad horizontal e todos las dependencias, procesos y personas, en un solo sistema informático del negocio o al menos que integre las necesidades globales y específicas, se recalca que la empresa es muy joven.

6 - Cumplimiento de la ley, sí, en esto la empresa es muy seria y concurrente, se obliga a que todas sus transacciones y operacionales nacionales e internacionales se enmarquen en las leyes, *NIC*, *NIIF*, convenios *TLCs* y demás artículos del comercio

⁴⁵ El *EBITDA* es uno de los indicadores financieros más conocidos, e imprescindible en cualquier análisis fundamental de una empresa. Sus siglas representan, en inglés, las ganancias antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*), o lo que es lo mismo, representa el beneficio bruto de explotación calculado antes de la deducibilidad de los gastos financieros.

El *EBITDA*, aunque no forma parte del estado de resultados de una compañía, está muy relacionado con él. Constituye un indicador aproximado de la capacidad de una empresa para generar beneficios considerando únicamente su actividad productiva, eliminando de esta manera, la subjetividad de las dotaciones, el efecto del endeudamiento o la variabilidad o arbitrio del legislador de turno en materia impositiva.

internacional. COREMAR posee zona franca propia y eso la obliga a estar en el marco legal internacional referente.

7 - Responsabilidad del TI y 8 - Protección Patentes Intelectualidad, no, en esto es la empresa tiene una falencia total, apenas está constituyendo un área de arquitectura *FRAMEWORK* y este tópico aún está en pañales en la empresa. No está bien en estos dos puntos empresariales, aún las áreas apenas conversan para unificar objetivos TI del negocio y no se hace nada en Protección, a pesar de ya poder patentar hechos, dimensiones y procesos portuarios investigados y desarrollados por ellos, su área I + D + i + d es sólida pero muy joven, más aún en tecnologías donde se perfila muy bien, pero está aún en proceso de consolidación.

El análisis específico de los principios de datos en COREMAR, arroja un buen balance y especial un gran futuro de corto y mediano plazo.

9 - Los datos son activos, si esto aún no hace eco en la empresa, solo se sabe que los datos y la información es importante, pero no se le llega a categorizar dentro de activos y no entra en el área aún de activos o recursos intangibles, de gestión de activos, los activos que se gestan son todos tangibles y un gran porcentaje pertenecen solo a operación, no necesariamente al negocio o a la estructura organizacional.

Es imprescindible involucrar data de mantenimiento para convertirla en sabiduría.

10 - Los datos son compartidos y 11 Los datos son accesibles, no va bien en estos numerales, cada uno maneja lo suyo por aparte y no hay autopistas de información que den fácil acceso a la obtención de datos de otras áreas, menos aún muchos de los softwares que usan, no conversan entre ellos y no todos tienen protocolos de comunicación con el sistema central ORACLE.

12 - Administrador de datos, no existe una división o departamento muy claro, encargado de ello, ni hay procesos muy definidos que sean integrales y globales o específicos, que procuren la seguridad de datos, ni se reconocen cargos ni personas al respecto, están atomizadas estas responsabilidades, se ejecutan desde la Gerencia de TI y sus funcionarios.

13 - Vocabulario común y datos definidos, sí, en esto la empresa avanza a pasos agigantados con una jerga propia de su negocio de servicios portuarios, de sus datos y de sus operaciones e ingeniería básica y crucial, sus recursos nucleares y operativos manejan términos propios del sector y específicos de Sitio Nuevo Magdalena, sí, en este punto está demasiado bien.

14 - Seguridad de datos, no, como se esbozó en el punto 11 no hay nada al respecto y si los hubiese, son esfuerzos individuales no muy conectados entre sí, de forma

estratégica, está en construcción una estrategia o lineamientos definidos por parte de COREMAR, para atender este numeral.

Los numerales de principios arquitectónicos, de aplicación en general están adecuadamente bien y en ellos hay mucho potencial de ventajas competitivas, es innovadora en sus aplicaciones y abierta a los desarrollos de TI mundiales.

15 - Independencia tecnológica, sí, en esto si la empresa es líder y tiene factores claves de éxito en la organización como en mantenimiento y en gestión de activos, es pionera, líder consolidada y una fortaleza impresionante en sus logros y obtención de recursos y habilidades en este campo, últimamente incursionó en *forecast* de rutas, barcos, operación e ingeniería, lo que le da ventajas de vanguardia en su sector y en mantenimiento con planes de largo plazo, basados en predicciones y prescripciones.

16 - Facilidad de uso, no, en esto es muy incipiente COREMAR, solo ciertas personas tienen o poseen el conocimiento y las habilidades para el uso de las aplicaciones, es importante masificar los conocimientos de las diferentes aplicaciones y sobre todo definir cuales quedan en el largo plazo, para hacer un plan de entrenamiento al respecto.

En cuanto a los principios tecnológicos, COREMAR tiene niveles aceptables, que se detallan en los próximos párrafos.

17 - Cambio basado en requisitos, sí, de manera importante se reconoce las necesidades del cliente y del negocio para mantener su posición ya consagrada de liderazgo y de ser pioneros en la operación y demás servicios portuarios que brindan, si se hacen esfuerzos congruentes en este campo.

18 - Gestión de cambio sensibilidad, sí está bien, se podría generalizar que existe sensibilidad a usar tecnologías de punta y de vanguardia, para satisfacer necesidades futuras del cliente, propias de mantenimiento y del negocio.

19 - Control de la diversidad técnica y tecnológica y de los TI o de los SI. No hay ningún avance significativo, en la diversidad técnica de las aplicaciones, ni de las tecnologías que se usan, está en proceso de constituir una política con integralidad y por ende la estrategia del negocio en este sentido, está en desarrollo, va bien, pero está en proceso.

Ilustración 50 - Valoración TOGAF Principios Arquitectura COREMAR

C O R E M A R Palermo Sociedad Portuaria Colombia - Principios de Arquitectura Empresarial		Grado de aplicación, implementación y avance en el tópico						
PRINCIPIOS DE ARQUITECTURA		Alta	Buena	Media	Poca	Insuficiente	Nada	
P R I N C I P I O S	EMPRESARIALES	Principio 1	Primacía de principios		X			
		Principio 2	Maximizar el beneficio para la empresa	X				
		Principio 3	La gestión de la información es asunto de todos			X		
		Principio 4	Continuidad del negocio				X	
		Principio 5	Aplicaciones de uso común					X
		Principio 6	Cumplimiento de la ley	X				
		Principio 7	Responsabilidad de TI			X		
		Principio 8	Protección de propiedad intelectual				X	
	DE DATOS	Principio 9	Los datos son un activo		X			
		Principio 10	Los datos son compartidos			X		
		Principio 11	Los datos son accesibles			X		
		Principio 12	Administrador de datos				X	
		Principio 13	Vocabulario común y definiciones de datos	X				
		Principio 14	Seguridad de datos					X
	DE APLICACIÓN	Principio 15	Independencia tecnológica	X				
		Principio 16	Facilidad de uso				X	
	TECNOLÓGICOS	Principio 17	Cambio basado en requisitos		X			
		Principio 18	Gestión de cambio sensible	X				
		Principio 19	Controlar la diversidad técnica					X
		Principio 20	Interoperabilidad		X			
Calificación cualitativa media		61.10%						

Fuente (Bravo, 2009) (Propia, Big Data, 2021) (Villamil, 2021)

20 - Interoperabilidad, aún no está totalmente definida, está en proceso de construcción, van bien pero están solo en el inicio en este punto según, lo taxativo de la siguiente definición del Ministerio TIC Colombia, es la guía de evaluación.

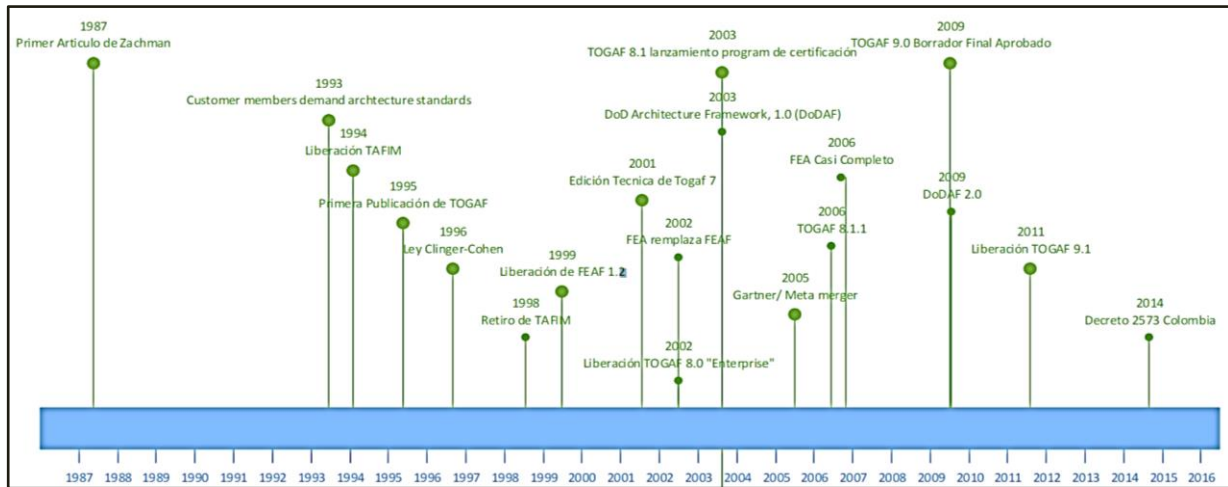
MINTIC Colombia, enuncia, que Marco de Interoperabilidad, es:

Es “la capacidad de las organizaciones para intercambiar información y conocimiento en el marco de sus procesos de negocio para interactuar hacia objetivos mutuamente beneficiosos, con el propósito de facilitar la entrega de servicios digitales a ciudadanos, empresas y a otras entidades, mediante el intercambio de datos entre sus sistemas TIC”. Esta es la definición de Interoperabilidad acogida para el Gobierno Digital.

En este sentido el Marco de Interoperabilidad es el enfoque común para la prestación de servicios de intercambio de información de manera interoperable. Este marco define el conjunto de principios, recomendaciones y lineamientos que orientan los esfuerzos políticos y legales, organizacionales, semánticos y técnicos de las entidades con el fin de facilitar el intercambio seguro y eficiente de información.

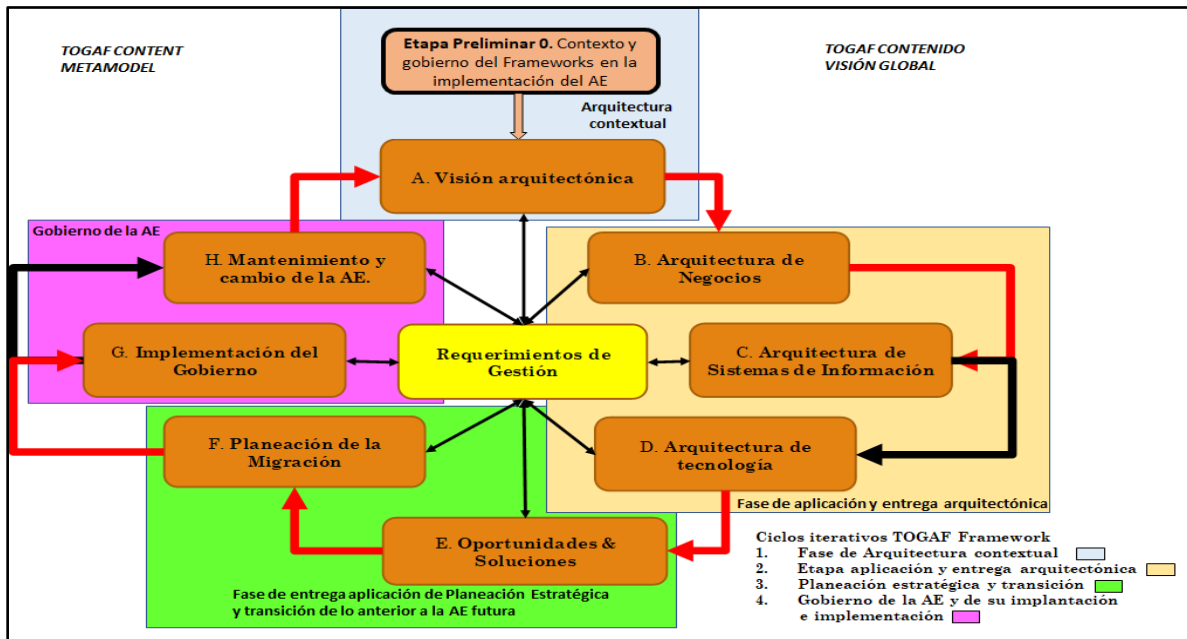
El *Schedule* usado por TOGAF de cada principio, se considera muy avanzado para el actual estado del arte de COREMAR, más en una faceta más adelante se podría aplicar, en los momentos se considera muy incipiente para usarlo con beneficio.

Ilustración 51 - Línea de tiempo de la Arquitectura Empresarial



Fuente (Benítez, 2016)

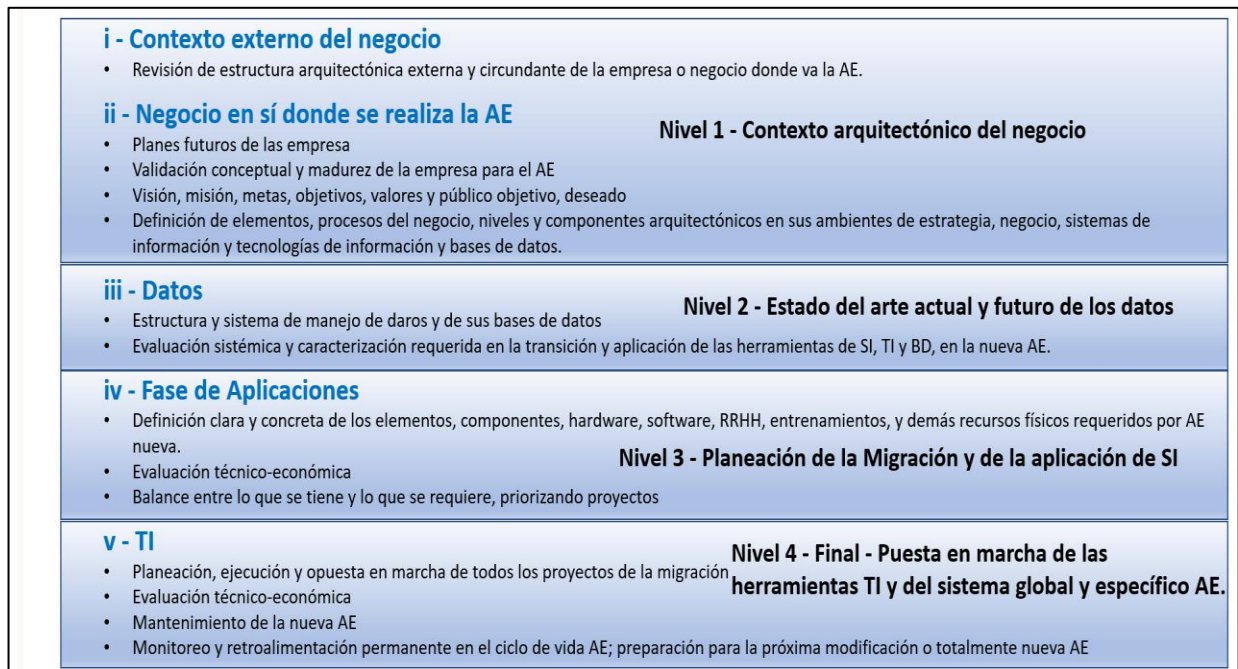
Ilustración 52 - TOGAF ORACLE COREMAR



Fuente (Gonzales, 2003) (Cruz, 2015)

Las diferentes fases en que se alcanza el proceso dinámico del FRAMEWORK, en COREMAR, está supeditado a sus desarrollos, en etapas.

Ilustración 53 - AE Modelos *FRAMEWORK* Mantenimiento COREMAR



Fuente (Arango, Martín Darío - Serna; Londoño, Jorge Enrique - Salazar; Álvarez, Karla Cristina - Uribe, 2012) (Benítez, 2016)

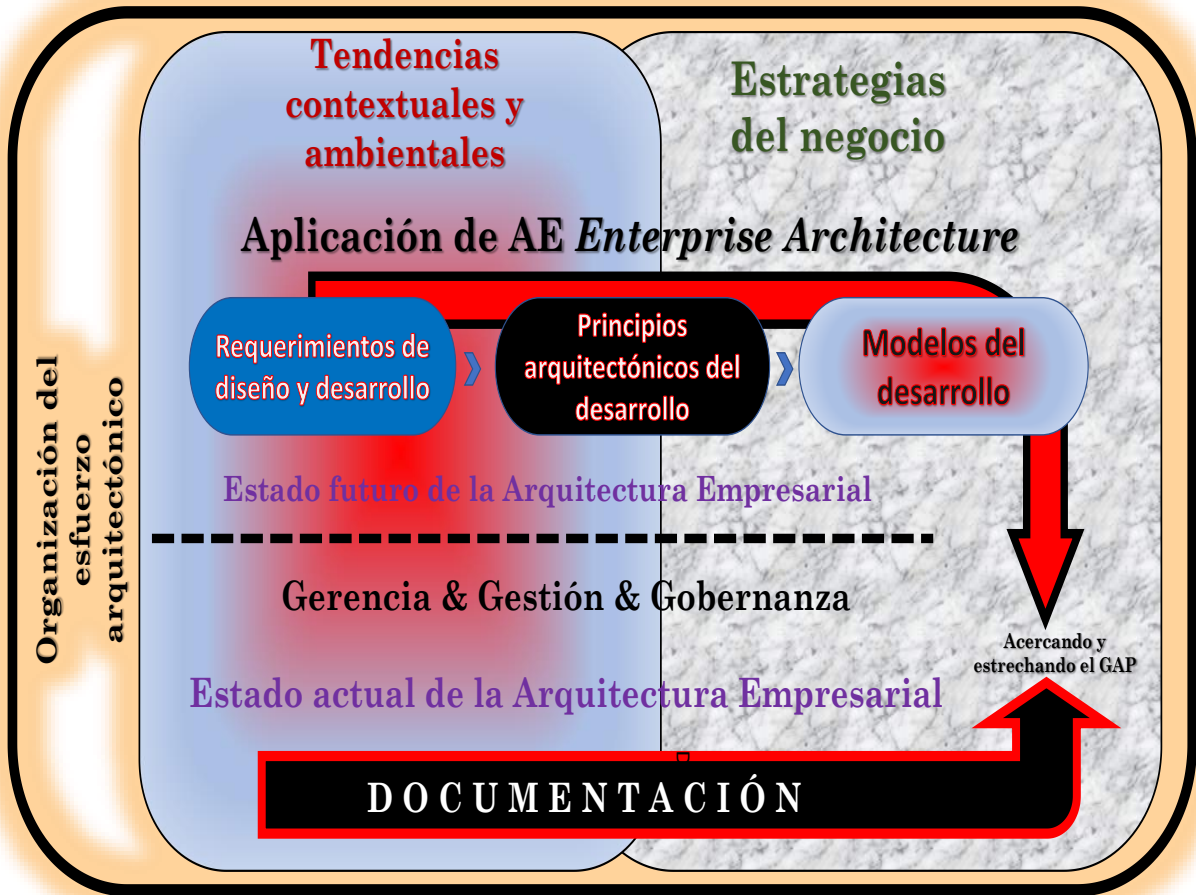
El análisis de datos con *BD*, es la herramienta recurso nuclear de *BI & IN*, que permite hacer lo que se desee con los datos, para alcanzar cualquier nivel gerencial y estratégico (IICSBigData@, 2016).

Otra característica muy importante es que con *BD* no se requieren múltiples herramientas o plataformas informáticas, todo se unifica, para generar de manera útil y como una gran ventaja competitiva la correlación de datos y el patroneo de los mismos (Whorf, Language, Thought and reality: selected writings of B.L. Whorf – John Carroll, Ed. John Wiley & Sons, 1953) (Uexcüll, 1920), que permiten encontrar características no visibles al humano, lo cual es una de las ventajas competitivas del *BD*, para tomar decisiones más certeras y efectivas en menor tiempo, con mejores análisis y más profundos (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994) (Lynch, Diezemann, Dowling, & O'Gorman, 2004) (Logicalis, 2014).

2.1.4.1 Evolución de madurez de la Arquitectura Empresarial COREMAR

La Arquitectura Empresarial - *Enterprise Architecture* - es cada vez más reconocida y aceptada como una metodología de avanzada, para planear estrategias, procesos, información, sistemas, capacidades, recursos, tecnología y gerencia, y la forma como estos elementos se entrecruzan y trabajan juntos, para alcanzar factores claves de éxitos y estrategias y por ende ventajas competitivas.

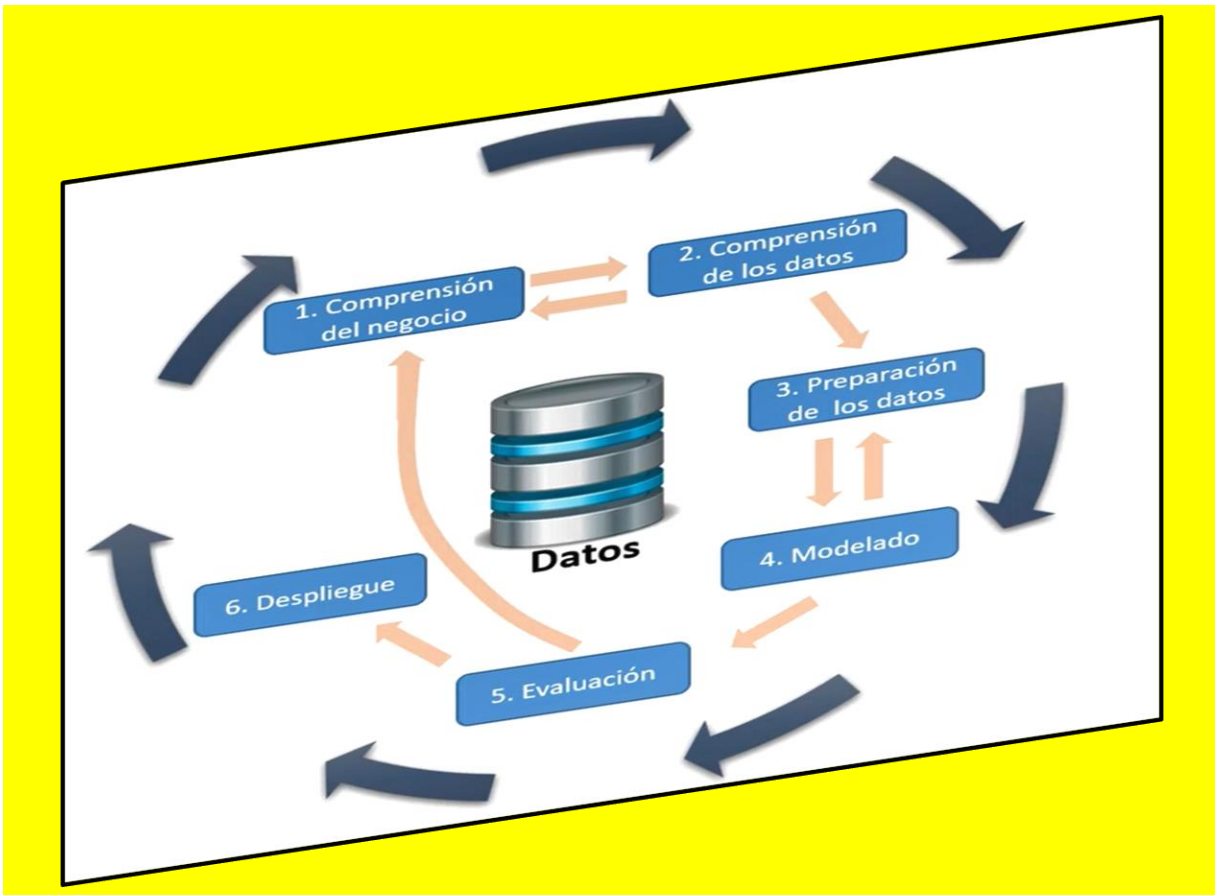
Ilustración 54 - Elementos del AE *Enterprise Architecture* de Gartner



Fuente (Granja & Vallejo C., 2015)

Los tiempos modernos exigen herramientas de avanzada, de manejo científico de administración, interpretación, análisis y predicción de datos (grandes volúmenes de datos *FRAM Financially Reliability Availability Maintainability*) para generar estrategias y acciones exitosas que permitan maximizar la efectividad operacional y el rendimiento financiero de los activos, a lo cual se esboza esta investigación de aproximadamente seis años, con su innovación, desarrollo metodológico y aplicaciones empresariales e industriales, donde se usan técnicas modernas de análisis y aplicación de la metodología integral y específica Waloddi Weibull, a operación y mantenimiento, basada en desarrollos matemáticos, estadísticos y financieros de última generación; que garanticen la creación de estrategias, acciones claves y procesos confiables en la gerencia y operación de activos (Carhuarica & Gonzales Caporal , 2017) (Gasca, Camargo, & Medina, Confiabilidad mantenimiento, 2017).

Ilustración 55 - Evolución natural empresarial procesos Data en BI

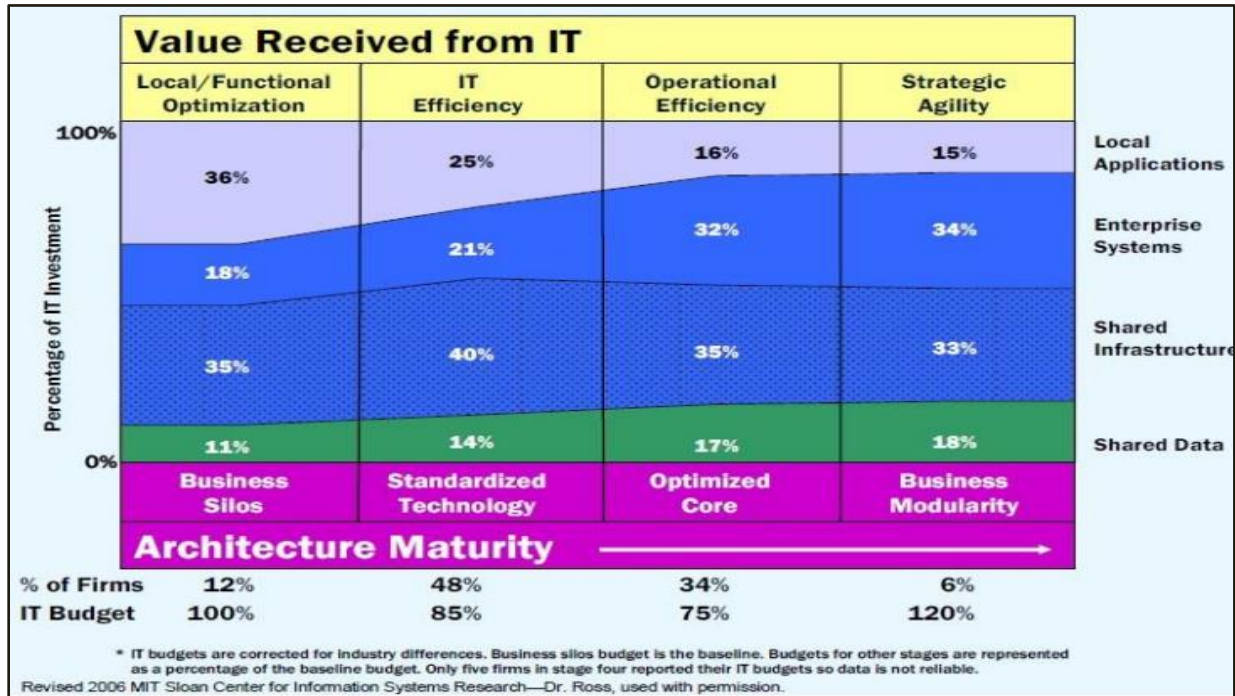


DASHBOARDS - Influencia de la Data , del BI and the BD en Mantenimiento y en Gestión de Activos

- Exportación de la Información a Strategic Management Reports and Dashboards
- Extraction, Transformation and Loading Processes
Procesos de Extracción, Transformación y Carga - ETL
- Arquitectura y modelamiento dimensional de datos
- Análisis de requerimientos
- Planeando las iniciativas del negocio

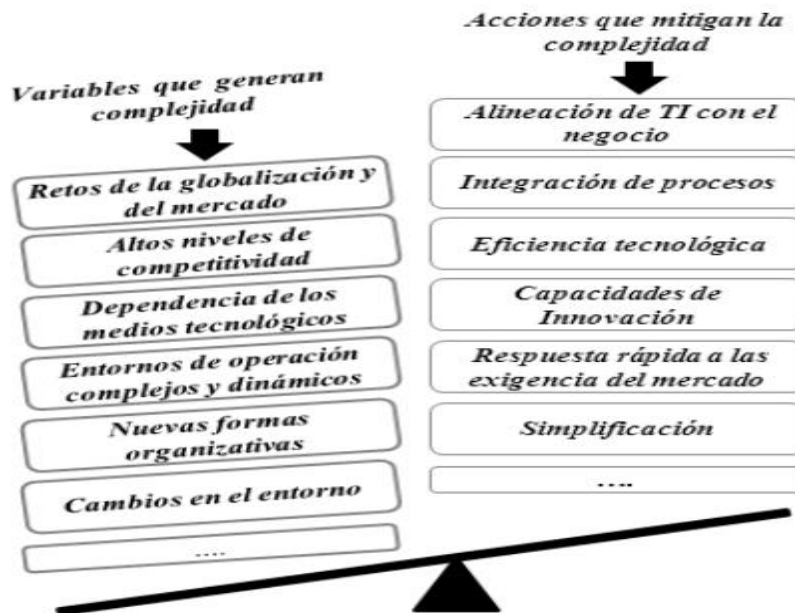
Fuente (Diez, Marangé, & Levrat, 2016) (González R. H.-G., Mantenimiento, 2016) (Gonzales, 2003) (Grant, 2016)

Ilustración 56 - Estados factibles de madurez AE valores



Fuente (Ross, Weill, & Robertson, 2006)

Ilustración 57 - Administración de la complejidad de los FRAMEWORK



Fuente (Londoño, 2020) (Granja & Vallejo C., 2015) (Grant, 2016) (Granja & Vallejo C., 2015)

El nivel de madurez de las empresas en cuanto a su Arquitectura Empresarial, se puede medir con diferentes escalas, se propone la siguiente para hacer la evaluación pormenorizada, por ítem y por nivel.

1. Nivel 1 (Inicial): implica el desarrollo de un proceso informal de arquitectura caracterizada por la implementación de las primeras iniciativas, la alineación inicial con la estrategia del negocio y la ausencia de un modelo de gobierno para la arquitectura.
2. Nivel 2 (En Desarrollo): proceso de arquitectura en desarrollo donde interviene la definición de una arquitectura objetivo, adopción de estándares y mayor alineación con los componentes estratégicos.
3. Nivel 3 (Definida): arquitectura definida, definición clara de responsabilidades y definición completa del modelo técnico de referencia.
4. Nivel 4 (Administrado): proceso de arquitectura incorporado a la cultura organizacional, con métricas de calidad, ciclos regulares de actualización de la arquitectura, participación en la definición de la arquitectura, y modelo de gobierno adoptado completamente.
5. Nivel 5 (Optimizada): mejoramiento continuo del proceso de arquitectura caracterizado por la definición e implementación de estándares, realimentación de las áreas de la organización para la mejora de la arquitectura, empleado para la toma de decisiones a cualquier nivel y todos los componentes organizacionales alineados con los planteamientos de la arquitectura objetivo.

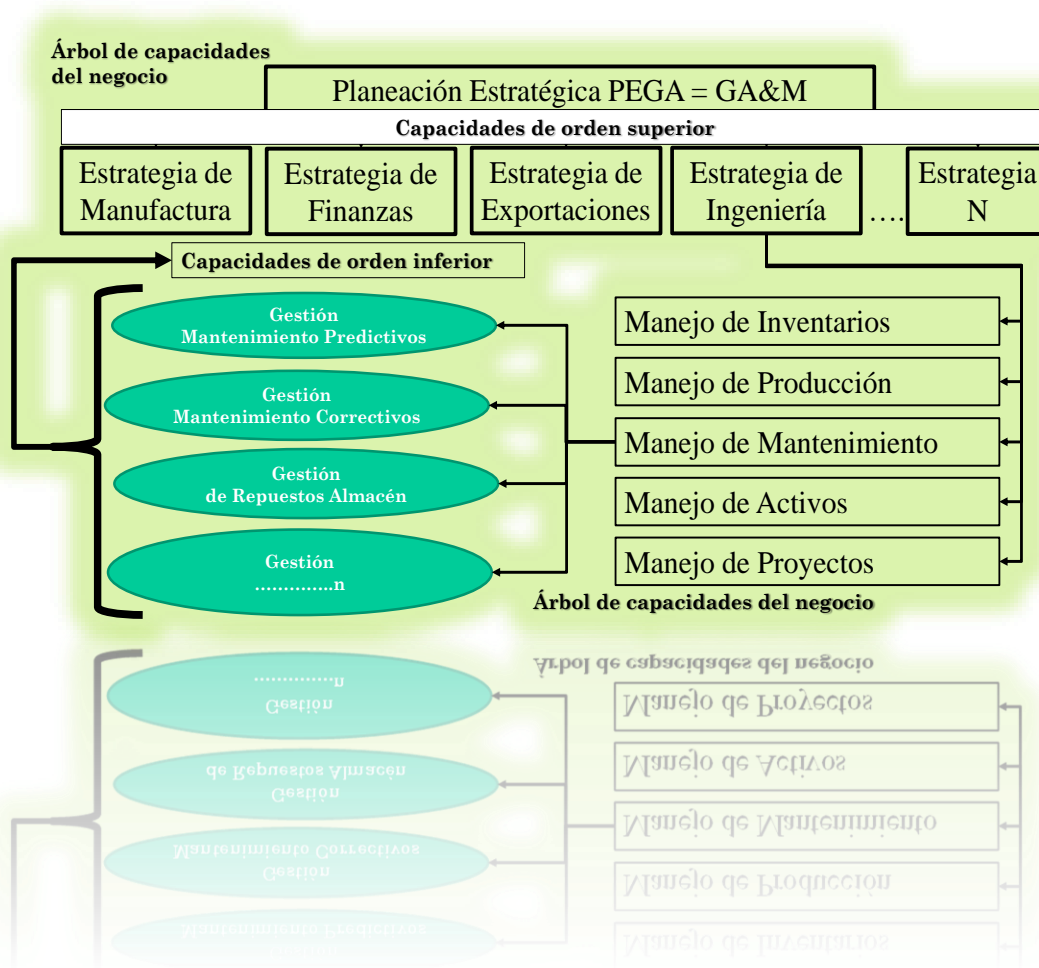
Se puede afirmar, que las capacidades se dan entre el negocio y TI, a través de este enfoque el modelo de gestión de TI permite la prestación de múltiples servicios y automatización de los procesos de la organización, más que los recursos, bajo un modelo *FRAMEWORK* basado en capacidades; lo cual le permite al TI con AE, a desarrollar dos habilidades: manejar el negocio de una forma integral articulada que genera valor y dos, permite que los concepto de habilidades se transformen fácilmente en elementos conceptuales o reales de TI avanzada QUE genera competitividad.

El AE, les permite a las empresas:

- Definir el negocio en términos de lo que domina y de lo que se requiere.
- Generar una relación firme entre el negocio y la tecnología.

- Las capacidades se valoran estratégicamente como un potencial de la competitividad.
- Detectar, controlar y proveer mecanismos para asegurar la apropiación de las capacidades que no han sido automatizadas.
- Enfoques futurísticos del negocio a largo plazo, con la estrategia basada en capacidades.

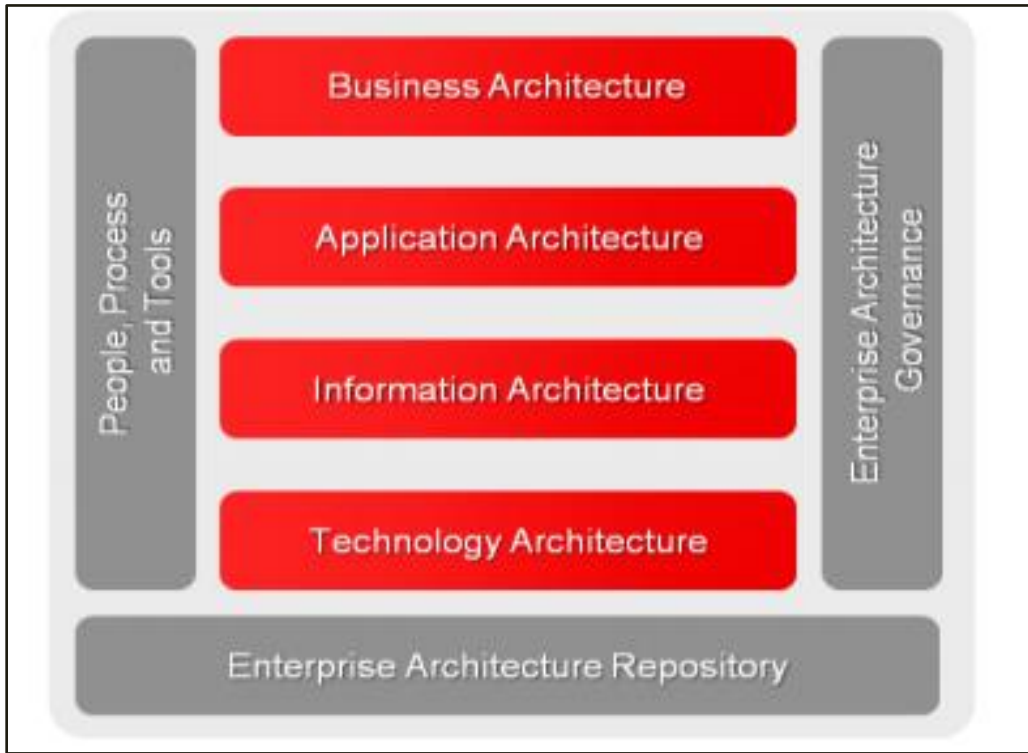
Ilustración 58 - Árbol arquitectónico TOGAF mantenimiento y activos



Fuente (Altmann, 2021) (Benítez, 2016) (Cardona, 2011)

A continuación, se muestra el importante paso de la evaluación de la madurez EA TOGAF COREMAR, la cual es la base de partida para el desarrollo de BI en mantenimiento anidado a ORACLE.

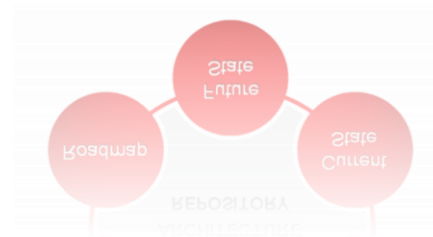
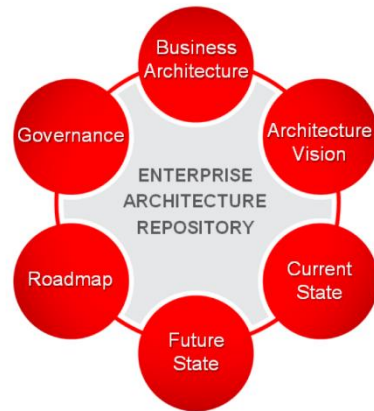
Ilustración 59 - Medición de la madurez AE TOGAF en COREMAR




COREMAR usa ORACLE
Dominios de AI - Reinos de Datos

1. Datos Maestros
2. Datos de Referencia
3. MetaDatos
4. Datos Operacionales
5. Datos Analíticos
6. Datos no Estructurados
7. Big Data

 Enterprise Architecture at Oracle



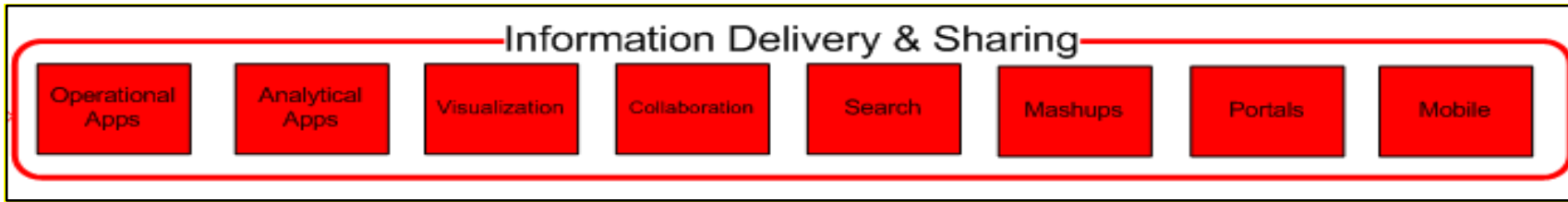
 Enterprise Architecture at Oracle

7. Big Data

6. Datos no Estructurados



I - Enterprise Information Delivery and Sharing - Entrega e intercambio de información empresarial



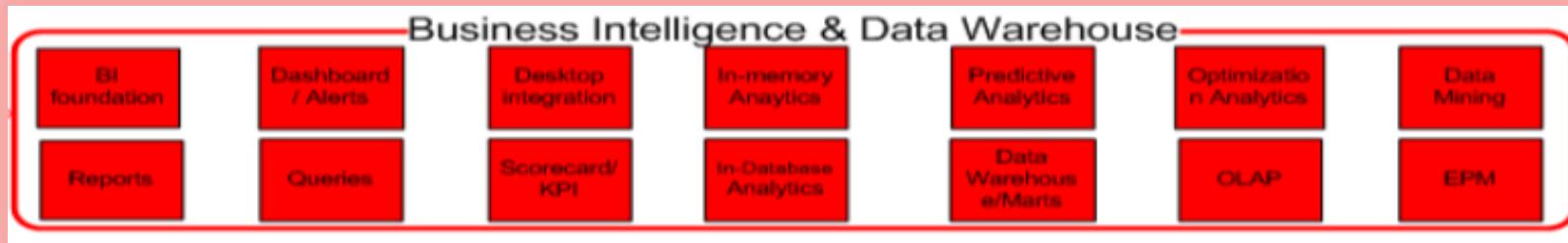
Operational App - Aplicaciones Operacionales	Analytical App - Aplicaciones Analíticas	Visualization - Visualización de la información y Datos	Collaboration - Colaboración
<p>Operational App - Aplicaciones Operacionales 1-1 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: la empresa tiene pocas aplicaciones funcionales.</p> <p>Debilidades: las aplicaciones solo están en pocas Personas y no siempre las que las requieren</p> <p>No Implementadas: hacer estudios de necesidades, masivos en todo su Personal, para implementar las Apps estratégicas</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Analytical App - Aplicaciones Analíticas 1-2 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: la empresa sabe que requiere de buenas herramientas analíticas</p> <p>Debilidades: las aplicaciones analíticas, prácticamente no existen y son esfuerzos puntuales de algunas dependencias</p> <p>No Implementadas: revisar procesos y macroprocesos estratégicos, para determinar las analíticas urgentes y de MP</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Visualization - Visualización de la información y Datos 1-3 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: COREMAR si pone a disposición de quienes lo requieren, la información y la data pertinente.</p> <p>Debilidades: la información que se visualiza, probablemente no toda es en tiempo real ni cumple parámetros de calidad</p> <p>No Implementadas: mirar procesos, actividades y macroprocesos, para definir datos e información a mostrar</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Collaboration - Colaboración 1-4 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: en general la gente es colaboradora y las dependencias entre si se ayudan</p> <p>Debilidades: la efectividad y calidad de los datos e información no es buena, por lo cual se cae la colaboración</p> <p>No Implementadas: hacer mapas estratégicos de los flujos de información requeridos y de las necesidades de colaboración</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>
<p>I - Enterprise Information Delivery and Sharing - Entrega e intercambio de información empresarial</p>			
<p>Mobile Apps - Aplicaciones móviles 1-8 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: no mas algunos funcionarios de muy alta dirección tiene acceso a ello, en campos limitados</p> <p>Debilidades: la empresa no sabe quienes requieren esto, ni para que sirven, ni conoce los beneficios de esto</p> <p>No Implementadas: es urgente poder tener datos, información y procesos masivamente en aplicaciones móviles</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Portal - Portales 1-7 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: la compañía reconoce esta necesidad urgente de tener portales de cada usuario de COREMAR Supply Chain</p> <p>Debilidades: la compañía solo posee algunos portales de buen desarrollo, de tipo financiero y administrativo, no de otros</p> <p>No Implementadas: definir estratégicamente que se requiere desde la alta dirección y montar estos portales requeridos</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Mashups - Capacidad dinámica reuso y compartir Inf. 1-6 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: COREMAR en este campo solo tiene claridad sobre necesidad de trazar, compartir y usar información TI</p> <p>Debilidades: la empresa comparte poca información y se hace como un esfuerzo estratégico de Presidencia</p> <p>No Implementadas: definir estratégicamente TI que se puede compartir, mejorar, transformar para dar valor agregado</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Search - Investigación I+D + i + d 1-5 Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>Fortalezas: COREMAR tiene deseo pero solo investiga nuevos mercados y procesos del negocio</p> <p>Debilidades: la investigación el desarrollo, la innovación y la divulgación aún es pobre e incipiente en general</p> <p>No Implementadas: debe COREMAR masificar investigación, el desarrollo, la innovación y la divulgación en áreas TI</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>

I - Enterprise Information Delivery and Sharing - Entrega e intercambio de información empresarial



I - Enterprise Information Delivery and Sharing - La capacidad del negocio I en TI en COREMAR está en 1.6225 sobre 5, lo que la pone en mal rango y se debe trabajar intensamente

II - Business Intelligence y Data Warehouse - Inteligencia empresarial de Negocios, Almacén y Lagos de datos



II - Business Intelligence y Data Warehouse - Inteligencia empresarial de Negocios, Almacén y Lagos de datos	Maturity Level ORACLE Scale	II - 1	II - 2	II - 3	II - 4	II - 5	II - 6	II - 7	II - 8	II - 9	II - 10	II - 11	II - 12	II - 13	
<p>II - 1 Fundación - Fundamentos conceptuales aplicables</p> <p>Para el caso la empresa reconoce la importancia del BI y sus actividades al interior y a toda su Supply Chain.</p> <p>Existen iniciativas de migración de datos en el sistema ERP o en otros sistemas de información.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Dashboard / Alerts - Tableros estadísticos KPI</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Desktop Integración - Integra datos de fuentes de Software</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>In-memory Analytics - Soluciones complejas escalables</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Data Mining - Minería de datos para casos mediana</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>OLAP On-Line Analytical Processing - Procesos analíticos</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Optimización de Analytics - Optimización de reportes</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Predictive Analytics - Métodos Analíticos Predictivos</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>
<p>II - 2 EPM Enterprise Performance Management - Reportes</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Data Warehouse Mon - Almacén de datos & Big Data</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>In-Database Analytics - Procesos complejos analíticos</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Scorecard - KPI - Indicadores de negocio</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Reports - Reportes de información de alta gerencia</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>	<p>Query - Consultas técnicas</p> <p>Para el caso la empresa cuenta con uno o dos tableros de indicadores de desempeño de alta gerencia.</p> <p>Existen algunos indicadores de negocio de KPI en tableros de dashboard de alto nivel.</p> <p>No se implementa el Data Warehouse.</p>	<p>1 - Inicial</p> <p>2 - Manage</p> <p>3 - Advance</p> <p>4 - Optimize</p> <p>5 - Innovate</p>				

II - Business Intelligence y Data Warehouse - Inteligencia empresarial de Negocios, Almacén y Lagos de datos

5 - Innovate

1 - Initial 4 - Optimize

2 - Manage 3 - Advance

II - Business Intelligence y Data Warehouse - La capacidad del negocio II en TI en COREMAR está en 2.7142, lo que la sitúa en regular posición fácil de superar y requerida urgentemente

III - Data Integration - Integración de datos



<p>ETL / ELT - Extraction Load Transformation III - 1</p> <p>Fortalezas: la compañía procesa, transforma y carga mucha información, se requieren volúmenes importantes BIG DATA</p> <p>Debilidades: no hay procesos claros y suficientes de E T L & E L T irrigados al interior y exterior de Compañía COREMAR</p> <p>No Implementadas: necesario tener depto. que diseñe e implemente metodologías analíticas integrales ETL & ELT</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>DB Replication - Tener información varias bases de datos III - 2</p> <p>Fortalezas: la empresa sabe la necesidad de tener réplicas copias de su información en múltiples Bases de Datos</p> <p>Debilidades: bases de datos actuales no garantizan efectividad y seguridad del sistema en tiempo real, ni calidad</p> <p>No Implementadas: interconectar estratégicamente las bases de datos para que sean veloces, eficientes y carguen rápido</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>CDC ORACLE Changing Data Capture - Cambios Data III - 3</p> <p>Fortalezas: se sabe de lo básicos de control de cambios (operaciones DML) que ocurren y entrega los cambios</p> <p>Debilidades: la captura de cambios no es eficaz, ni rápida, ni veraz, la información no está en tiempo real</p> <p>No Implementadas: analizar integralmente los procesos de cambios y captura de los mismos y la actualización de datos</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Even-Driven - Hechos y cambios basados en eventos III - 4</p> <p>Fortalezas: la compañía tiene claro la necesidad estratégica de actualizar información de hechos y eventos reales</p> <p>Debilidades: los desarrollos tecnológicos para esto en la compañía COREMAR son escasos y pobres</p> <p>No Implementadas: planear sistemas basados en eventos, hechos y en tiempo real de actualización de bases de datos</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>
<p>III - Data Integration - Integración de datos</p>							
<p>Social Media Processing - Divulgar redes sociales III - 8</p> <p>Fortalezas: COREMAR sabe que sus redes sociales internas y externas, deben tener datos actuales y veraces, y es vital esto</p> <p>Debilidades: la compañía no posee buenas redes sociales internas ni externas, es pobre en este campo</p> <p>No Implementadas: es funcional y necesario, poder divulgar su información veraz y actual interna y externamente</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Distributed Data Processing - Procesos distribuidos III - 7</p> <p>Fortalezas: COREMAR conoce la necesidad de tener diversos procesadores, varias BD y los procesos cubiertos</p> <p>Debilidades: la compañía aún no domina todos sus procesos, los procesadores no actúan en forma coordinada ni las BD</p> <p>No Implementadas: necesario potenciar la capacidad de procesamiento y coordinar su actuar con sus diferentes BD</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Message Driven - Mensajes de sucesos o peticiones III - 6</p> <p>Fortalezas: no la información que se solicita a través de mensajes o alertas o noticias del negocio funcionan bien</p> <p>Debilidades: la empresa no es muy ágil en notificaciones y sucesos, se puede mejorar</p> <p>No Implementadas: es importante la necesidad de que los mensajes o solicitudes activen el sistema BD y TI</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>	<p>Real Time - Información y DB en tiempo real III - 5</p> <p>Fortalezas: la compañía sabe de la importancia de tener sus sistemas y bases de datos actualizadas en tiempo real</p> <p>Debilidades: los análisis y las decisiones se ven afectadas, porque la información por lo general no es actualizada</p> <p>No Implementadas: es fundamental acelerar procesos de actualización y mantenimiento información en tiempo actual</p>	<p>Maturity Level ORACLE Scale</p> <p>1 - Initial <input type="checkbox"/></p> <p>2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3 - Advance <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4 - Optimize <input type="checkbox"/></p> <p>5 - Innovate <input type="checkbox"/></p>

III - Data Integration - Integración de datos

III - Data Integration - La capacidad del negocio III en TI en COREMAR está en 1.875, lo que la sitúa en pésima condición en este rubro, urgente mejorar

IV - Content Management - Gestión o Administración de Contenidos



Documents - Documentación	IV - 1	Maturity Level ORACLE Scale	Records / Forms - Formas y Registros	IV - 2	Maturity Level ORACLE Scale	Images - Imágenes	IV - 3	Maturity Level ORACLE Scale
Fortalezas: la organización tiene un manejo informático excelente de la documentación, toda es a tiempo oportuno Debilidades: COREMAR poco o nada falla en la ejecución, búsqueda o almacenamiento y procesamiento de documentos No Implementadas: necesita pequeños ajustes y sostenimiento de los procesos de documentos, está muy bien		1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input checked="" type="checkbox"/>	Fortalezas: tienen perfecto cuidado en el desarrollo de formas, registros y formatos preestablecidos, se cumple bien Debilidades: COREMAR no tiene dificultades TI en este campo, procede bien en gestión formatos, formas y registros No Implementadas: es mantener y cuidar lo bueno que se tiene, que ha sido desarrollado con mucho tenor y cuidado		1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input checked="" type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/>	Fortalezas: la organización maneja este campo de imágenes, fotos y pictures a la perfección, es idónea en este rubro Debilidades: la compañía sostiene el sentimiento de mejorar todos los problemas que surgen en esta área No Implementadas: es simplemente de mantener el excelente nivel que se posee en este ítem de administración documental		1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input checked="" type="checkbox"/>
IV - Content Management - Gestión o Administración de Contenidos								
Fortalezas: se mantienen muy buenos niveles de flujos procesales documentales, a tiempo, organizados y seguros Debilidades: la compañía no presenta muchos inconvenientes en el cumplimiento procesal de flujos información y procesos No Implementadas: mejorar un poco más la automatización de flujos de documentos, datos e información en procesos		1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input checked="" type="checkbox"/> 4 - Optimize <input type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/>	Fortalezas: la empresa invierte muchos recursos en la protección, manejo, edición y conservación de autoría legal Debilidades: la organización muy poco requiere de mejora en este campo, lo hace bien y de forma sostenible y sostenida No Implementadas: es simplemente de soportar los logros altos en este referente de autoría y edición documental		1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input checked="" type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/>	Fortalezas: ORACLE almacena, administra y recupera imágenes, video, objetos y medios heterogéneos muy bien Debilidades: la compañía supo que ORACLE falla muy poco en el aspecto y es capaz de gestar muy bien la multimedia No Implementadas: es desarrollar técnicas de sostener lo que hay y con lo que se cuenta que es casi perfecto		1 - Initial <input type="checkbox"/> 2 - Manage <input type="checkbox"/> 3 - Advance <input type="checkbox"/> 4 - Optimize <input checked="" type="checkbox"/> 5 - Innovate <input type="checkbox"/>
Process - Procesos								

IV - Content Management

- Gestión o Administración de Contenidos - Excelente esta capacidad IV de 4.444

5 - Innovate

1 - Initial

2 - Manage

3 - Advance

4 - Optimize

V - Master Data Management - Gestión y administración de Datos Maestros



V - 1	Hierarchy /Relationship Management - Jerarquización	Maturity Level ORACLE Scale
Fortalezas: la empresa sabe la importancia de las reglas y jerarquía de las relaciones de datos e información		1 - Initial <input type="checkbox"/>
Debilidades: la situación actual es este campo es muy débil pues no se cumplen al 100% las reglas de jerarquización		2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/>
No Implementadas: es necesario que se definan reglas de jerarquización y relaciones de los sistemas y datos procesales		3 - Advance <input type="checkbox"/>
		4 - Optimize <input type="checkbox"/>
		5 - Innovate <input type="checkbox"/>

➔

V - 2	Matching Merging / De-dupe - Fusión Duplicación Mezcla	Maturity Level ORACLE Scale
Fortalezas: en la empresa se procura, el apareamiento de datos, la no duplicación la fusión y limpieza de información		1 - Initial <input type="checkbox"/>
Debilidades: no invierte lo suficiente en estos rubros de manejo óptimo de la información, en sus datos maestros		2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/>
No Implementadas: es bueno definir políticas de reutilización de datos, fusión, reproceso de información y limpieza BD		3 - Advance <input type="checkbox"/>
		4 - Optimize <input type="checkbox"/>
		5 - Innovate <input type="checkbox"/>

V - Master Data Management - Gestión y administración de Datos Maestros

V - 4	MBM Hub - Aposento de la tecnología de Datos Maestro	Maturity Level ORACLE Scale
Fortalezas: COREMAR conoce la importancia y relevancia de tener un sitio céntrico de las tecnologías de datos maestros		1 - Initial <input checked="" type="checkbox"/>
Debilidades: la condición actual es que no se tiene, no se ha trabajado al respecto desde la alta dirección de la compañía		2 - Manage <input type="checkbox"/>
No Implementadas: es imprescindible que la organización establezca un Hub con todos sus accesorios e implicaciones		3 - Advance <input type="checkbox"/>
		4 - Optimize <input type="checkbox"/>
		5 - Innovate <input type="checkbox"/>

➔

V - 3	Policy / Provision - Políticas de provisión	Maturity Level ORACLE Scale
Fortalezas: COREMAR da importancia de requerir respaldos provisiones, políticas proveedores, reglas, normas, etcétera.		1 - Initial <input type="checkbox"/>
Debilidades: es débil en este rubro, los datos no tienen muchas reglas y las provisiones son débiles, no hay políticas		2 - Manage <input checked="" type="checkbox"/>
No Implementadas: es vital definir políticas de provisión y de gerencia de datos y respaldos, e implementarlas pronto		3 - Advance <input type="checkbox"/>
		4 - Optimize <input type="checkbox"/>
		5 - Innovate <input type="checkbox"/>

V - Master Data Management - Gestión y administración de Datos Maestros - Muy débil esta capacidad V de 1.75 crítica

VI - Enterprise Data Model - Modelo y gestión de modelos de datos empresariales de referencia



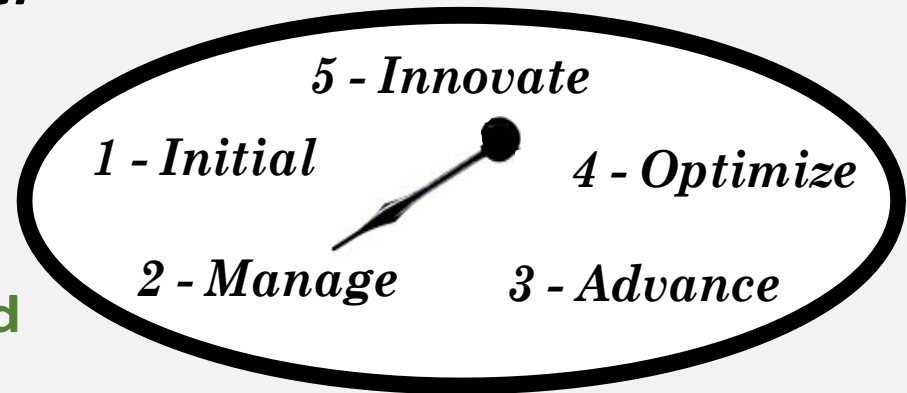
<p>Subject Área Model - Modelos por Áreas u Objetos VI - 1</p> <p>Fortalezas: COREMAR sabe la necesidad de modelar sus necesidades de TI, por áreas y sujetos, personas y proceso</p> <p>Debilidades: la compañía es muy incipiente en este tema, apenas se incursiona algo en ello, n tiene desarrollos</p> <p>No Implementadas: es prioritario modelar los procesos, macroprocesos por área, sujeto u objetos relevantes, urgente</p>	➔	<p>Conceptual Model - Modelo conceptual VI - 2</p> <p>Fortalezas: COREMAR apenas se inicia en la temática de desarrollar científicidad que le permita modelar procesos</p> <p>Debilidades: la organización tiene que trabajar mucho en la conceptualización y desarrollos de sus modelos procesales TI</p> <p>No Implementadas: es fundamental que conceptualice y desarrolle modelos con alta científicidad para que sirvan</p>	➔	<p>Logical Model - Modelación Lógica Relacional VI - 3</p> <p>Fortalezas: la empresa tiene modelos lógicos empíricos desactualizados y no efectivos, sabe que requiere cambio</p> <p>Debilidades: COREMAR no posee alta científicidad en su modelos lógicos, esto son muy empíricos de poca eficacia</p> <p>No Implementadas: es fundamental que la Compañía aplique más I + D + i + d a sus procesos lógicos y a modelación TI BI</p>	➔	<p>Canonical Model - Modelo Canónico Integral y específico VI - 4</p> <p>Fortalezas: conoce su importancia y sabe todo el poder competitivo que pierde con el no tener Modelos Macros Can.</p> <p>Debilidades: la empresa no tiene nada al respecto, hay total ausencia de modelos específicos y menos canónicos</p> <p>No Implementadas: es vital empezar a desarrollar la integralidad para poder empezar a constituir un Canónico</p>
<p>VI - Enterprise Data Model - Modelo y gestión de modelos de datos empresariales de referencia</p>						

VI - Enterprise Data Model

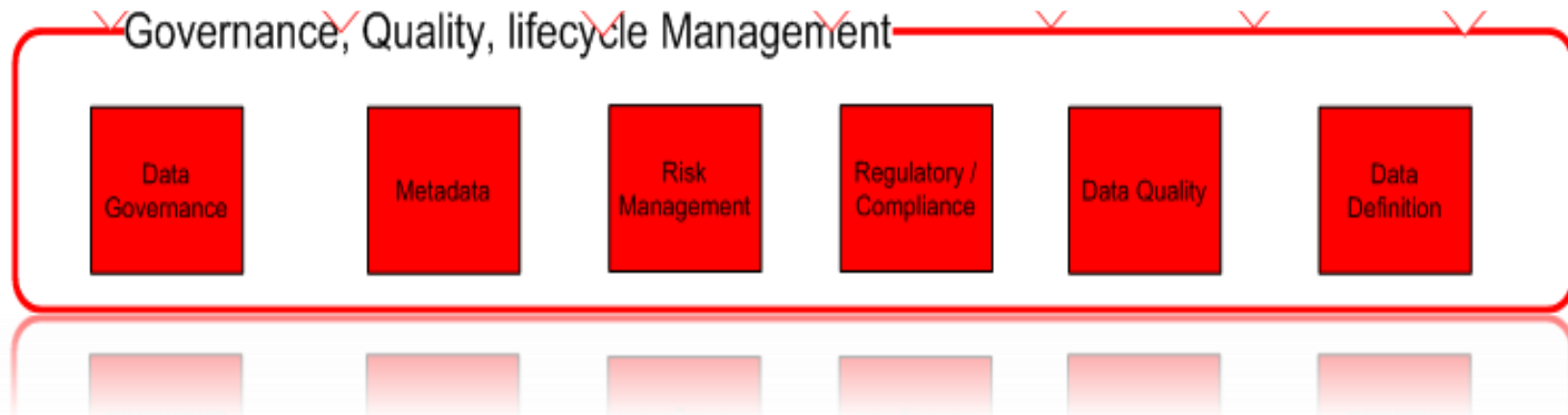
- Modelo y gestión de modelos de datos empresariales de referencia

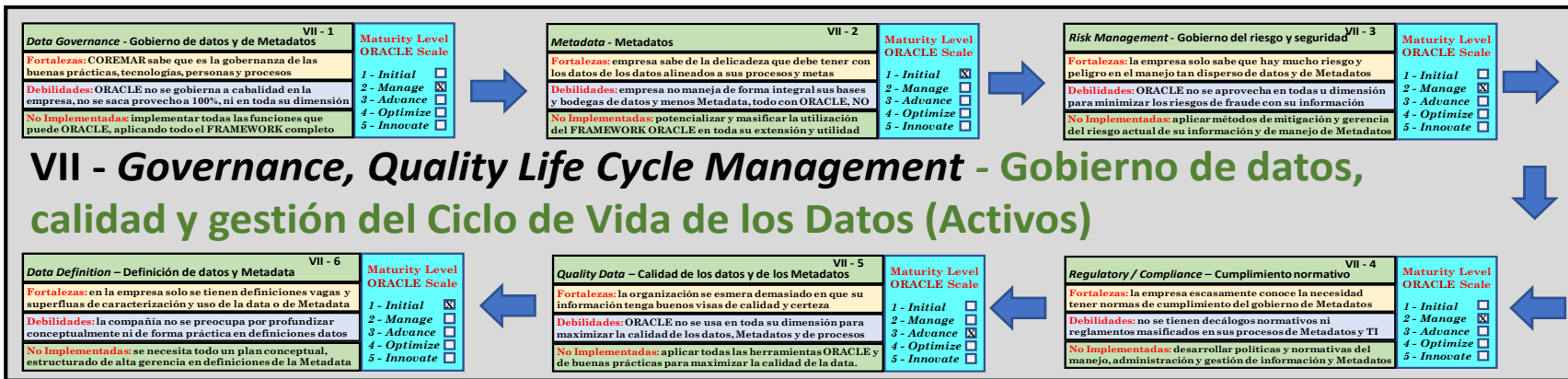
- Pobre en esta capacidad

VI de 2.00 muy baja

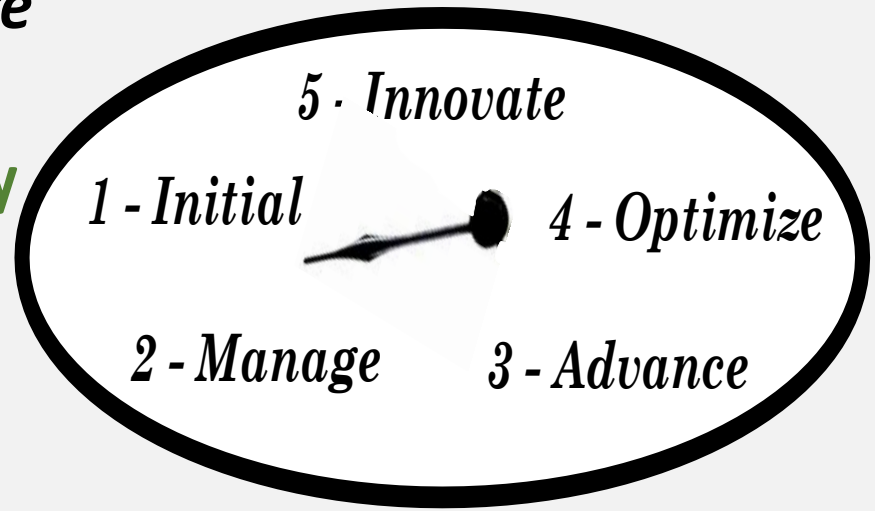


VII - Governance, Quality Life Cycle Management - Gobierno de datos, calidad y gestión del Ciclo de Vida de los Datos (Activos)

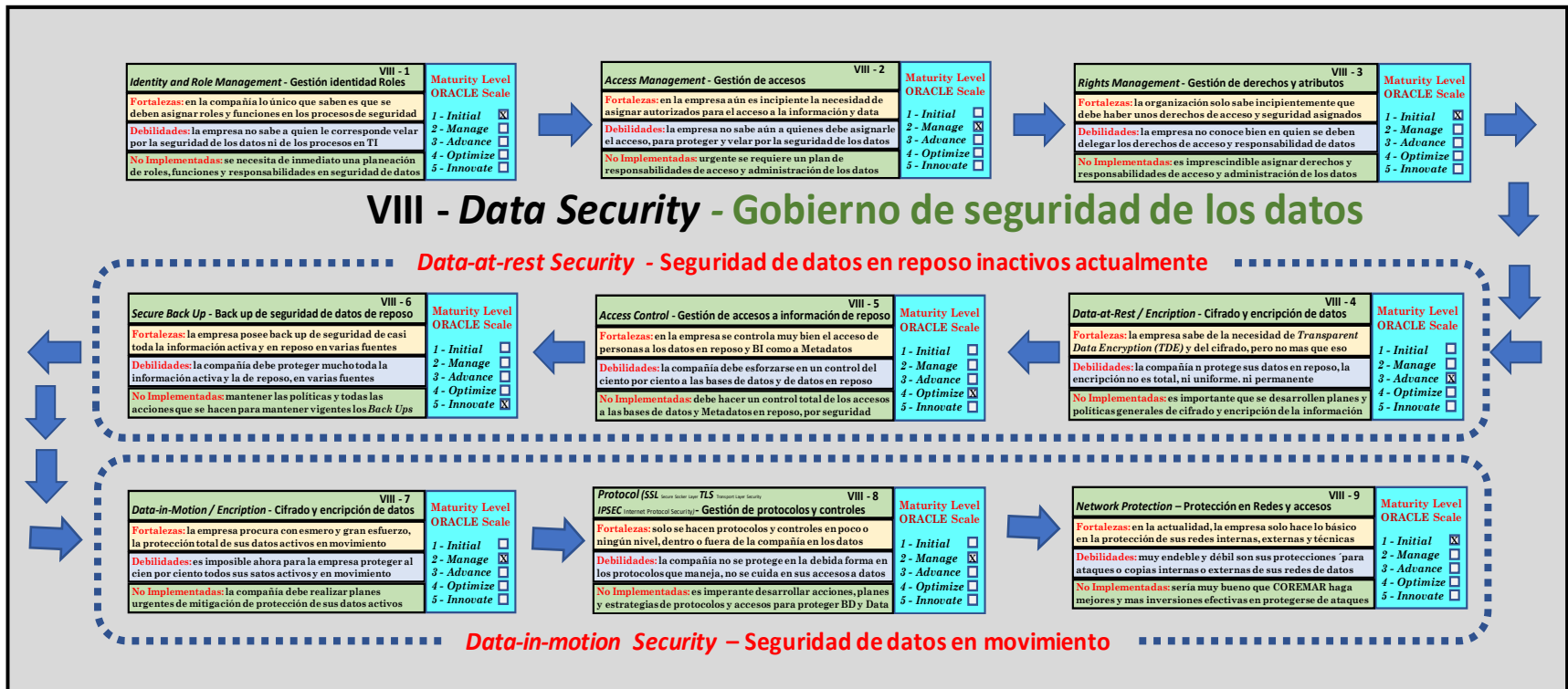
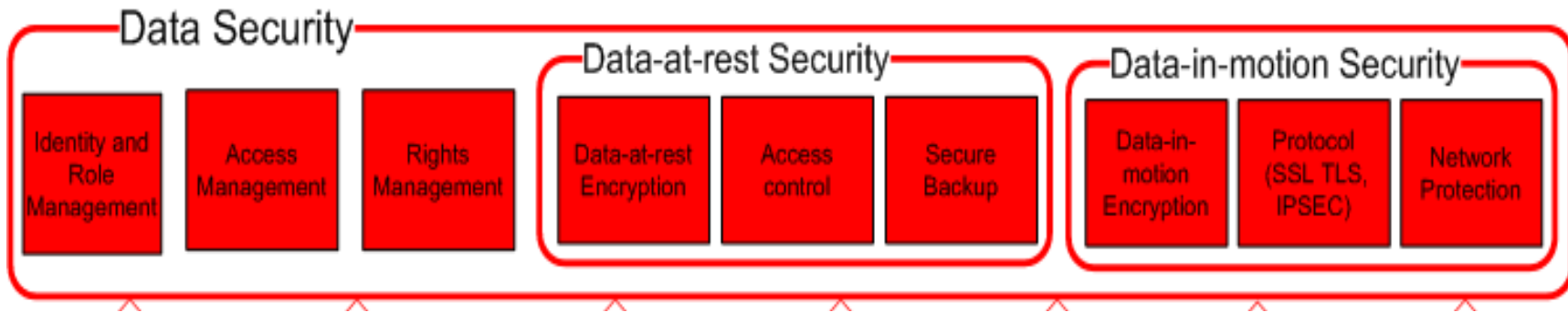




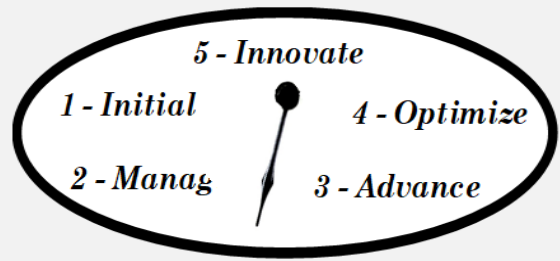
VII - Governance, Quality Life Cycle Management - Gobierno de datos, calidad y gestión del Ciclo de Vida de los Datos (Activos) – Muy baja la calificación de esta capacidad VII, de 1.833



VIII - Data Security - Gobierno de seguridad de los datos

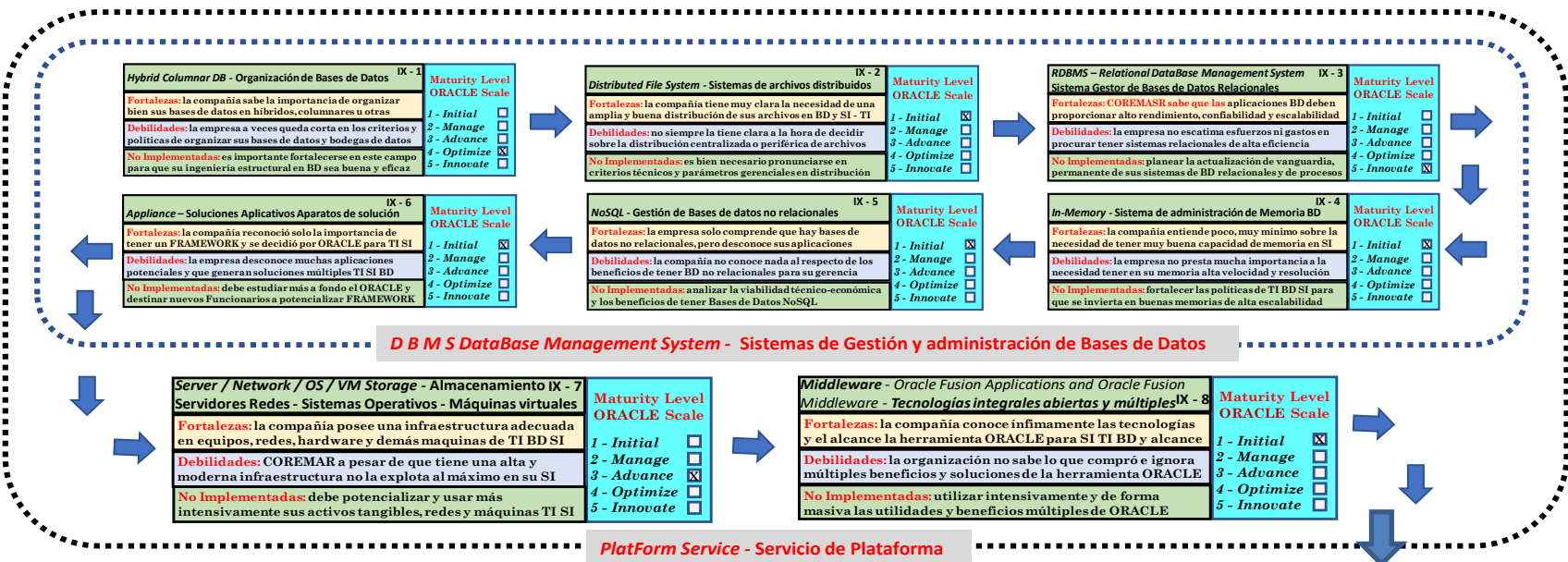
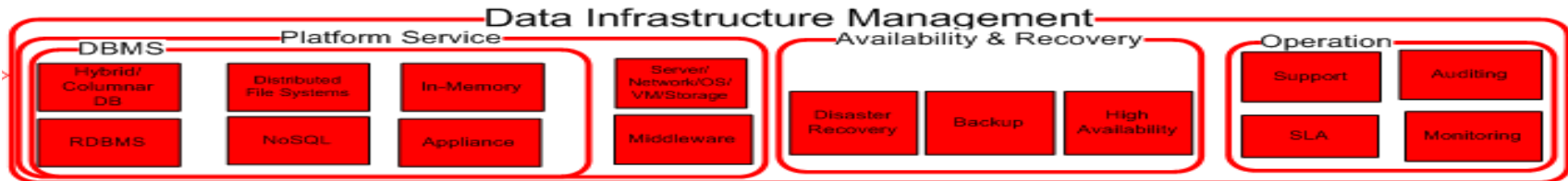


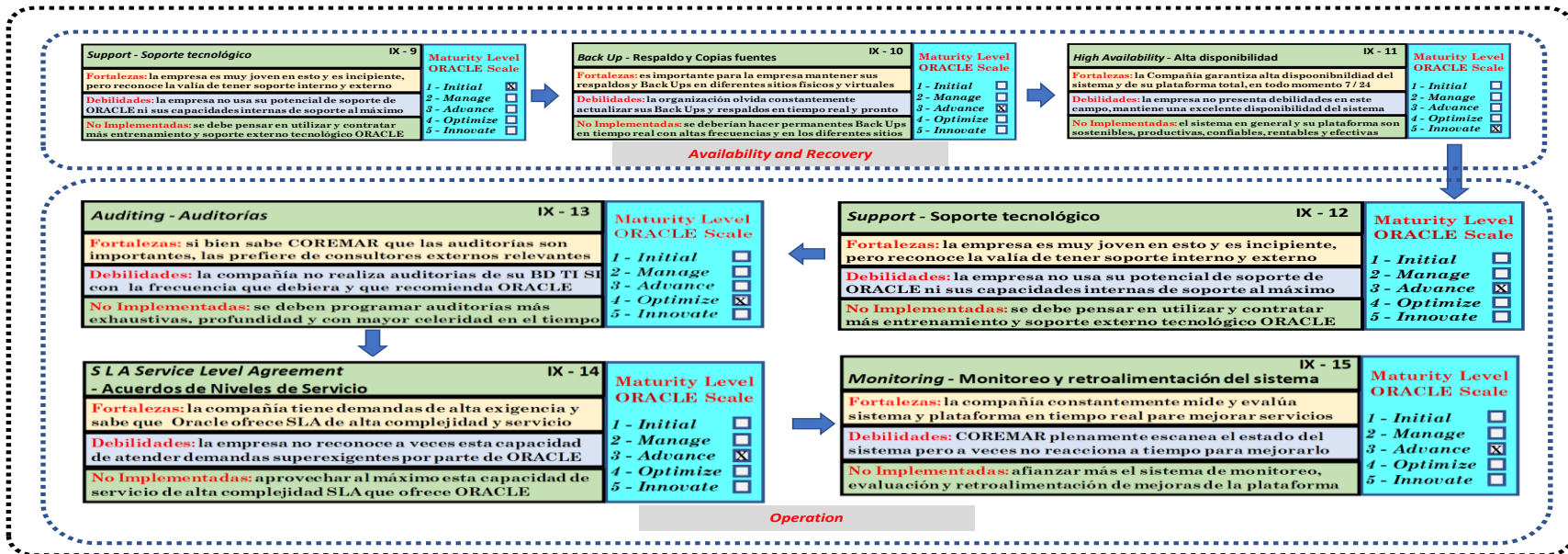
VIII - Data Security - Gobierno de seguridad de los datos
 - Calificación regular de esta capacidad VIII, de 2.333, se debe mejorar mucho en el Corto y Mediano plazo



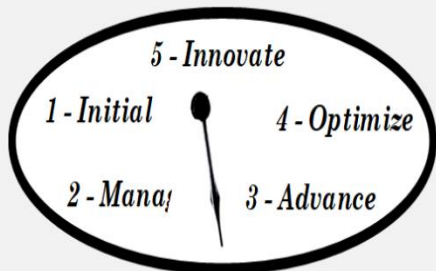
VIII - Data Security - Gobierno de seguridad de los datos

IX - Data Infrastructure Management - Gestión de Infraestructura de datos

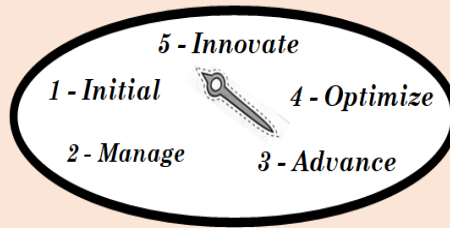




IX - Data Infrastructure Management - Gestión de Infraestructura de datos - Está con evaluación media de 2.53 esta capacidad número IX



Evaluación integral del estado de madurez ORACLE COREMAR en sus nueve (9) capacidades descritas - Gestión integral ORACLE TI de Arquitectura de Referencia es 3.0187 sobre 5.0



Fuente elaboración propia (Gonzales, 2003) (Granja & Vallejo C., 2015) (Grant, 2016)

En síntesis, se evalúa que hay buenas condiciones para comunicar a mantenimiento, con la plataforma ORACLE, se dejan entonces abiertas las puertas, para dicho proyecto e interoperabilidad entre gestión y operación de mantenimiento y activos, con TOGAF ORACLE FRAMEWORK en COREMAR.

2.2 CONCLUSIONES CAPÍTULO 2

La segunda unidad, cumple con la meta propuesta de este objetivo específico, que es extender los principios universales y criterios internacionales de FRAMEWORK y arquitectura empresarial, al caso mantenimiento y activos en plataforma *TI* informática.

Los conceptos, desarrollos y aplicaciones generadas en el capítulo tanto por tecnologías, como por capacidades del negocio, al igual por la arquitectura empresarial, por todas la mediciones que se realizan de *TOGAF* y de *Enterprise Architecture*, dejan en conclusión, que sí es factible manejar a Mantenimiento en sus indicadores gerenciales *KPI*, y en especial como una capacidad el negocio, entendiéndolo como un recurso nuclear de la organización, para generar riqueza privada y competitividad, mediante factores claves de éxito y de apoyarse en los activos, que son recursos, que le permiten a mantenimiento alcanzar la estrategia particular y de la empresa COREMAR.

Esta dualidad y nueva concepción pone a mantenimiento a la vanguardia para aprovechar toda la plataforma ORACLE, que tiene COREMAR funcionando desde hace algún tiempo, en general las condiciones de la organización en AE y dado que es una empresa relativamente joven, son excelentes para emprender el proyecto de *BD & BI & Data Lake* y SI, en la empresa, conectando a gestión y operación de mantenimiento y activos con ORACLE, a través del *TOGAF*, ya iniciado y funcionando bien.

3. ANALYTICS PNE EN 15341

3.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 3

Aplicar la *Analytics* en sus cinco dimensiones, en CMD a mantenimiento y gestión de activos, a la luz de la norma PNE-EN-15341. *Nivel 3 - Aplicación de la Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

3.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 3

El capítulo central del proyecto aborda la Norma sobre Indicadores de Gestión de Mantenimiento *Business Metrics, Key Performance Indicators*, basada en EN 15341 - Norma Europea de Indicadores, la cual pretende mantener un control de gestión y operación sobre el sistema de mantenimiento y de activos de una organización, para ello aborda tres grandes categorías de aspectos: económicos, técnicos y organizacionales.

La norma es amplia, integral y detallada y cubre todos los ítems relevantes de la gestión y de la operación de mantenimiento y activos, en muchos de frentes; como tal la sección se aborda con tres frentes, primero: la explicación conceptual del mismo y contextualización de cada indicador; segundo con la descripción de su algoritmo de cálculo y tercero con la aplicación al caso real COREMAR, con sus respectivos análisis de resultado del indicador.

3.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3

La finalidad del proceso de aplicación de la Norma Europea EN 15341 es aportar los Indicadores Clave de Rendimiento del Mantenimiento y de activos, más importantes y usados, para poder lograr la máxima eficiencia en mantenimiento, lograr factores claves de éxito y por ende ventajas competitivas, con valor agregado (Janer, 2020).

Los *Maintenance's KPI and Assets*⁴⁶, descritos en la Norma Europea, de aplicación a países de habla hispana, de hecho validado y refrendado por España, sirve para múltiples usos, tanto en el sector de inmobiliaria o civil (edificios, puentes, carreteras, infraestructura física, obras civiles, etcétera), automotriz, logístico, etcétera; como también para el sector industrial o empresarial (máquinas, activos, sistemas industriales, parques empresariales, en infinitos campos de la física o de la ingeniería (mecánica, industrial, robótica, mecatrónica, eléctrica, electrónica, etcétera) (Muñoz, 2020)

Con los *MAKPI* de la Norma Europea EN 15341, se logra: medir la gestión y operación actuales de mantenimiento y de los activos; realizar benchmarking (comparativo, interno, funcional o competitivo) permanente consigo mismo o con otras

⁴⁶ El autor define que a partir de este punto del proyecto, *Assets and Maintenance's Key Performance Indicators* tendrá el acrónimo o sigla *MAKPI*, con el fin de facilitar la lectura.

empresas; evaluarse en el contexto nacional, regional o mundial; diagnósticos y auditorías sobre el estado presente y futuro de oportunidades y amenazas (internas o externas); alinear objetivos de *MAKPI* y metas propios de COREMAR con los de la Organización global; determinar factibles reprocesos y mejoras del sistema de mantenimiento y de activos y monitorear con evaluación permanentemente los *MAKPI*, para retroalimentar y optimizar el sistema de gestión y operación de mantenimiento y de activos (Muñoz, Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, 2019).

Esta norma europea describe un sistema para gestionar los Indicadores Clave de Rendimiento destinados a medir el rendimiento del mantenimiento en el marco de los factores que influyen en el mismo, tales como los aspectos económicos, técnicos y organizativos, con objeto de evaluar y mejorar la eficiencia y la eficacia para conseguir la excelencia en el mantenimiento de los Activos Técnicos.

Esta Norma EUROPEA EN 15341, es del Comité Técnico CEN/TC 319 *Mantenimiento*, cuya Secretaría desempeña UNI. Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza. La norma EO 15341 de origen Europea, ampliada por INGEMAN (Sevilla – España, delegados por AENOR), solo se obtuvo a finales del proyecto, cuando ya estaba totalmente terminado, por eso se coloca esta aclaración.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de septiembre de 2007, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de septiembre de 2007. La EN 15341 usa indicadores⁴⁷, los cuales asume como característica (o conjunto de ellas) de un fenómeno o variables estudiado, con base una fórmula o algoritmo aportado, que evalúa su estado en el tiempo y/o en el espacio. Por otro lado utiliza tableros (Cuadros o Dashboard) de control, los cuales declara, como un conjunto de indicadores asociados, referidos, consistes y complementarios, que generan información sintética, global y específica, para la adecuada toma de decisiones.

3.3.1 Indicadores Norma EN 15341

Los indicadores resaltan las relaciones proporcionales, numéricas o descriptivas de los factores productivos, de las acciones de mantenimiento, de sus tácticas, de su estrategia y demás parámetros técnicos y ordinarios, asociados, que sirven para evaluar la gestión y/u operación de mantenimiento y activos, cual es garantizar la funcionalidad de los equipos con el mayor rédito económico posible, en un contexto definido, durante

⁴⁷ Por lo general se refieren, se asocian y se anidan con los objetivos propios de mantenimiento y/o de la empresa.

un rango de tiempo específico y expresado claramente (Muñoz, Norma Europea EN 15341, 2020) (Janer, 2020).

Ilustración 60 - Indicadores de la Norma Europea 15341 MAKPI



Fuente (Janer, 2020) (Beck@, 2003) (Muñoz, Norma Europea EN 15341, 2020) (Propia, Big Data, 2021)

3.3.1.1 Indicadores Económicos

Entre ellos aparecen, básicamente los tres niveles que aplican para todos.

Nivel 1 de Indicadores Económicos

En este primer grupo están, los siguientes.

3.3.1.1.1. E01 - Indicador de sustitución de activos

Este indicador requiere un sistema de costeo global y específico, concreto y armónico, se deben tener en cuenta todos los sistemas de costeo específicos de mantenimiento, como *NIC*, *NIFF*, AFNOR 60000 y 60010, Métodos Boucly y Brodier y los sistemas de costeo del autor Luis Navarro Elola, Clara Pastor y Luis Mugaburu, donde definen claramente los costos fijos variables, y financieros y de no confiabilidad (Navarro, Pastor, & Mugaburu, Gestión integral de mantenimiento, 1997). Al igual se deben tener en cuenta los costos derivados de la función de producción de David Ricardo.

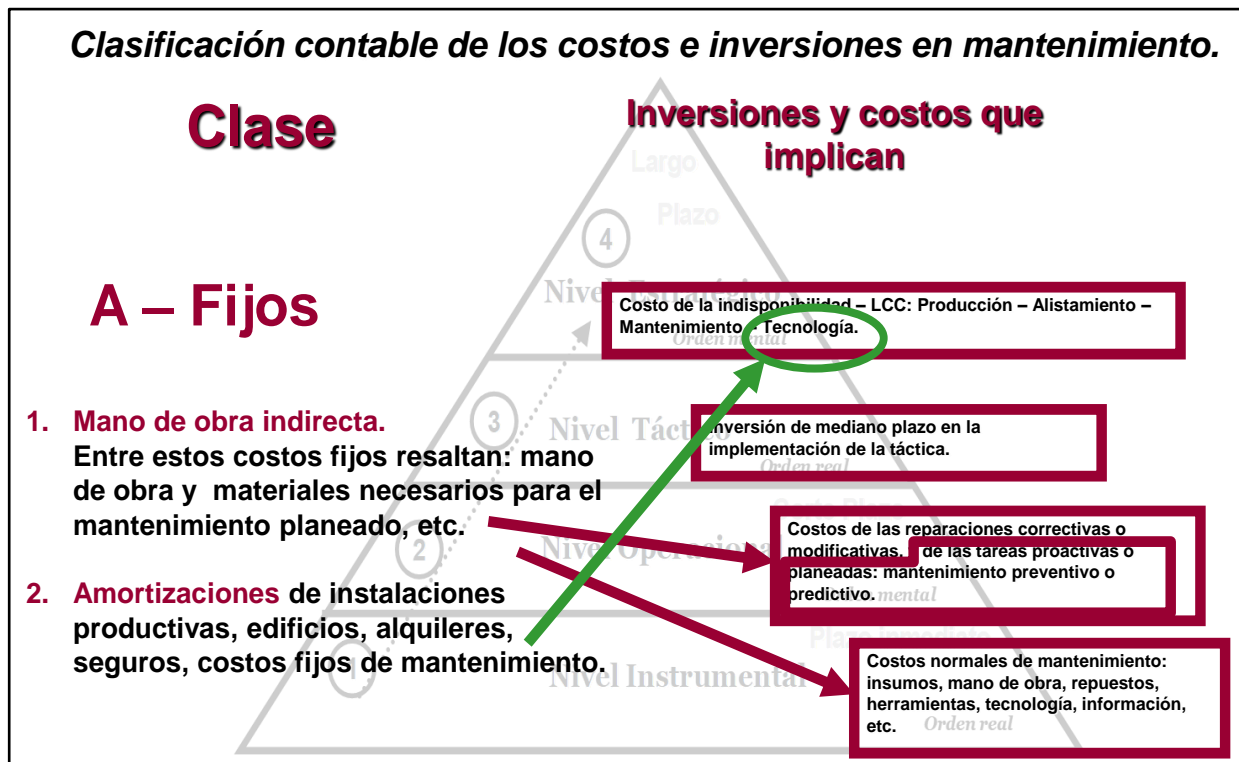
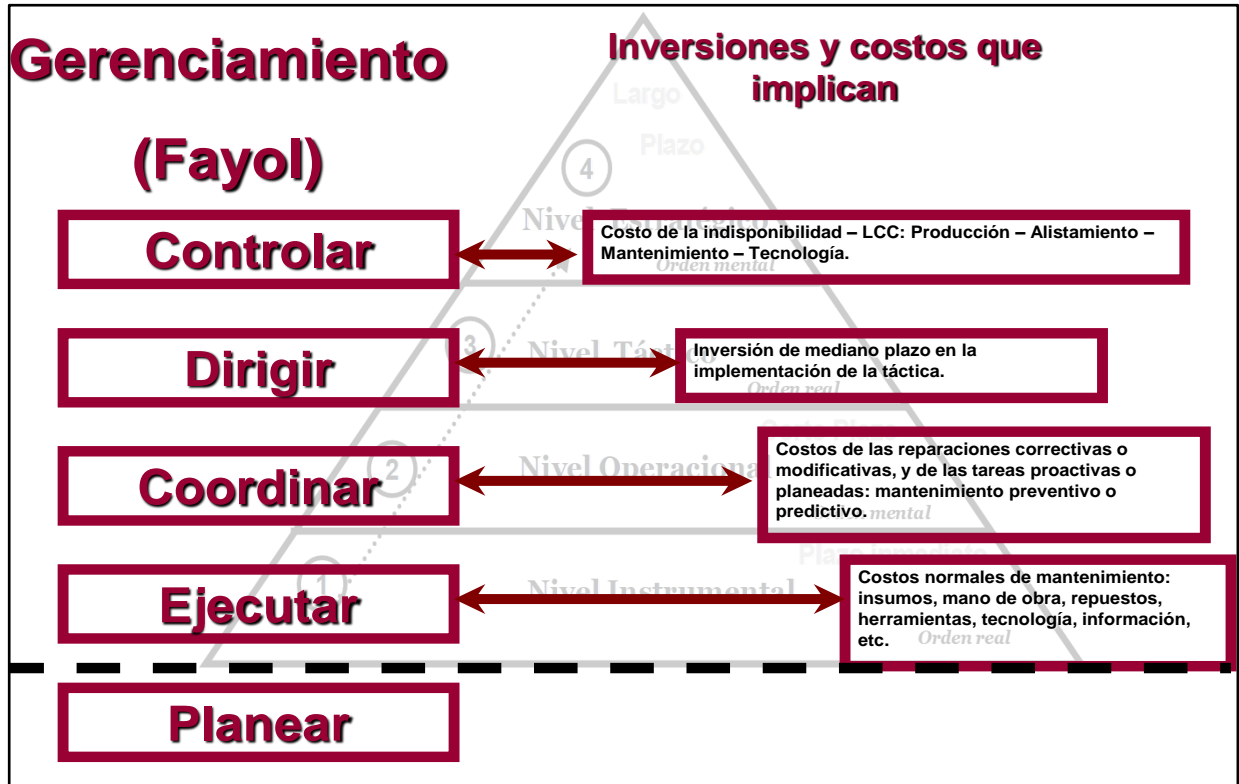
$$E1 = \text{Sustitución de activos} = (\text{Costo total de mantenimiento}) / (\text{Valor de sustitución de los activos})$$

En el caso particular de COREMAR, el proceso de establecimientos de sistemas de costeo está en pleno desarrollo, aún no se encuentra finalizado, y la sustitución de

activos, aún no está en forma, dado que la mayoría de equipo son recientemente adquiridos, la empresa solo tiene diez años de operación.

Ilustración 61 - Costos específicos en mantenimiento





Clase B – Variables

Inversiones y costos que implican

Largo Plazo

(4)

Son proporcionales a la producción o disponibilidad de los equipos.

Se derivan de las reparaciones correctiva modificativas de mantenimiento no planeado.

- Mano de obra directa.
- Embalajes.
- Portes, transportes.
- Materias primas, energía, etc. y los costos variables de mantenimiento.

Su reducción solo se logra al evitar que se presenten fallos inesperados, o sea mejorando los MTTR, MTBF, MTBMc, (tiempos medios entre fallos y reparaciones).

Costos de las reparaciones correctivas o modificativas, y de las tareas proactivas o planeadas: mantenimiento preventivo o predictivo. *Orden real*

Costos normales de mantenimiento: insumos, mano de obra, repuestos, herramientas, tecnología, información, etc. *Orden real*

Clase C – Financieros

Inversiones y costos que implican

Largo Plazo

(4)

Son proporcionales a los valores de los repuestos guardados en almacén como a la amortización de las máquinas duplicadas para asegurar la producción:

Repuestos, genéricos e insumos de almacén; en cuanto más alta sea la rotación mayor será el costo; este se calcula a la tasa de rentabilidad de la empresa (o por el interés financiero más alto que paga la compañía) por la rotación promedio de repuestos e insumos y genéricos.

La disponibilidad a través de la duplicidad o capacidad ociosa de equipos es otro rubro que genera gastos financieros.

Son proporcionales al valor del almacén y a la duplicidad o capacidad ociosa de máquinas

Costo de la indisponibilidad – LCC: Producción – Alistamiento – Mantenimiento. *Orden mental*

Inversión de mediano plazo en la implementación de la táctica. *Orden real*

Costos de las reparaciones correctivas o modificativas, y de las tareas proactivas o planeadas: mantenimiento preventivo o predictivo. *mental*

Costos normales de mantenimiento: insumos, mano de obra, repuestos, herramientas, tecnología, información, etc. *Orden real*

Clasificación contable de los costos e inversiones en mantenimiento.

Clase C – Financieros

Inversiones y costos que implican

Largo Plazo

(4)

Son proporcionales a los valores de los repuestos guardados en almacén como a la amortización de las máquinas duplicadas para asegurar la producción.

Costo de la indisponibilidad – LCC: Producción – Alistamiento – Mantenimiento – Tecnología – Orden mental

Lo de la disponibilidad se controla mediante el pronóstico CMD que se explica más adelante, controlando y costeando la indisponibilidad permanentemente.

Inversión de mediano plazo en la implementación de la táctica. Orden real

Costos de las reparaciones correctivas o modificativas, y de las tareas proactivas o planeadas: mantenimiento preventivo o predictivo. mental

Lo de repuestos e insumos de inventarios se controla al aplicar modernas técnicas de manejo y gestión de stocks e inventarios de repuestos a través de metodologías ABC, Push , Pull, control de costos, rotación, pedidos, etc. Caso IMUSA 1 billón de ahorros mensual.

Costos normales de mantenimiento: insumos, mano de obra, repuestos, herramientas, tecnología, información, etc. Orden real

Clasificación contable de los costos e inversiones en mantenimiento.

Clase D – No confiabilidad – no disponibilidad

Inversiones y costos que implican

Largo Plazo

(4)

Fallos

Costo de la indisponibilidad

(3) Nivel Táctico

Inversión de mediano plazo en la implementación de la táctica. Orden real

Son directamente proporcionales a los fallos de las máquinas imputables a mantenimiento.

(2) Nivel Operacional

Costos de las reparaciones correctivas o modificativas, y de las tareas proactivas o planeadas: mantenimiento preventivo o predictivo. mental

Normalmente son superiores a los tres anteriores.

(1) Nivel Instrumental

Costos normales de mantenimiento: insumos, mano de obra, repuestos, herramientas, tecnología, información, etc. Orden real

Se calculan mediante la multiplicación del tiempo de fallo CMD MTBM MTBMc MTTR MTBF por el valor hora máquina producción.

Clasificación contable de los costos e inversiones en mantenimiento.

Clase
D – No confiabilidad o no disponibilidad

Inversiones y costos que implican

Costo de la indisponibilidad

Son los costos que más inciden en el balance, **son superiores al doble de la suma de los otros tres: fijos, variables y financieros** (Navarro y otros, 1997, páginas 39 a 44, Barcelona – España – 1997 – ISBN:84-267-1121-9).

Pero justamente son los que menos se evalúan y que no se costean en las empresas, su influencia es tan grande que inciden en más del 80% de las inversiones y costos reales y potenciales de oportunidad en mantenimiento.

Por lo cual nos dedicamos a mostrar como se estiman y la forma de calcularlos en esta parte final mañana sábado de esta conferencia

Clasificación contable de los costos e inversiones en mantenimiento.

Inversiones y costos que implican

Costo de la no confiabilidad o no disponibilidad

Costo de la No disponibilidad =
Costo de la producción por hora
*** (1 menos Disponibilidad en horas).**

Fuente (AMEF@, 2005) (Mora A. -G., Asignatura Fallas, 2021) (Duffuaa & Ben-Daya, 1995) (Navarro, Pastor, & Mugaburu, Gestión de Mantenimiento, 1997)

En síntesis este indicador E1 no aplica a COREMAR, en las actuales circunstancias.

3.3.1.1.2. E02 - Costos frente a valor agregado

Este indicador es muy relevante, el hecho es que aún no se puede ejecutar en COREMAR, ya que no se tiene un sistema consolidado totalmente de costos de mantenimiento y afines. Al igual, no es factible cuantificar aún los valores agregados, con las acciones de mantenimiento, no aplica totalmente en la situación actual.

$$E2 = \text{Costos \& valor agregado} \\ = (\text{Costo total de mantenimiento}) \\ /(\text{Valor agregado más costos externos de mantenimiento})$$

Otra disyuntiva que se maneja es que trata de evaluar los costos externos, esto podría ser aplicable, donde la subcontratación sea alta y relevante, que no es exactamente el caso de Palermo Sociedad Portuaria.

3.3.1.1.3. E03 - Costos de mantenimiento frente a producción real

Este indicador es muy útil pues informa que porcentaje del valor bruto producido es debido a mantenimiento. Aunque tiene un inconveniente y es que una medida compartida entre mantenimiento y operación, que no permite juzgar de manera clara y concisa a mantenimiento.

$$E3 = \text{Costos de Mantenimiento por Producción} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}}$$

En la situación actual al aplicar los costos normales

3.3.1.1.4. E04 - Costos frente a valor de transformación producción

Este indicador es relevante pero para operación, ya que relaciona el costo de valor de transformación los servicios y materias primas de operación de cargue o descargue de buques, pero ya se demostró anteriormente que Operación (Confiabilidad, su gradiente de evaluación) y Mantenimiento (Mantenibilidad, su adjetivo calificativo y evaluativo) son eventos independientes, por lo cual no se justifica este indicador para Mantenimiento.

$$E4 = \text{Costos de Mantenimiento por Costo agregado de Producción} \\ = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Cantidad de transformación de la producción}}$$

Ecuación 4 - Mantenimiento y operación son variables independientes

Mantenimiento ≠ función de (*Operación*)

Ni a la inversa, *Producción* ≠ función de Mantenimiento

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Mantenibilidad} + \text{Confiabilidad}}$$

Fuente (Diez, Marangé, & Levrat, 2016) (Díaz M. -Á., Confiabilidad en mantenimiento, 1992) (Díaz & Díaz - Serrano, 2021) (Muñoz, Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, 2019)

Podría aplicar a la gerencia que controla a mantenimiento y operación. Se excluye porque el proyecto apunta a *analytics* mantenimiento.

3.3.1.1.5. E05 - Costos de mantenimiento, no confiabilidad y operación

Este indicador es interesante, pero mezcla actividades, que realmente no compaginan, usa el costo total de mantenimiento y el costo de la confiabilidad, que enunció anteriormente, es demasiado alto, muchas empresas lo desprecian, al costo de oportunidad de no poder producir, se lo suman directo a la operación, situación que no es correcta, porque no es producción quien debe asumir ese costo.

Por otro lado volvemos a lo mismo anterior, mezcla operación y mantenimiento y así no le interesa a operación, la verdad es un indicador muy complejo y su beneficio no es claro. Se debe recordar el indicador magno de mantenimiento eficiencia igual a confiabilidad por mantenibilidad por disponibilidad por capacidad usada, divida entre los costos del ciclo económico de vida. No se recomienda a mantenimiento de COREMAR.

$$E5 = \text{Costos de Mantenimiento No confiabilidad y Producción} \\ = \frac{\text{Costo total de mantenimiento costos de la no disponibilidad}}{\text{Cantidad de transformación de la producción}}$$

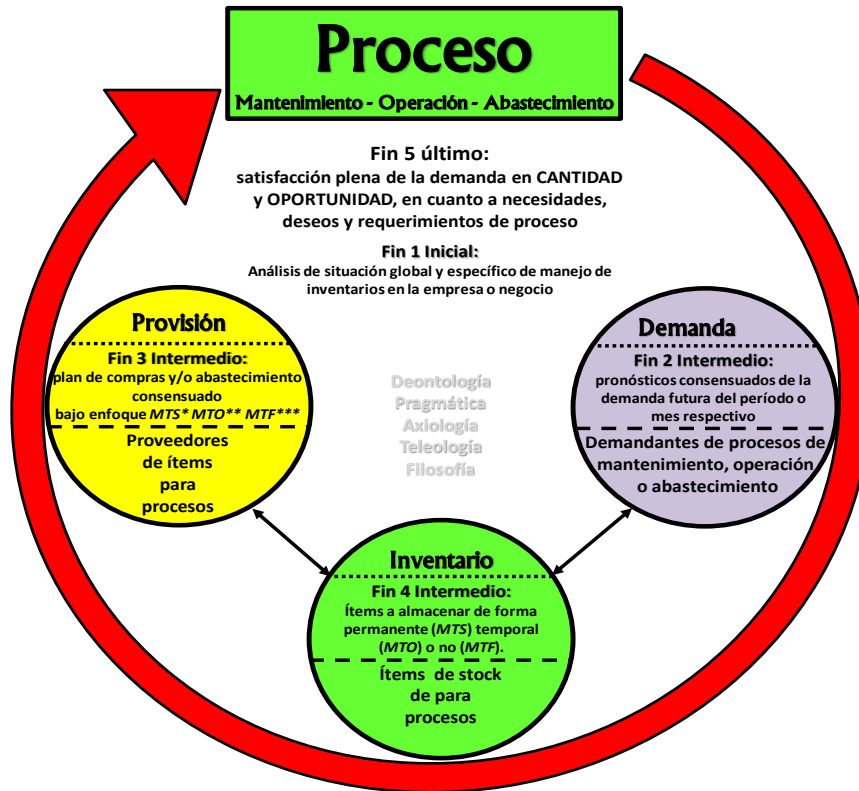
3.3.1.1.6. E06 - Disponibilidad de mantenimiento y costos

Realmente este indicador va en contra vía de los fundamentos aportados en el proyecto, primero porque no hay ninguna disponibilidad alusiva a mantenimiento, la disponibilidad se calcula a partir de dos parámetros de mantenimiento y de operación, por lo cual no es clara esta relación, podría ser mantenibilidad sobre costo de mantenimiento, para ver cuánto dinero le cuesta a la empresa un punto de confiabilidad, porque si se quisiera el valor de un punto de disponibilidad debe estar en el numerador costos de operación y de mantenimiento, integrados.

$$E6 = \text{Disponibilidad y costos Mantenimiento} = \frac{\text{Disponibilidad ligada a mantenimiento}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$$

Realmente este indicador no está alineado con los indicadores de mantenimiento, por lo cual no aplica.

Ilustración 62 - Incidencia de inventarios en mantenimiento y activos



Fuente (Mora A. -G., Inventarios Cero - Cuánto y cuándo pedir, 2016)

$$E7 = \frac{\text{Inventarios de mantenimiento versus sustitución de activos}}{\frac{\text{Valor medio de los artículos de mantenimiento en inventario}}{\text{Valor de sustitución de los activos}}}$$

Nivel 2 de Indicadores Económicos

3.3.1.1.7. E07 - Inventarios versus sustitución de activos

Si bien los inventarios son importantes en mantenimiento, sobre todo cuando impactan los *ADT*⁴⁸ y los *LDT*, que son demoras por los trabajos, realmente no inciden fuertemente en la gestión y operación gerencial técnica de mantenimiento, que es por ahora la prioridad de la gerencia corporativa de COREMAR, en la actualidad, no se descarta que puedan ser relevantes.

Más sin embargo en inventarios hay otros criterios demasiado conocidos e importantes que si impactan a mantenimiento y operación, como los criterios de pivotes (Mora A. -G., Inventarios Cero - Cuánto y cuándo pedir, 2016): variabilidad, nivel, rotación, pruebas de ACF (Auto Correlation Function), criticidad, valor y movilidad, etcétera y otros conceptos como *Technology Push*, *Demand Pull* y *Play*

⁴⁸ ADT - Administrative Delay Time

Frozen, al igual *MTS*⁴⁹ *MTO*⁵⁰ *MTF*⁵¹. En síntesis este indicador en el momento, no aportaría valor agregado a gestión de mantenimiento y de sustitución de activos, no son variables de primera línea en COREMAR.

3.3.1.1.8. E08 - Costos de personal versus costos totales

Este es un verdadero indicador pertinente de gestión, en la empresa, muestra la evolución real de la empresa en estos rubros y qué porcentaje del rubro total es RRHH, en especial es el primero de los vistos que es de solo mantenimiento.

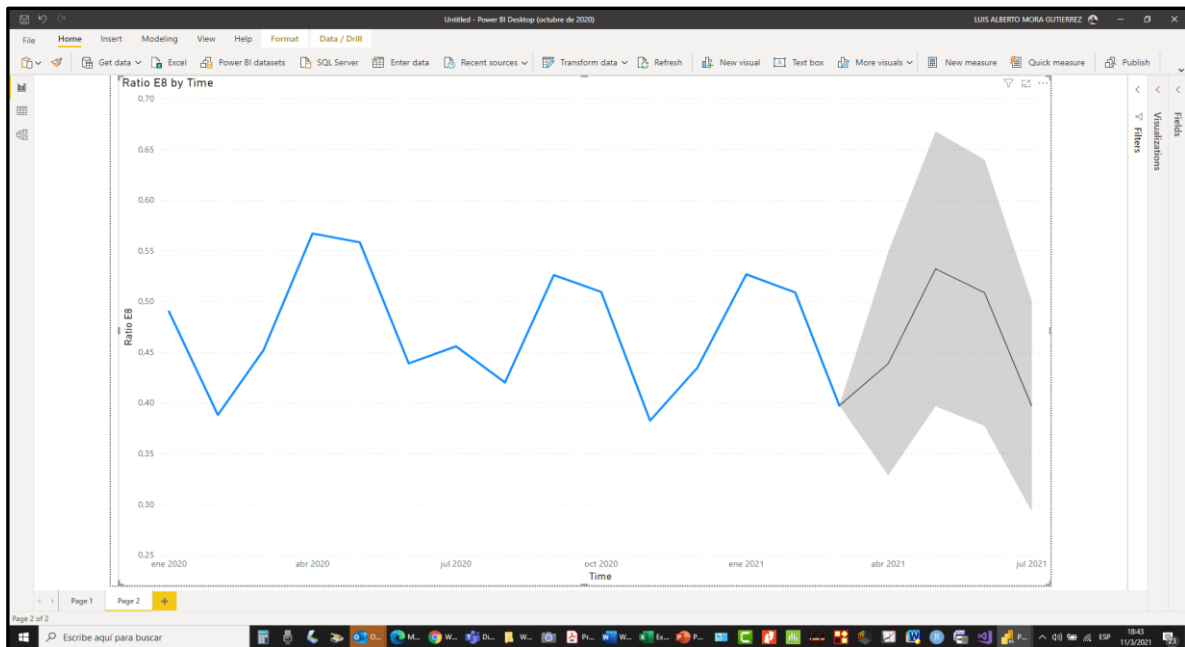
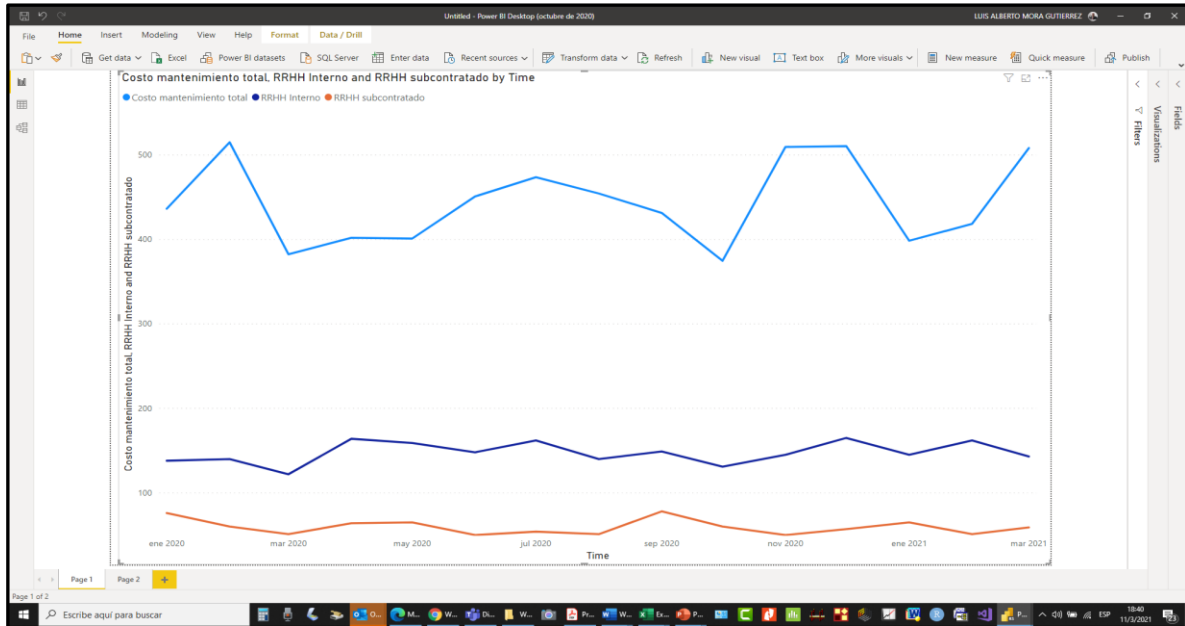
$$E8 = \text{Costo personal versus costo mantenimiento} \\ = \frac{\text{Costo de personal interno propio o subcontratado de mantenimiento}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

⁴⁹ *MTS - Make To Stock*

⁵⁰ *MTO - Make To Order*

⁵¹ *MTF - Make To Frozen*

Ilustración 63 - Costos RRHH / Costos mantenimiento - Pronósticos E8



El pronóstico, se encuentra dentro de rangos muy controlados, con cifras adecuadas y pertinentes a la zona y al sector económico de COREMAR.

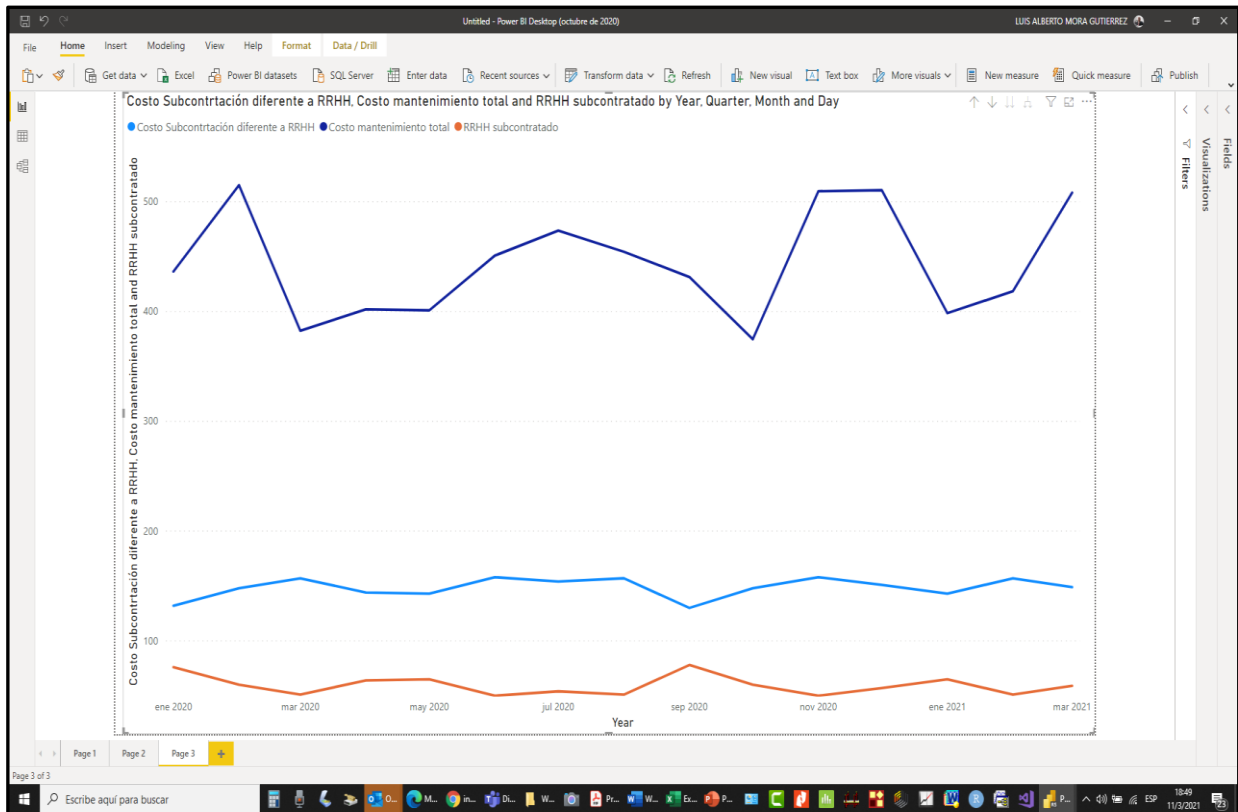
3.3.1.1.9. E09 - Costos de personal subcontratado versus costos totales

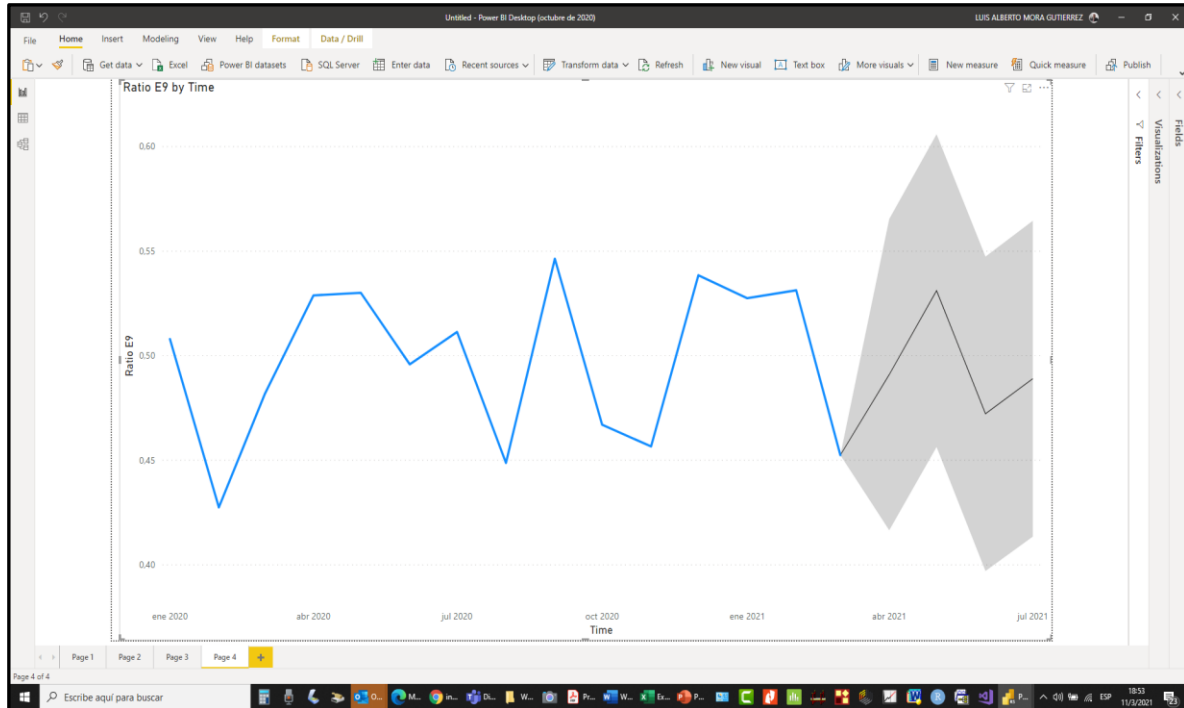
El hecho de tener mucho o poco personal subcontratado, no ejerce una presión sobre la gerencia corporativa de mantenimiento de COREMAR, lo importante, es que verdaderamente lo que se subcontrate con empresas de afuera, estas lo hagan mejor que COREMAR, no necesariamente porque sea más barato, este criterio nunca se debería usar, lo económico.

Lo importante es que lo subcontratado sean elementos indiferenciados dentro de los procesos de la empresa, es decir que no tiene injerencia directa sobre la agregación de valor en la empresa, lo que verdaderamente agrega valor de mantenimiento a COREMAR y se haga bien, no se debe subcontratar (se recomienda implementar, método de los semáforos, del autor Venkatesan) (Venkatesan, 1992).

$$E9 = \frac{\text{Costo de RRHH mantenimiento subcontratado versus costo mantenimiento}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

Ilustración 64 - Costos RRHH tercerizado / Costos - Pronósticos E9





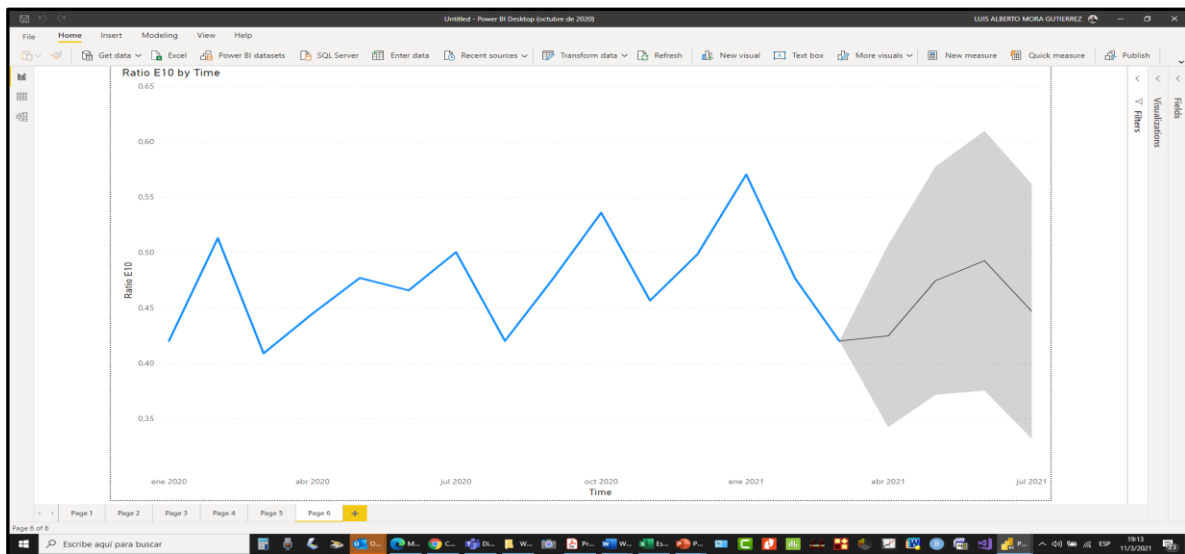
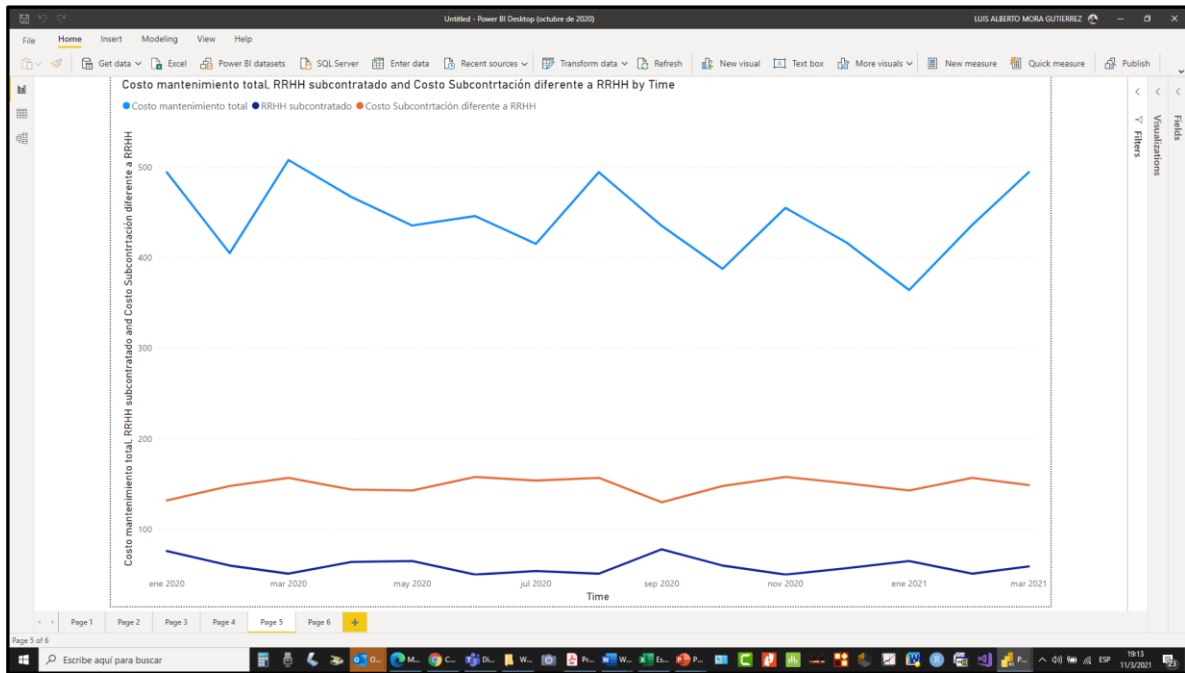
El pronóstico, se encuentra muy bien y en rangos bastante sostenibles en el mediano y largo plazo.

3.3.1.1.10. E10 - Costo tercerizado versus costos totales

Otro buen indicador, que dice mucho sobre la gestión, más sin embargo, se repite este no es el único criterio importante, es más relevante saber si es un elemento diferenciado o no, y saber su impacto en el valor agregado con metodologías de colores especializada (aplicación en Cummins Komatsu de Venkatesan), para saber cuándo se subcontrata o no, el servicio de mantenimiento (Venkatesan, 1992).

$$E9 = \frac{\text{Costo de mantenimiento subcontratado versus costo mantenimiento}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

Ilustración 65 - Costos RRHH tercerizado / Costos - Pronósticos E9



El comportamiento futuro asegura estabilidad de los valores subcontratados, se deben incorporar otros índices que midan la calidad de si son procesos indiferenciados o no (Venkatesan, 1992).

3.3.1.1.11. E11 - Costo de materiales de mantenimiento versus costos totales

Este indicador, es útil, muestra el valor que se invierte en los elementos relevantes como repuestos, insumos y consumibles, más sin embargo se debe aclarar, que es

poco sensible a poderse bajar sin que afecte la calidad del servicio, al igual lo más seguro es que disminuya drásticamente los $MTBM_C$ y los $MTBM_P$. La propuesta es revisarlo sin compromiso, periódicamente, pero no se tendrá en cuenta en el plan final de mejora estratégica.

$$E11 = \text{Costo de materiales versus costo mantenimiento} = \frac{\text{Costo de materiales de mantenimiento}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

En síntesis con este indicador, dado que su sensibilidad a disminuir la inversión en materiales es totalmente directa a la pérdida de calidad de los mismos materiales y también directamente proporcional con la influencia en disminución inminente de los tiempos de $MTBM_C$ y los $MTBM_P$.

También es importante señalar algo, que ha sido común en todos los indicadores hasta acá revisados, es que el costo de mantenimiento total es lo que vale el servicio, y no se trata de bajar costos per se, porque en los servicios, no es como en la producción de bienes tangibles, se trata de mantener y garantizar unos niveles máximos de funcionalidad, de confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y de los mínimos costos económicos integrales en el ciclo de vida.

Es muy temerario, desconocer de los costos la importancia trascendental, del CMD y el LCC, ya de definió que se postula como el mejor y más representativo indicador $MAKPI$, la eficacia de Barringer - Véase Ecuación 3 - Parámetros magnos de *Effectiveness* (Barringer@ P. , 2005).

Se asevera hasta el momento que los costos totales de mantenimiento realmente no son muy sensibles a la optimización técnico-financiera del mantenimiento con la eficacia como $MAKPI$, lo que lo hace poco atractivo de trabajar, pues en los servicios, los ahorros no están en el costo total, están en la parte técnica, eliminando fallas y ampliando las frecuencias de mantenimientos planeados, con β etas controlados y Etas eficaces.

3.3.1.1.12. E12 - Costo materiales de mantenimiento versus costos inventario

Realmente, este indicador, presenta dos situaciones, la primera es que los valores de los materiales no son sensibles (explicado anteriormente) a una buena gestión u operación de mantenimiento, segundo la calidad del inventario, no solo depende de lo que valga hay otros criterios enunciados anteriormente, además del nivel de servicio, que otro parámetro relevante.

$$E12 = \text{Costo de materiales versus costo inventario mantenimiento} \\ = \frac{\text{Costo de materiales de mantenimiento}}{\text{Valor promedio inventario materiales del mantenimiento}}$$

Este índice no aplica, más cuando se sabe que costos no es el único criterio de una buena gestión de mantenimiento. Por otro lado está demostrado que trabajar con índices promediados o con *Moving Average*, es un atropello a los cálculos, los promedios son un exabrupto matemático, solo se usan en series temporales para reducir el componente de ruido de los índices en su valor futuro, su uso en indicadores no es recomendable (Ladiray & Quenneville, 2001).

3.3.1.1.13. E13 - Costo personal indirecto versus costos totales

Muy similar a los anteriores, no aplica por dos razones, el personal indirecto poco o nada incide en la parte técnica, y el valor de este como tal no refleja el CMD ni el LCC, que son los tópicos verdaderamente sensibles en la gestión y operación del mantenimiento y de los activos.

$$E13 = \text{Costo de personal no directo versus costos totales mantenimiento} \\ = \frac{\text{Costo de personal indirecto de mantenimiento}}{\text{Costos totales del mantenimiento}}$$

Este índice no aplica, más cuando se ha expuesto con suficiencia el problema de que costos solos, no reflejan los índices verdaderamente sensibles de mantenimiento, CMD y LCC.

3.3.1.1.14. E14 - Costo de mantenimiento versus energía consumida

En realidad la energía consumida, depende en muy poco o nada en porcentaje de mantenimiento, al igual la eficiencia de las redes y tipos de energía que usan, es más del área de ingeniería de proyectos y de operación.

$$E14 = \text{Costo de mantenimiento versus costo de la energía} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Energía total utilizada}}$$

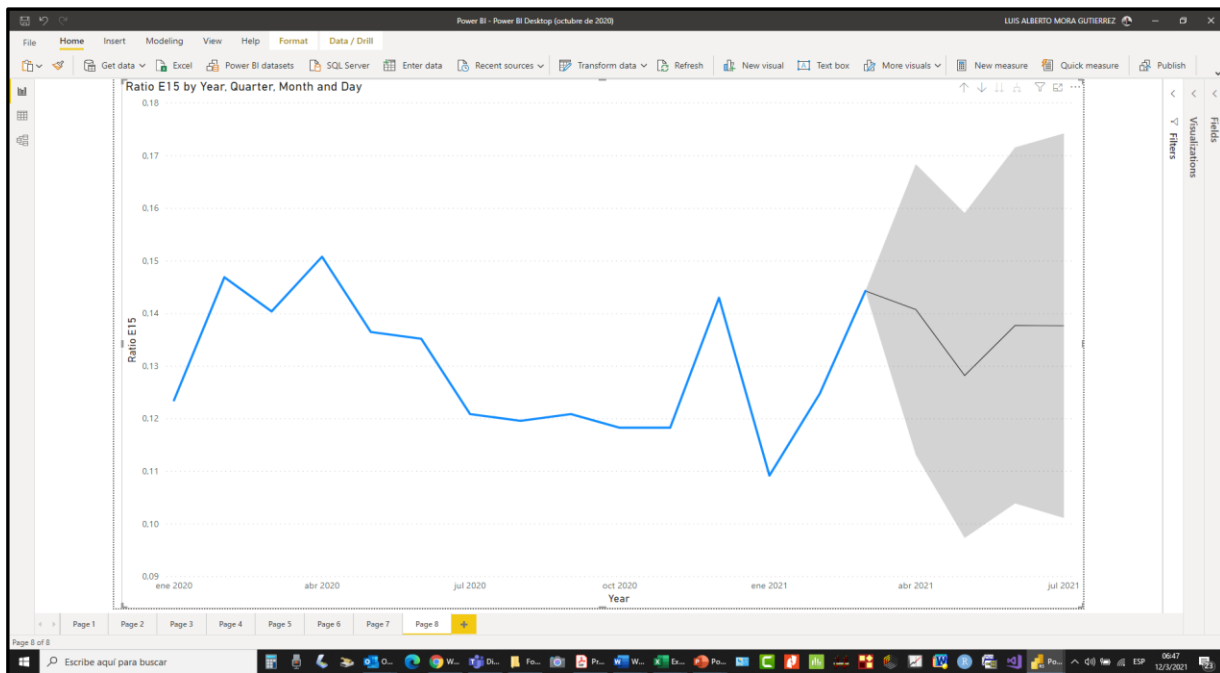
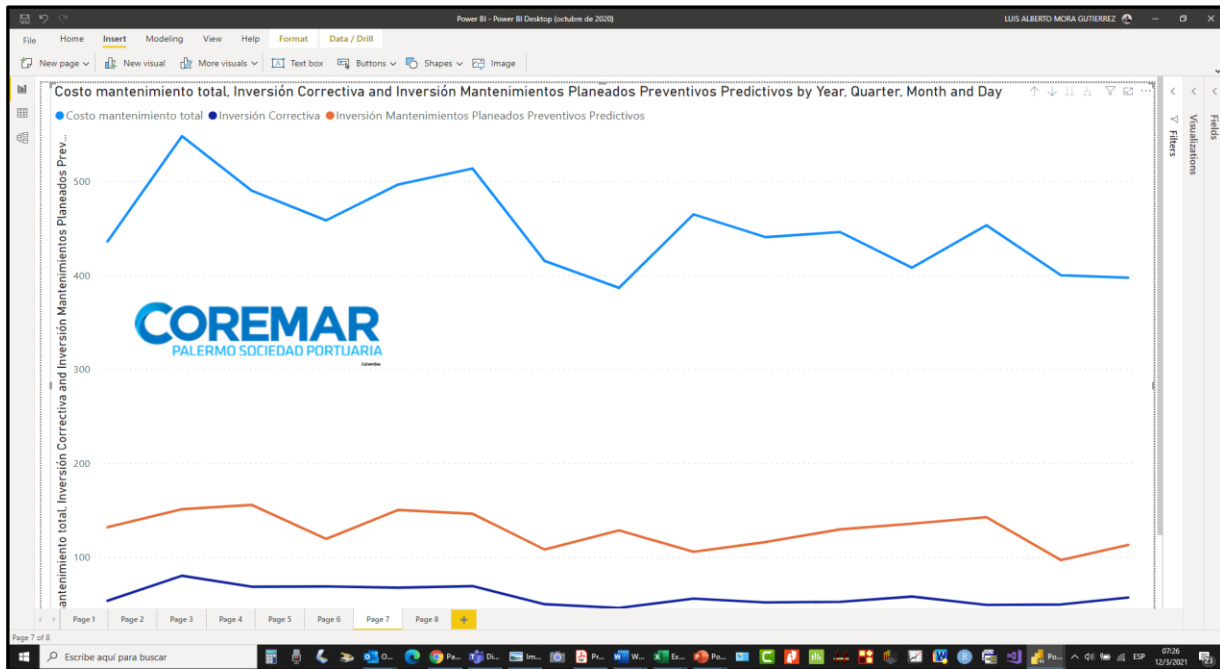
No es relevante ni apropiado a mantenimiento. Las unidades de la relación no son afines, pesos de mantenimiento por kilovatio, no refleja un índice apropiado, energía no depende de mantenimiento, su beneficio no es claro, ni concreto a mantenimiento.

Nivel 3 de Indicadores Económicos

3.3.1.1.15. E15 - Costo de mantenimiento correctivo versus costo total

Si bien el indicador da una idea del porcentaje monetario realizado en correctivo, debe quedar muy claro que las acciones de mantenimiento no son ni buenas ni malas, se presume que lo predictivo es mejor que lo correctivo, pero no es así, así que realmente el indicador nos indica más bien que se debe medir en la curva de la bañera que es lo que verdaderamente sucede con el *MTTR* y el *MTBM_C* de la empresa.

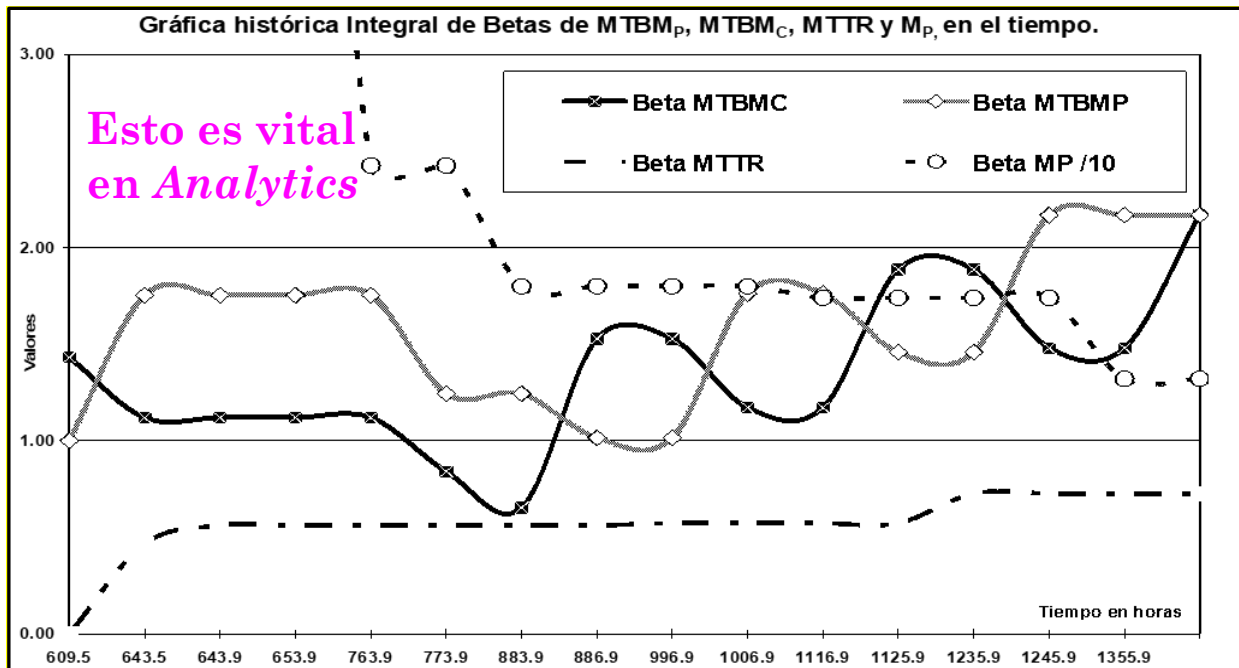
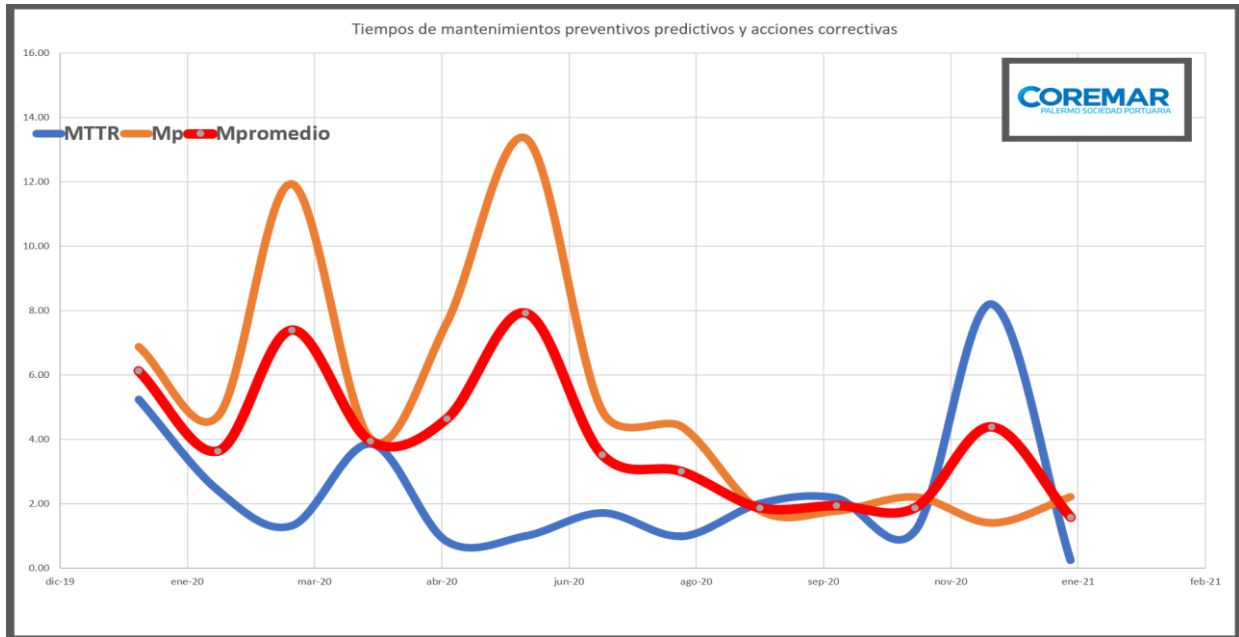
Ilustración 66 - Costos correctivos vs. Costo total - Predicción E15



El Ratio E15 en la empresa ha sido estable y como tal debe mantenerse, el futuro marca bien.

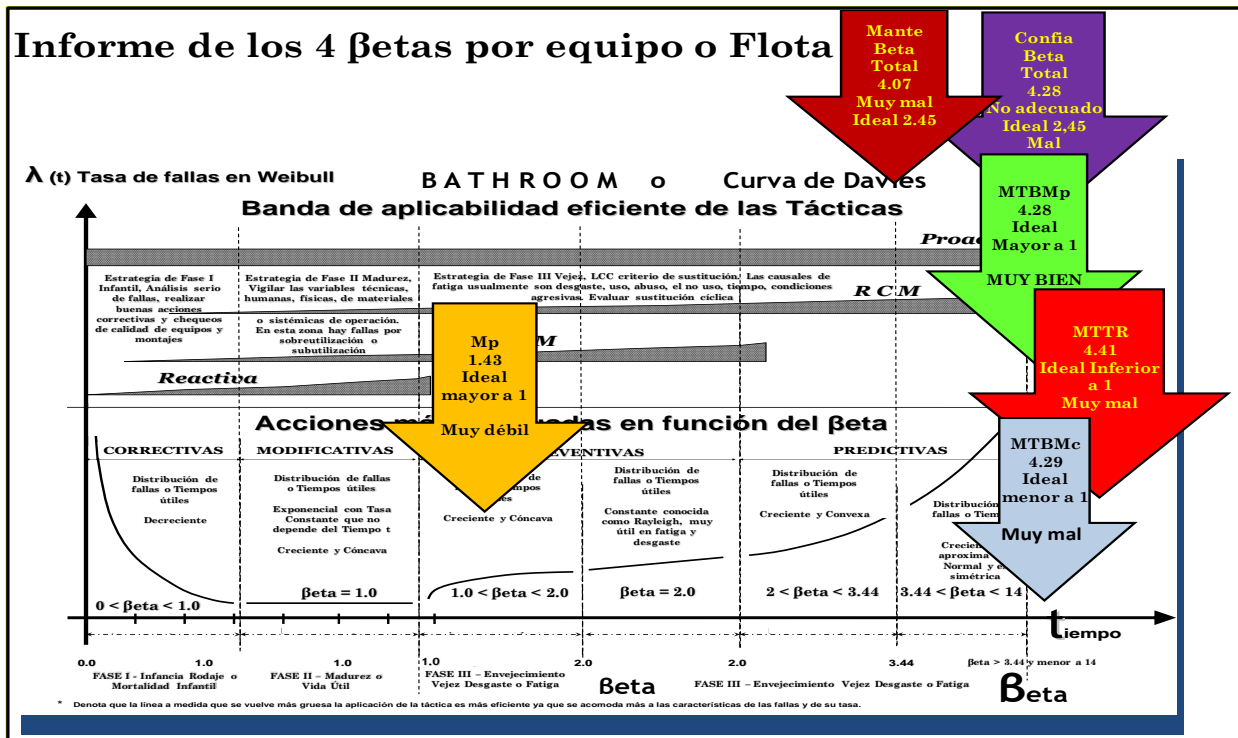
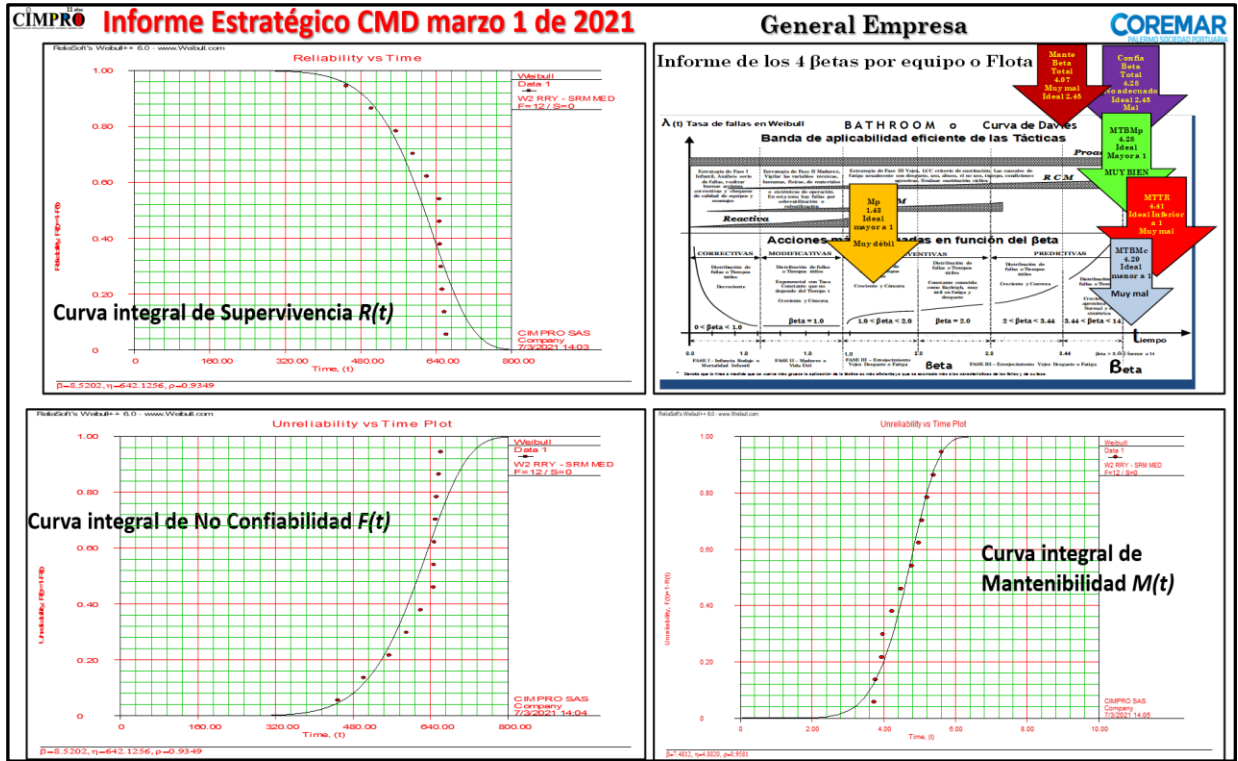
$$E15 = \text{Costo de mantenimiento correctivo versus costo total} = \frac{\text{Costo de correctivo}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

Ilustración 67 - Influencias preventivo - predictivo en correctivo y viceversa



COREMAR Palermo Total Planta Empresa														Mes - Año		
	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21		
MTBMc	350.63	501.75	654.50	742.77	838.87	852.07	892.06	929.26	793.60	700.76	715.44	772.80	835.26	785.07	MTBMc	
MTTR	5.12	2.45	1.32	3.82	0.85	1.03	1.72	0.99	1.98	2.18	1.18	5.69	0.24	4.40	MTTR	
MTBmp	276.17	393.92	506.74	571.76	674.03	665.94	693.41	738.43	633.59	547.98	563.57	600.74	649.14	613.99	MTBmp	
Mp	6.93	4.66	11.92	3.87	7.81	13.06	5.07	4.21	1.95	1.72	2.06	1.55	2.25	1.57	Mp	
MTBM	154.45	220.63	285.58	322.92	373.55	373.72	390.09	411.39	352.24	307.43	315.15	337.89	365.13	344.48	MTBM	
Mpromedio	6.12	3.68	7.26	3.87	4.79	7.70	3.63	2.79	1.96	1.90	1.68	3.43	1.37	2.82	Mpromedio	
Disponibilidad	94.59%	97.49%	95.33%	97.92%	97.72%	96.53%	98.32%	98.16%	98.93%	98.58%	99.26%	97.75%	99.52%	98.83%	Disponibilidad	

**COREMAR
Palermo Total
Planta Empresa**



Fuente (Mora A. -G., 2021) (Mora A. -G., Predicciones - Demand Planning - Inventarios Casos reales, 2018)

Es clara la influencia del correctivo en el preventivo y viceversa, aunque se aclara no en dinero, como esta E15y E16 de preventivos, pero lo importante de estos dos indicadores es que deberían ser en términos técnico, no económicos, ya se sustentó, el dinero en mantenimiento no refleja la realidad.

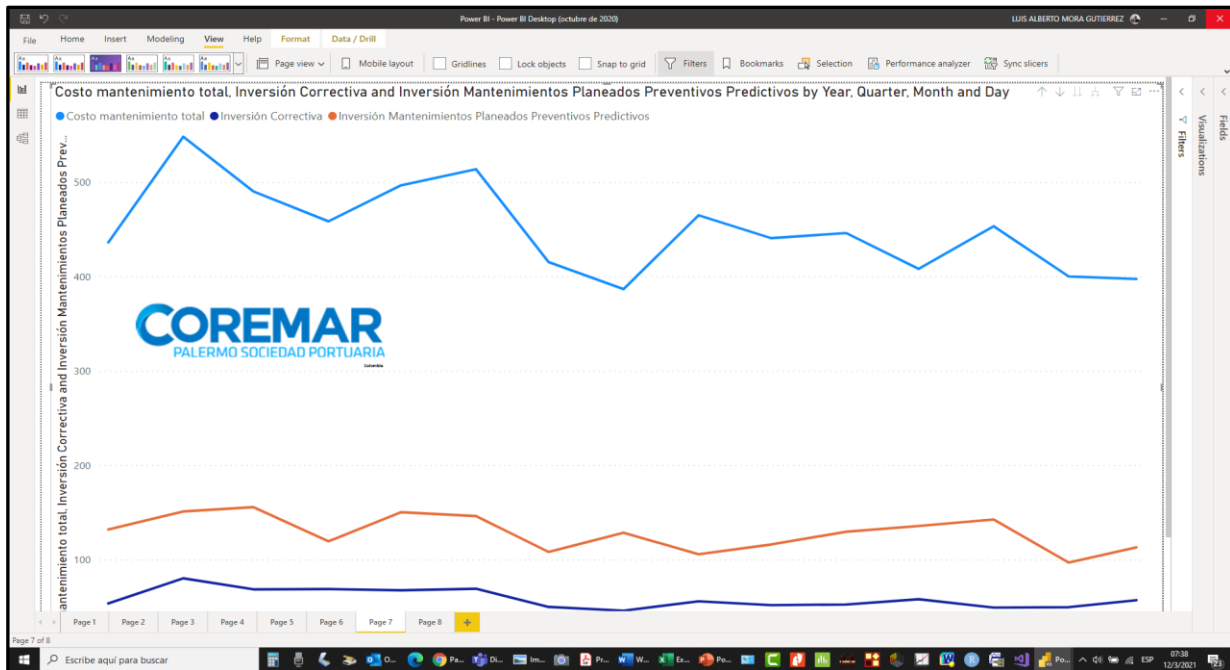
Es indudable que cuando se incrementa uno de ellos, el otro disminuye tanto en betas como en tiempos *MTTR* y *Mp*. Se recalca la recomendación, en vez de datos económicos a la luz del interior del proyecto, estos indicadores es mejor trabajarlos técnicamente como CMD y LCC combinados, en toras palabra Eficiencia (véase Ecuación 3 - Parámetros magnos de *Effectiveness*) de mantenimiento.

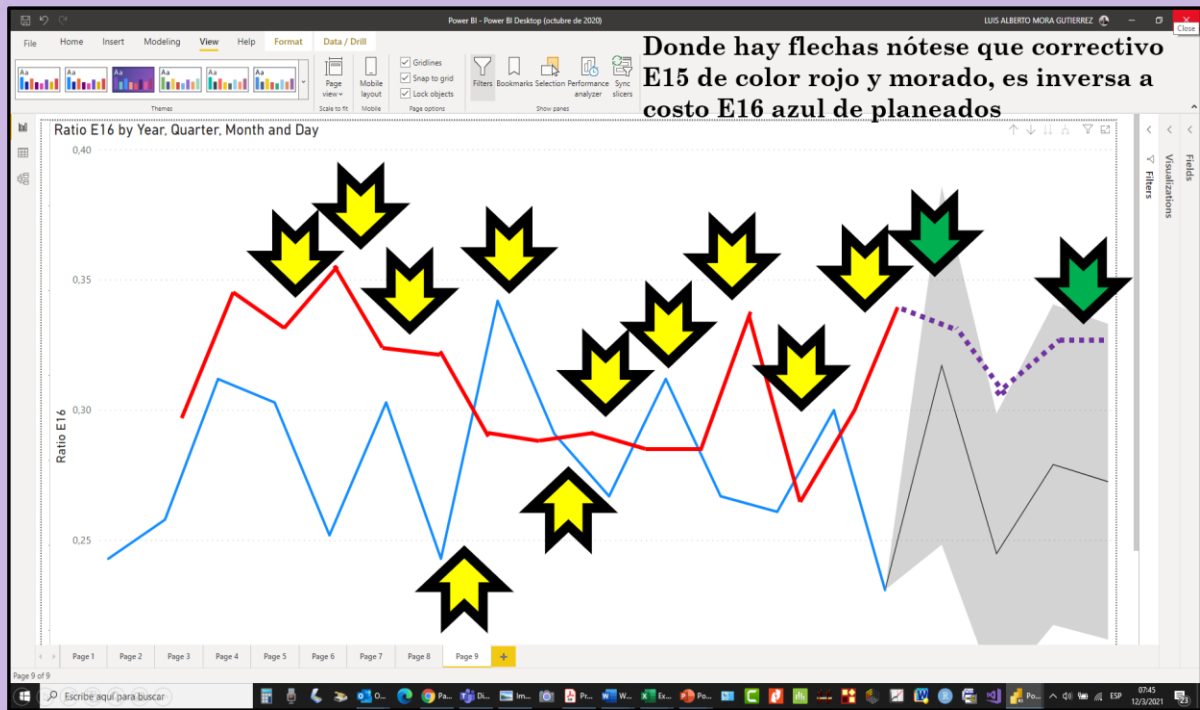
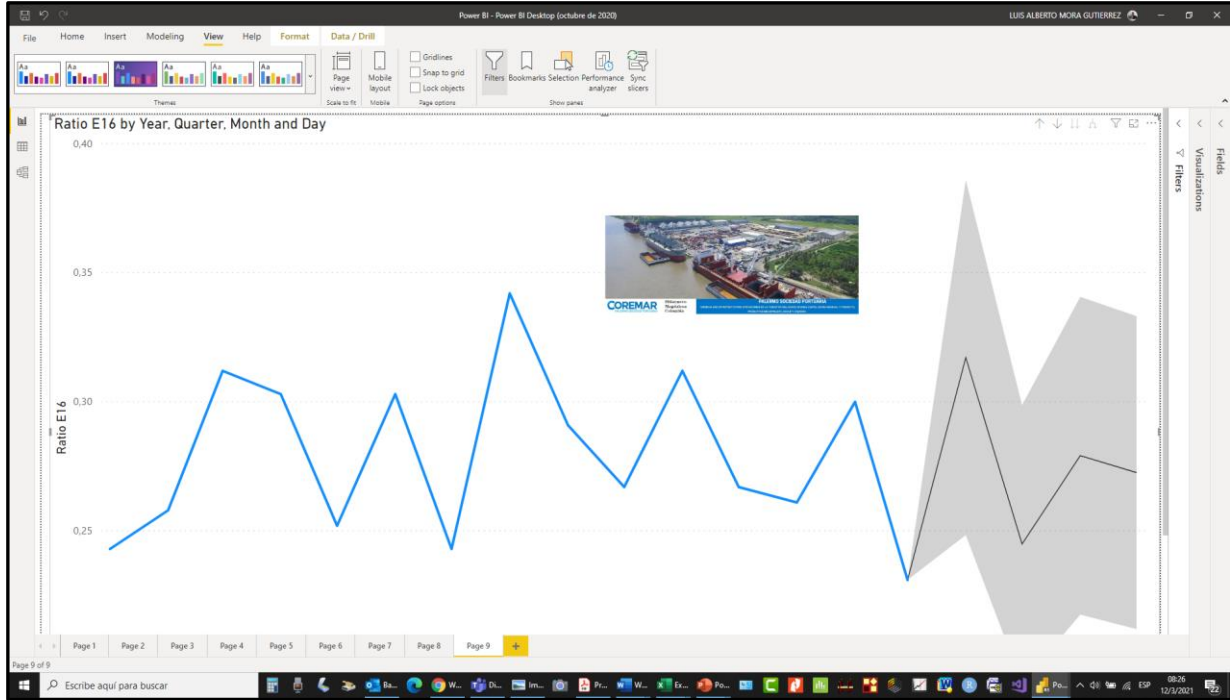
3.3.1.1.16. E16 - Costo de mantenimiento correctivo versus costo total

Es un buen indicador, aunque no permite ser concluyente, el E15 y el E16 son meramente descriptivos, o sea están en la parte básica de los indicadores, en la línea básica de evolución de los datos, por lo cual su importancia no es clara ni es relevante. Se vuelve a decir E15 y E16 no son estadísticamente concluyentes, solo son descriptivos, y esto la verdad no es muy útil en la parte estratégica.

$$E16 = \frac{\text{Costo de mantenimiento preventivos predictivos versus costo total}}{\text{Costo de preventivos \& predictivos}} = \frac{\text{Costo total mantenimiento}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

Ilustración 68 - Costos planeados *Mp* vs. costos totales - Predicción E16



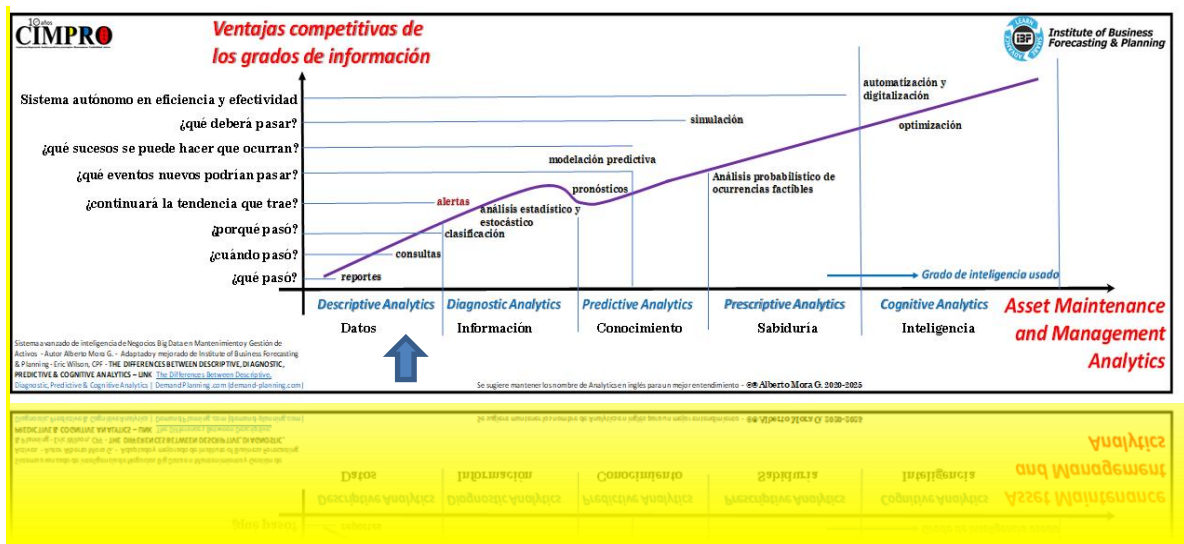


Nótese que en la gran mayoría de los casos los costos son inversión cuando sube uno baja el otro, pero es no más eso, ratificando que son contrarios, esto en la figura anterior, pero no sirven para sacar ninguna conclusión útil de CMD o de LCC.

Es importante recordar que así se incrementa la inversión de E15 y/o E16, esto no es garantía de que mejoren los tiempos útiles $MTBM_C$ $MTBM_P$ o se logre erradicar más causas probables o raíces de fallas, o que se pueda ampliar la frecuencia temporal entre preventivos, de manera subjetiva y no técnica; el mensaje es que no son buenos indicadores que aporten verdaderamente a la gestión y optimización de MAKPI.

E15 y E16, no son concluyentes, son meramente descriptivos, o sea están en la parte básica de los indicadores, en la cadena de valor agregado de la información, están a la izquierda.

Ilustración 69 - Analytics aplicada a mantenimiento y a activos



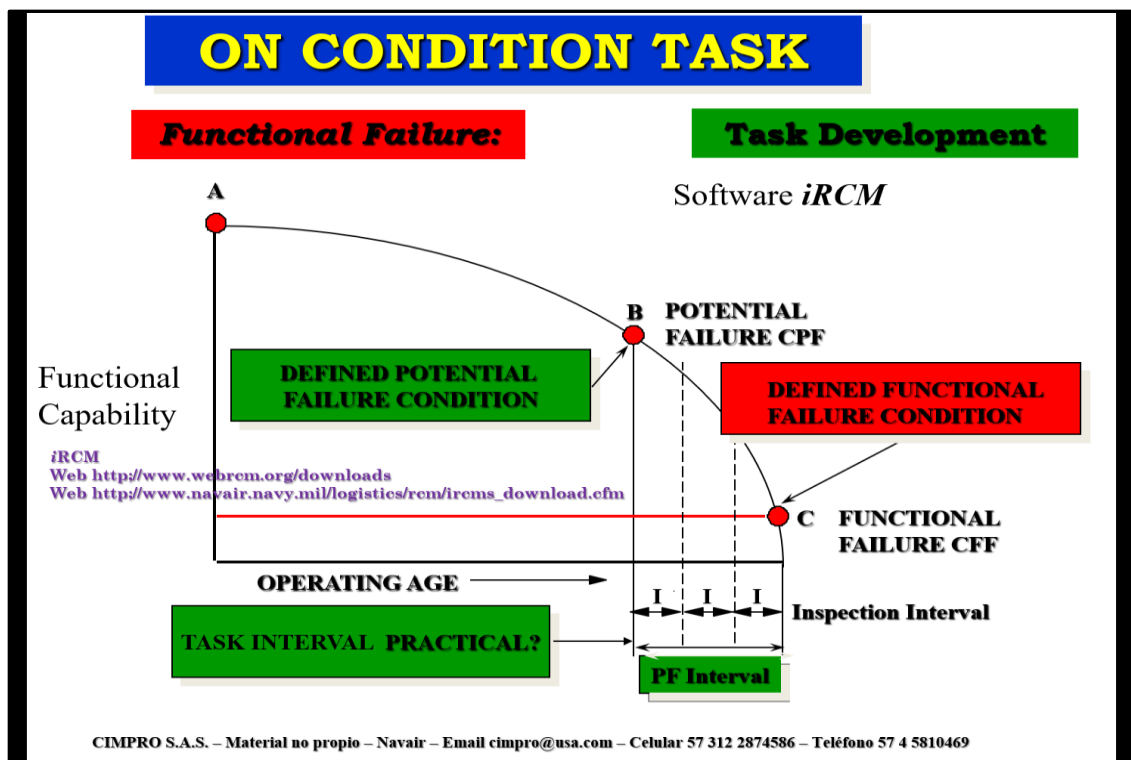
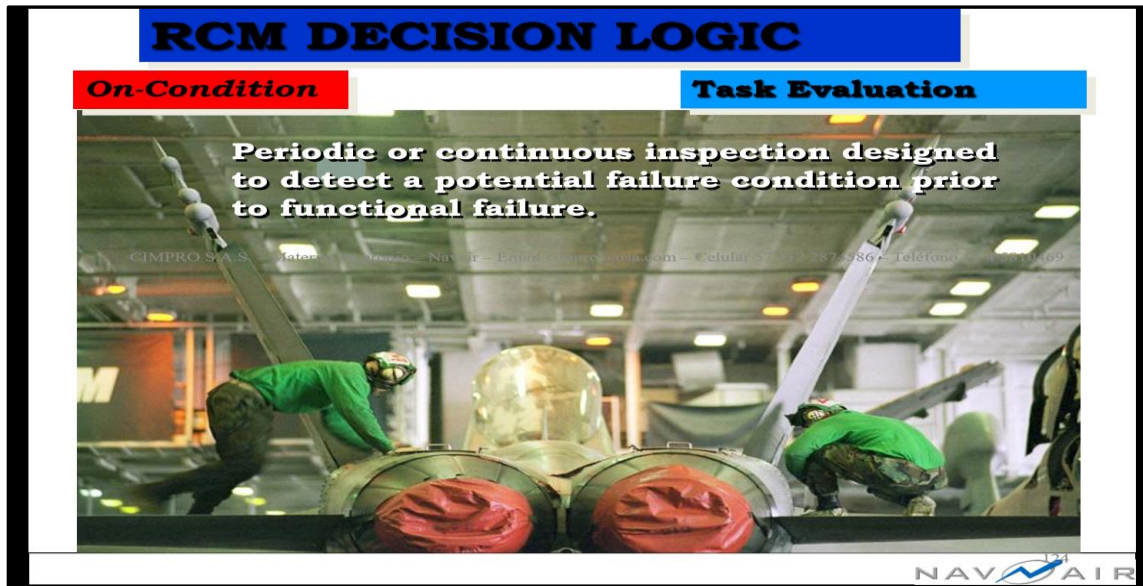
Fuente (Wilson, 2020)

En otras palabras E15 y E16 no impactan al sistema MAKPI.

3.3.1.1.17. E17 - Costo de On Condition versus costo total

Se vuelve a lo mismo, se debe recordar que el MBC Mantenimiento Basado en Condición, es un mantenimiento combinado preventivo y/o predictivo con correctivo, lo cual hace muy difícil su costo en forma precisa, se puede afirmar que no es atractivo, para la empresa, también es importante subrayar que el MBC u *On Condition*, no aplica a todo, solo a aquellos elementos en que su falla avisa y se conoce con exactitud, precisión y experiencia ese valor. No se desglosa en la actualidad. No aplica.

Ilustración 70 - On Condition



Fuente (AMEF@, 2005) (Mora A. -G., Asignatura Fallas, 2021)

$$E17 = \text{Costo de mantenimiento on condition versus costo total} = \frac{\text{Costo de on condition}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

En realidad, en COREMAR no se desglosa esta actividad y además aún no se registra en su verdadera dimensión.

3.3.1.1.18. E18 - Costo mantenimiento sistemático vs. costo total

Como tal no se reconoce en COREMAR, no aplica.

$$E18 = \text{Costo de mantenimiento sistemático versus costo total} = \frac{\text{Costo de sistemático}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

3.3.1.1.19. E19 - Costo de mantenimiento de mejora vs. costo total

Taxativamente hablando, no existe, cuando el mantenimiento de mejora o de rediseño es por causa del correctivo correspondiente ya no es efectivo en esa falla, se denomina Mantenimiento Modificativo, es la segunda banda de izquierda a derecha en la curva de la bañera.

Además en caso de que no aplique como modificativo y sea para mejorar la capacidad de operación de la máquina, pertenece al departamento de ingeniería proyectos o a producción, pero nunca a mantenimiento. No aplica.

No se contabiliza como tal, registrarlo requeriría demasiado esfuerzo contable para muy poco o ningún beneficio a la gerencia corporativa de mantenimiento.

$$E19 = \text{Costo de mantenimiento de mejora versus costo total} = \frac{\text{Costo de mejora}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

3.3.1.1.20. E20 - Costo de paradas programadas vs. costo total

No aplica, se maneja lo programado bajo panoramas de predicción y de planeación estratégica, no aplica.

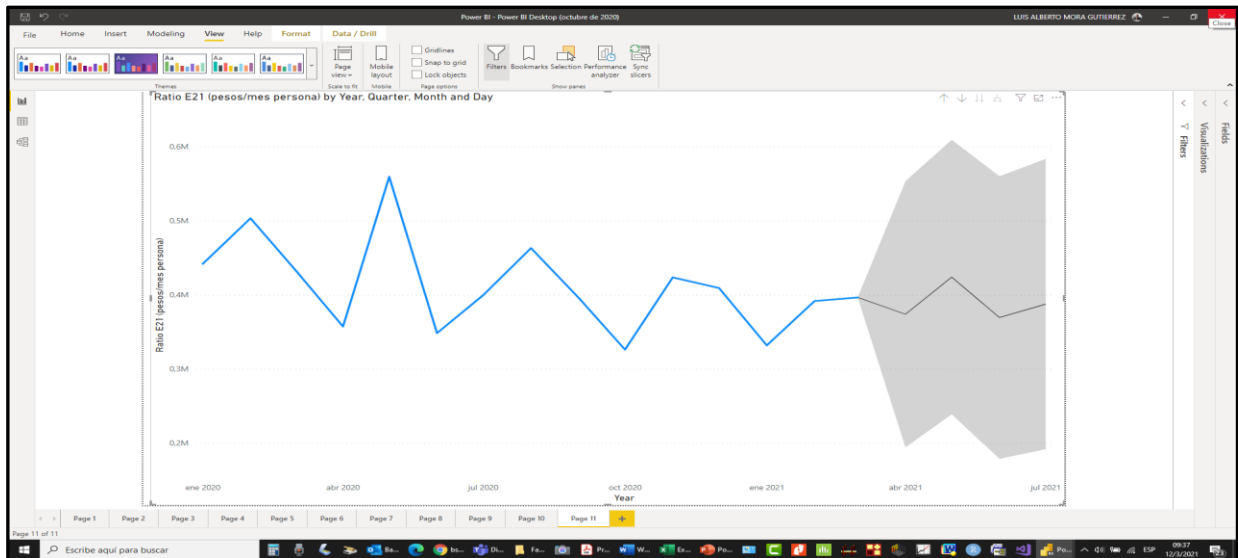
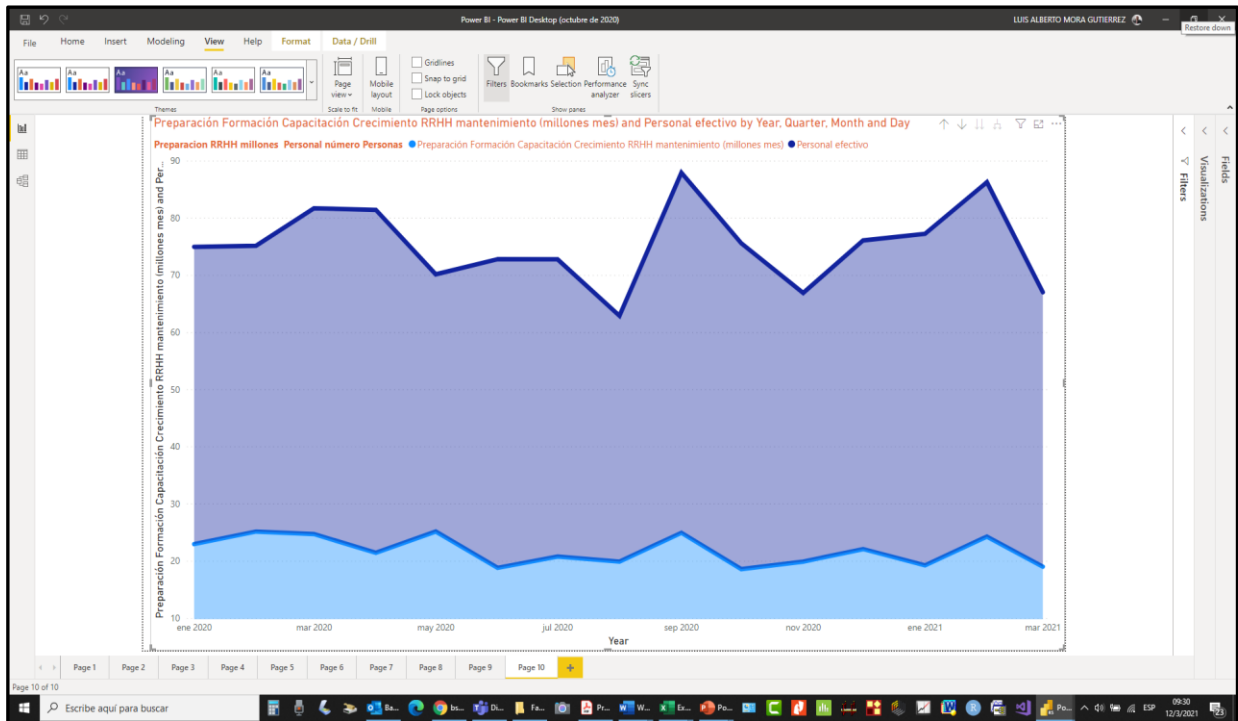
$$E20 = \text{Costo de paradas programadas versus costo total} = \frac{\text{Costo paradas programadas de mantenimiento}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

3.3.1.1.21. E21 - Costo formación RRHH mantenimiento vs. Personal efectivo

Si es importante, saber de alguna manera el esfuerzo monetario, en este rubro, aunque también se le endilga la muletilla, del sello de poco útil, por no ser calculado en unidades de términos técnicos de CMD, si no solo de forma monetaria, que no es muy representativa, porque el único objetivo de mantenimiento es tener costos bajos, su verdadera función es garantizar la funcionalidad de las máquinas con costos adecuados y pertinentes, para que la activo pueda generar rentabilidad al producir eficazmente con el máximo CMD y el mejor LCC.

$$E21 = \text{Costo formación RRHH versus costo total} = \frac{\text{Costo de preparación integral RRHH}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

Ilustración 71 - Costo formación RRHH vs. Plantilla RRHH - Predicción E21



En general, se maneja muy bien y es primera línea en la empresa y el departamento la constante mejora y crecimiento de su plantilla de personal, en todos los niveles. Se perfila estable el futuro.

3.3.1.1.22. E22 - Costo tercerizado mecánica vs. Costo mantenimiento global

Podría ser interesante, pero realmente los costos en subcontratación específico (mecánicos, eléctricos, hidráulicos, etcétera) no dicen mucho y lo económico solo no es aportante para los MAKIS, lo importante es lo que se explicó anteriormente de elementos

indiferenciados en el documento de Cummins Komatsu, denominado Fabricar o Subcontratar descrito anteriormente.

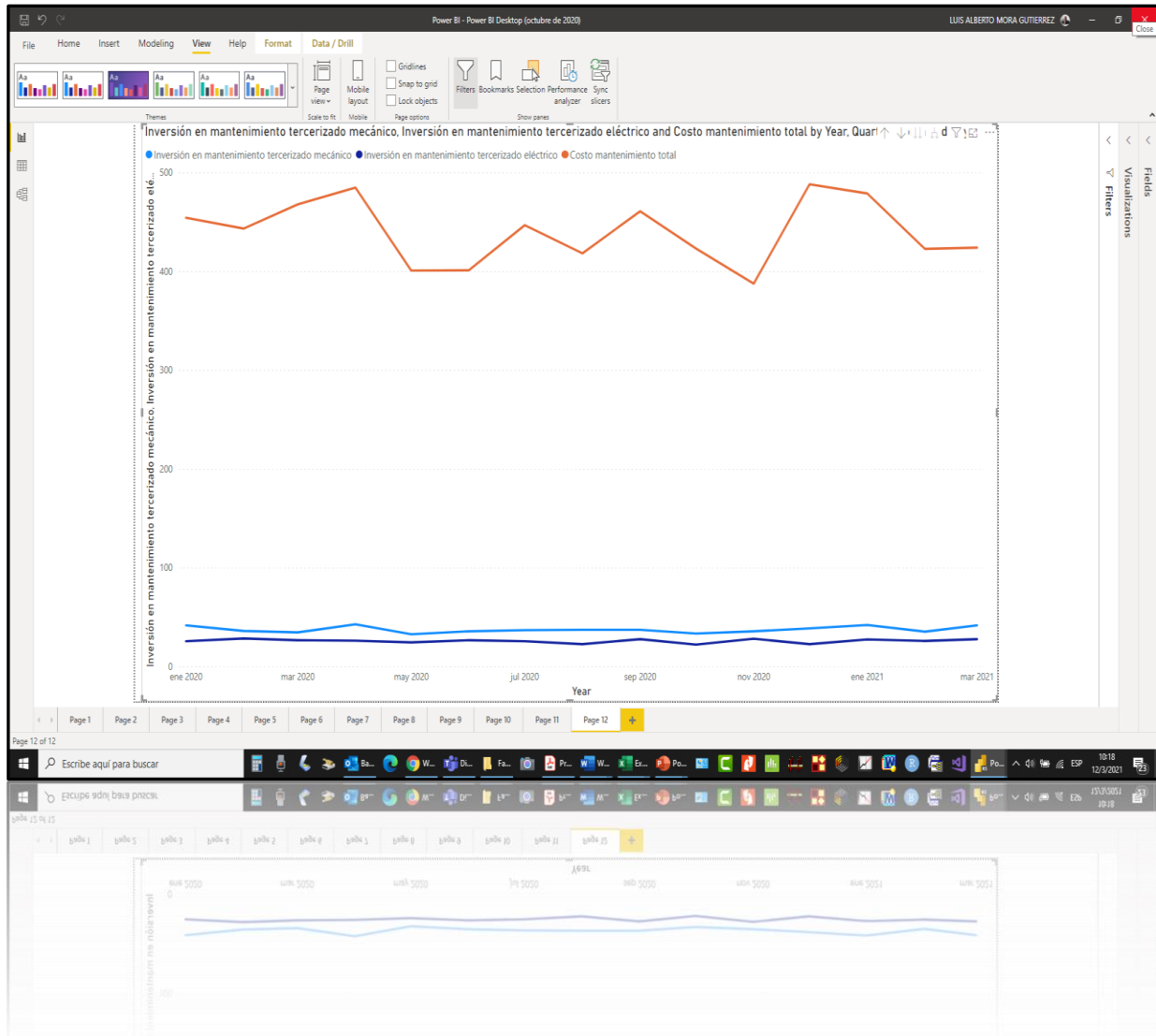
$$E22 = \frac{\text{Costo de mantenimiento mecánico tercerizado versus costo total}}{\text{Costo mantenimiento mecánico tercerizado}} = \frac{\text{Costo total mantenimiento}}{\text{Costo mantenimiento mecánico tercerizado}}$$

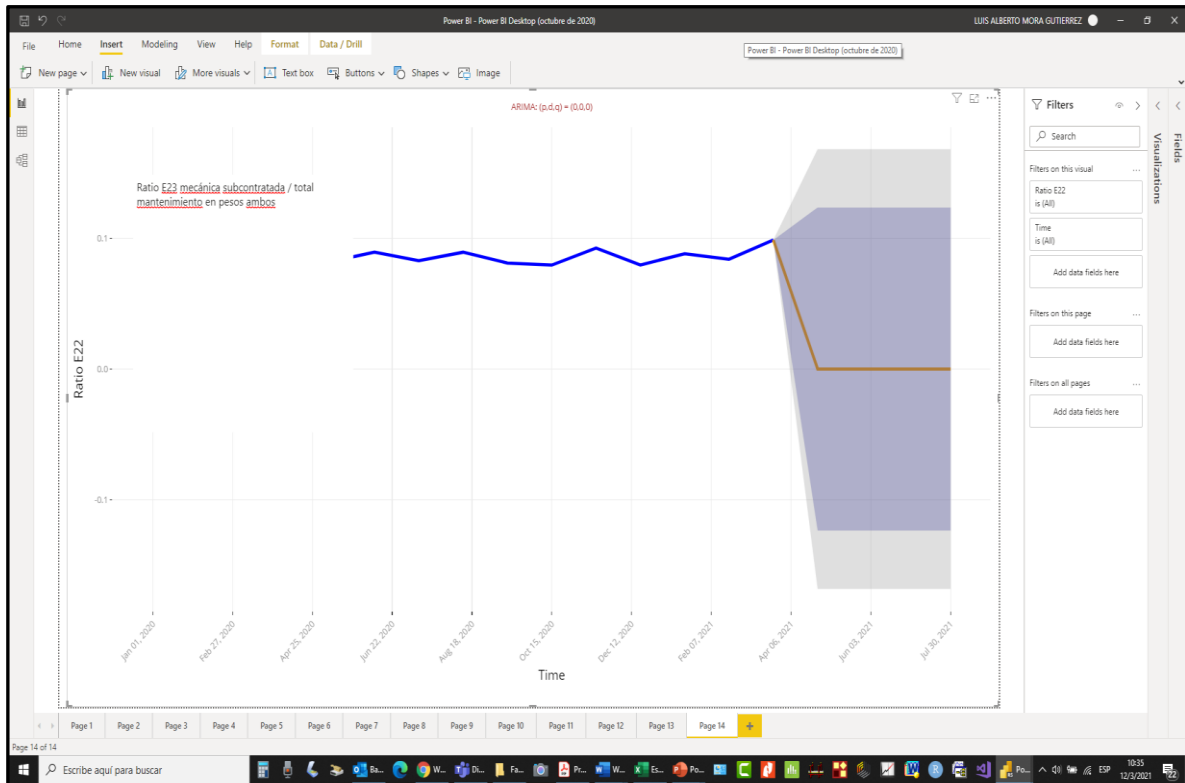
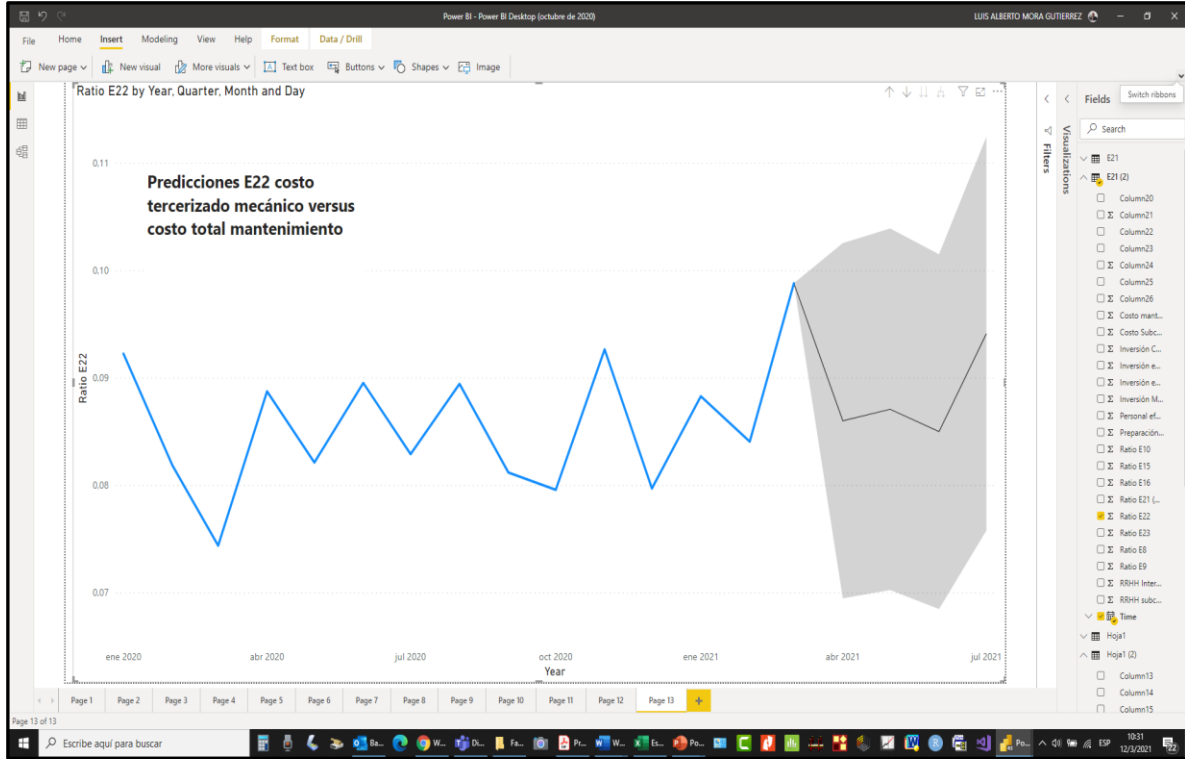
3.3.1.1.23. E23 - Costo total tercerizado mecánica vs. Personal efectivo

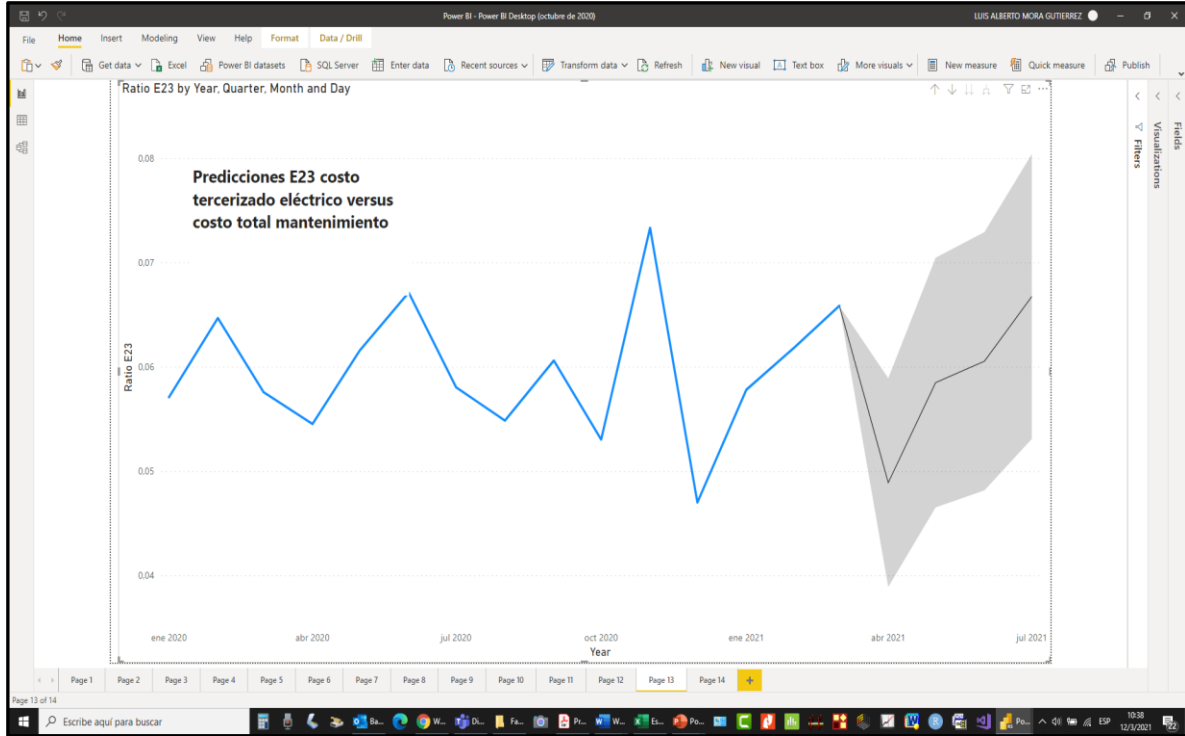
Similar al anterior.

$$E23 = \frac{\text{Costo de mantenimiento mecánico tercerizado versus costo total}}{\text{Costo mantenimiento eléctrico tercerizado}} = \frac{\text{Costo total mantenimiento}}{\text{Costo mantenimiento eléctrico tercerizado}}$$

Ilustración 72 - Costos tercerizados mecánicos y eléctrico - Predicción E22 y E23





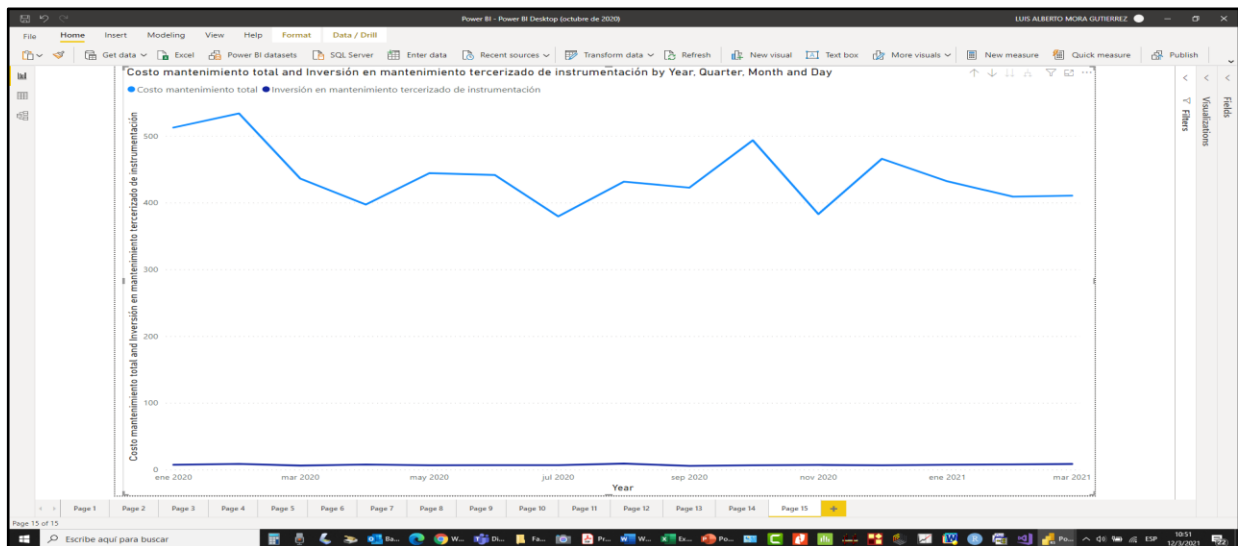


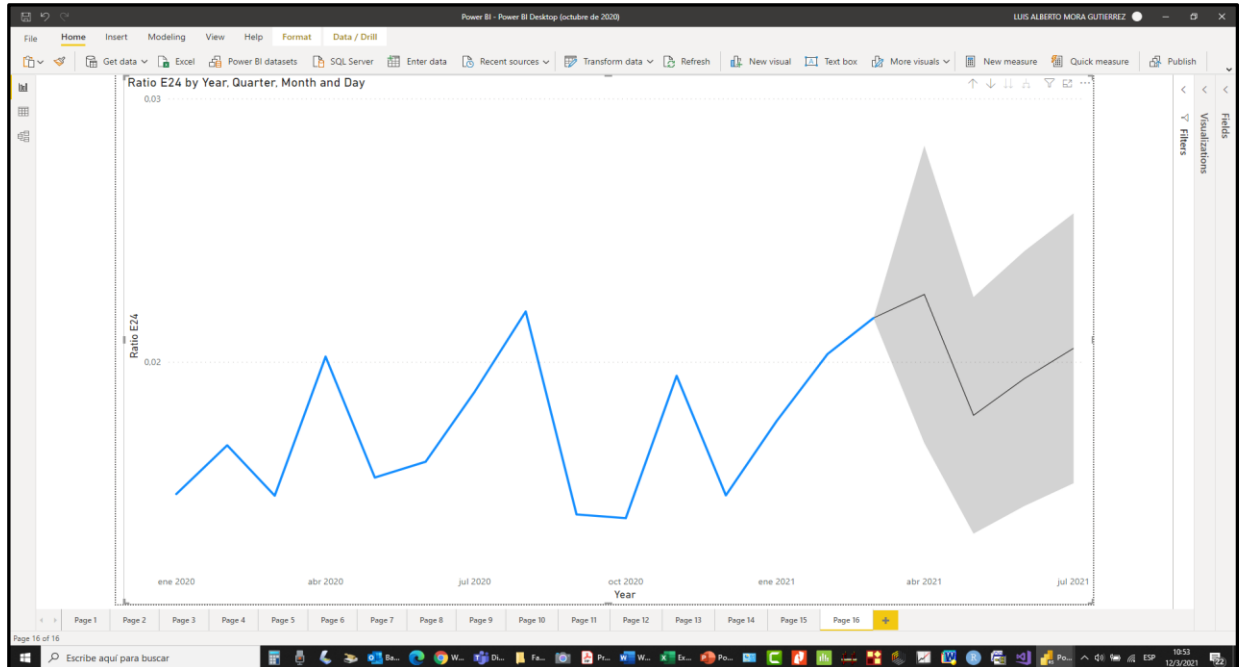
En general E22 y E23 se vislumbran estables a futuro, no hay riesgos a la vista.

3.3.1.1.24. E24 - Costo total tercerizado instrumentación vs. Personal efectivo
 Realmente no aporta mucho, iguales comentarios que los dos anteriores.

$$E24 = \frac{\text{Costo de mantenimiento instrumentación versus costo total}}{\text{Costo mantenimiento electrico tercerizado}} = \frac{\text{Costo total mantenimiento}}{\text{Costo total mantenimiento}}$$

Ilustración 73 - Costos tercerización instrumentación vs. costo total - Predicción E24





En general permanece bien, es estable en el tiempo, como casi todas las variables hasta ahora revisadas en COREMAR.

3.3.1.2 Indicadores Organizacionales

La empresa desde el inicio del proyecto se centra en indicadores de orden tecnológico que aportaran verdaderamente al MAKPI.

Para el caso en particular los organizacionales se analizan, pero COREMAR por lo joven, aún no está madura para ellos y nos e les ve alguna utilidad usarlos.

Los indicadores de este rango, en su aplicación tocan muy de soslayo, además de que mucha de la información requerida detallada de la gran mayoría de ellos, aún no se dispone en la empresa ni en los *Data Lake* ORACLE, en general el grupo de los indicadores organizacionales no son prioridad de primera línea en los MAKPI, de mucho no se tiene la información precisa y por sobre todo no son tan relevantes, como se deseara. Por lo cual por los momentos, se da prioridad solo a los verdaderamente asociados a CMD y LCC.

Los índices que destaca la Norma UNE UE 15341 muestran, los que se describen a continuación.

Nivel 1 de Indicadores Organizacionales

En este primer grupo están, los siguientes.

3.3.1.2.1. O01 - Ratio personal interno vs. Personal total mantenimiento

O1 = Ratio personal interno dentro del total / Personal total de mantenimiento

3.3.1.2.2. O02 - Personal indirecto interno vs. Personal interno mantenimiento

*O2 = Ratio personal indirecto (no participan en acciones reales de mantenimiento) del total interno
= Personal indirecto de mantenimiento / Personal interno mantenimiento*

3.3.1.2.3. O03 - Personal indirecto vs. Personal directo mantenimiento

O3 = Ratio personal indirecto sobre personal directo

3.3.1.2.4. O04 - Horas-Hombre Mantenimiento por Operario producción mantenimiento por Horas-Hombre total Personal directo mantenimiento

O4 = Ratio HH⁵² mantenimiento por operario producción entre HH personal directo mantenimiento

3.3.1.2.5. O05 - Horas-Hombre Mantenimiento por Operario producción mantenimiento por Horas-Hombre total Personal directo mantenimiento

O5 = Ratio HH mantenimiento planificado y programado entre HH personal directo mantenimiento

3.3.1.2.6. O06 - Lesiones humanas en mantenimiento vs. Personal total mantenimiento

O6 = Número lesiones en RRHH mantenimiento / Personal total en mantenimiento

3.3.1.2.7. O07 - Horas-Hombre perdidas por lesiones versus Horas-Hombre totales en mantenimiento

O7 = HH perdidas por lesiones en mantenimiento por HH totales laboradas período de tiempo

3.3.1.2.8. O08 - Horas-Hombre de mejoras versus Horas-Hombre totales en mantenimiento

O8 = HH invertidas en mejoramiento continuo / HH totales laboradas de RRHH en mantenimiento

Nivel 2 de Indicadores Organizacionales

En este segundo grupo se encuentran, las descritas a continuación.

3.3.1.2.9. O09 - Horas-Hombre de mantenimiento por operario producción versus Horas-Hombre totales de operarios de producción

O9 = $H = \frac{HH \text{ de mantenimiento por operario producción}}{HH \text{ totales laboradas por operarios producción}}$

3.3.1.2.10. O10 - Personal directo mantenimiento en turnos versus Personal

⁵² HH - Sigla de Horas Hombre

directo de mantenimiento

$$O10 = \text{Personal de mantenimiento por turnos} / \text{Personal total directo de mantenimiento}$$

Nivel 3 de Indicadores Organizacionales

El tercer grupo describe los siguientes indicadores claves.

3.3.1.2.11. O11 - Tiempo de mantenimiento correctivo urgente versus tiempo total de no disponibilidad por mantenimiento

$$O11 = \text{Tiempo invertido en mantenimiento correctivo de urgencia} / \text{Tiempo total de no disponibilidad por mantenimiento}$$

Es importante mencionar, que esta fórmula tiene un gazapo⁵³, pues no hay indisponibilidad imputable a producción o mantenimiento, hay un yerro en la concepción, la fórmula natural es:

Ecuación 5 - Fórmulas de disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$$

$$\text{Disponibilidad Alcanzada} = A_A = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} = \frac{\frac{1}{\frac{1}{MTBM_C} + \frac{1}{MTBM_P}}}{\frac{1}{\frac{1}{MTBM_C} + \frac{1}{MTBM_P}} + \frac{\frac{MTTR}{MTBM_C} + \frac{M_P}{MTBM_P}}{\frac{1}{MTBM_C} + \frac{1}{MTBM_P}}}$$

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

⁵³ Gazapo, según la Real Academia Española es mentita, embuste, yerro que por inadvertencia deja escapar quien escribe o habla.

$MTBM_p$ como el 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 promedio 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 promedio para ejecutar tareas proactivas de mantenimientos planeados.

El \bar{M} (*Mean Time active Maintenance*), es el tiempo promedio 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 administrativos y tampoco los logísticos (Blanchard, y otros, 1994) (Vallejo, y otros, 2004), por demoras (Mora & Espinel Blanco, Mantenimiento estadístico en activos, 2020).

En conclusión es redundante decir indisponibilidad por mantenimiento, la pérdida de funcionalidad se asume en la alcanzada, como los tiempos que se invierten en demoras ADT o LDT' , en acciones de reparación o en mantenimientos planeados, es decir estos cuatro elementos son de debajo de la gráfica CMD (mapas) del $SoFa$ ⁵⁴, de mantenibilidad, que es el adjetivo calificativo de mantenimiento (Mora A. -G., Mantenimiento estratégico, 2017).

3.3.1.2.12. O12 - HH personal interno directo de mantenimiento mecánico versus HH total personal interno directo de mantenimiento

$$O12 = HH \text{ personal interno directo mecánico} / HH \text{ personal interno directo mantenimiento}$$

3.3.1.2.13. O13 - HH personal interno directo de mantenimiento electricidad versus HH total personal interno directo de mantenimiento

$$O13 = HH \text{ personal interno directo eléctrico} / HH \text{ personal interno directo mantenimiento}$$

3.3.1.2.14. O14 - HH personal interno directo de mantenimiento instrumentación

⁵⁴ $SoFa$ - *State of Failure* - Estado de pérdida de funcionalidad

versus HH total personal interno directo de mantenimiento

O14 = HH personal interno directo instrumentación / HH personal interno directo mantenimiento

3.3.1.2.15. O15 - Personal interno de mantenimiento de actividades varias versus Personal total interno directo de mantenimiento

O15 = Personal interno actividades varias u oficvivos varios HH personal interno mantenimiento

3.3.1.2.16. O16 - HH mantenimiento correctivo vs. HH total mantenimiento

O16 = HH mantenimiento correctivo / HH total mantenimiento

3.3.1.2.17. O17 - HH mantenimiento correctivo urgente vs. HH total mantenimiento

O17 = HH mantenimiento correctivo de urgencia / HH total mantenimiento

3.3.1.2.18. O18 - HH mantenimiento preventivo vs. HH total mantenimiento

O18 = HH mantenimiento preventivo / HH total mantenimiento

3.3.1.2.19. O19 - HH mantenimiento basado en condición vs. HH total mantenimiento

O19 = HH mantenimiento basado en condición / HH total mantenimiento

3.3.1.2.20. O20 - HH mantenimiento sistemático vs. HH total mantenimiento

O20 = HH mantenimiento sistemático / HH total mantenimiento

3.3.1.2.21. O21 - HH extras mantenimiento interno vs. HH total mantenimiento interno

O21 = HH extras mantenimiento interno / HH total mantenimiento interno

3.3.1.2.22. O22 - Órdenes de trabajo realizadas vs. Órdenes totales

O22 = Órdenes de trabajo realizadas / Órdenes totales

3.3.1.2.23. O23 - HH mantenimiento basado en condición vs. HH total mantenimiento

O23 = HH mantenimiento basado en condición / HH total mantenimiento

3.3.1.2.24. O24 - Personal que usa computador vs. Personal total mantenimiento

O24 = Personal mantenimiento con computador / Personal total mantenimiento

3.3.1.2.25. O25 - HH trabajadas en mantenimiento planeado vs. HH total mantenimiento

O25 = HH trabajos mantenimiento planeado / HH total mantenimiento

3.3.1.2.26. O26 - Número piezas repuesto pedidos vs. Número repuestos total

$$O26 = \text{Número piezas pedidos a almacén} / \text{Número repuestos total mantenimiento}$$

Todos, prácticamente los organizacionales, no aportan a la empresa en el contexto actual donde prima el CMD y el LCC.

3.3.1.3 Indicadores Técnicos

Estos se dedican a la parte técnica, aunque de antemano se determina que los que se usen deben estar alineados a los ya definidos de la disponibilidad internacional en especial a la disponibilidad alcanzada, ya definida para la empresa.

Nivel 1 de Indicadores Técnicos

En este primer grupo están, los siguientes.

3.3.1.3.1. T01 - Ratio entre tiempo útil vs. Tiempo útil *up time*⁵⁵ más tiempo de *down time*⁵⁶

$$O1 = \text{Ratio tiempo útil} / \text{Tiempo total máquina} (\Sigma UT + \Sigma DT)$$

3.3.1.3.2. T02 - Tiempo útil requerido con funcionalidad versus Tiempo útil total requerido

$$T02 = \text{Tiempo requerido con máquina con funcionalidad plena} / \text{Tiempo con funcionalidad total (requerida o no)}$$

Este indicador es un poco confuso y está absorbido dentro de los internacionalmente aceptados, no aplica como está, no tiene como mucho sentido.

3.3.1.3.3. T03 - Número de fallas por mantenimiento que afectan el medio ambiente versus Período de tiempo evaluado

$$T03 = \text{Número de fallas que afectan el medio ambiente} / \text{Período de tiempo estudiado}$$

3.3.1.3.4. T04 - Lesiones por mantenimiento versus Período de tiempo evaluado

$$T04 = \text{Número de lesiones} / \text{Período de tiempo estudiado}$$

Nivel 2 de Indicadores Técnicos

En esta sección se revisan, los que a continuación se esbozan.

3.3.1.3.5. T05 - Tiempo total *UT* versus Tiempo total *UT* más tiempo *DT* por fallos

$$T05 = \text{Tiempo total UT versus Tiempo total UT más tiempo DT por mantenimiento}$$

⁵⁵ *Ut Up Time* - Tiempo útil, máquina con funcionalidad plena

⁵⁶ *DT Down Time* - Tiempo con funcionalidad perdida.

Es muy claro que siempre los *DT* de este indicador son solo de reparaciones, que son los que se ocasionan por fallos, esto denota similitud con disponibilidad inherente, a la que solo le interesan los fallos, pero hace caso omiso, de las dos condiciones exigidas para aplicarla (al igual que se quisiera aplicar la alcanzada, la operacional o la disponibilidad operacional generalizada): que la media de los tiempos útiles *MUT* (*MTBF* en el caso de la disponibilidad inherente) sea al menos diez veces la media de los tiempos de no funcionalidad *MDT* (*MTTR* en la disponibilidad inherente) y segundo deben cumplir con que los *ADT* y los *LTD* en la inherente deben ser cero o no existir; lo cual restringe seriamente su uso, en el caso particular del proyecto.

3.3.1.3.6. T06 - Tiempo total *UT* versus Tiempo total *DT* por mantenimiento planeado y programado

$$T06 = \text{Tiempo total } UT / \text{Tiempo total } UT \text{ más tiempo } DT \text{ mantenimiento planeado y programado}$$

Esto en otras palabras es una variación (un poco más larga) de la disponibilidad alcanzada (selecciona en el proyecto) menos lo correctivo, lo cual pone restricciones de aplicación a la luz de lo aceptado en cuanto a las disponibilidades, aceptadas por muchos autores descritas en el proyecto.

Nivel 3 de Indicadores Técnicos

Muestra índices, definidos por la norma EU 15341, en este numeral tres de índices técnicos.

3.3.1.3.7. T07 - Tiempo total *Mp* causando *DT* versus Tiempo total *DT* de mantenimiento

$$T07 = \text{Tiempos totales Down } Mp \text{ del } DT / \text{Tiempo total } DT \text{ de mantenimiento}$$

Esto en otras palabras es una variación (aunque no tiene en cuenta la confiabilidad o sea los *UT*, lo cual desata su no calificación como disponibilidad, si no como un índice muy particular de esta norma EU 15341) de la disponibilidad alcanzada (seleccionada en el proyecto) menos lo correctivo, pero igual no menciona las dos restricciones de que *MUT* deber ser al menos diez veces los *MDT*, lo cual la inhibe para su uso en el caso particular, pues no cumpliría con condiciones universales alineadas con muchos autores CMD de primera línea mundial.

3.3.1.3.8. T08 - Tiempos del *Mp* predeterminado que generan parada y pérdida de funcionalidad en la máquina del *DT* versus Tiempo total *DT* de mantenimiento

$$T08 = \text{Tiempos totales predeterminados del } Mp \text{ que paran la máquina y generan } DT \text{ versus Tiempo total } DT \text{ de mantenimiento}$$

Se aclara que es muy claro que siempre que se hable de *DT* es solo referido a mantenimiento o mantenibilidad, la norma lo menciona, pero deja la sensación que también el *UT* o la confiabilidad pudiese generar *DT*, en esos casos lo internacional acostumbra que no entra en el cálculo de CMD, es generado por producción (aunque

conceptualmente hablando el *DT* es lo opuesto a producción (porque se pierde la confiabilidad) y por lo tanto lo excluye automáticamente).

3.3.1.3.9. T09 - Tiempos del mantenimiento basado en condición que paran la máquina versus Tiempo total *DT* de mantenimiento

T09 = Tiempos totales de mantenimiento basado en condición que generan DT que paran la máquina / Tiempo total DT de mantenimiento

3.3.1.3.10. T10 - Fallas que generan lesiones serias a personas versus Número total de fallas

T10 = Fallas que generan lesiones serias a personas versus Número total de fallas

Este indicador, se ve como inocuo a CMD y LCC, le interesa más a seguridad industrial probablemente.

3.3.1.3.11. T11 - Fallas que generan lesiones potenciales a personas versus Número total de fallas

T11 = Fallas que generan lesiones potenciales serias a personas versus Número total de fallas

Los índices que se asimilan a las disponibilidades alcanzada, inherentes operacional y operacional generalizada, de la Norma Europea EU 15341, no usan la restricción de que los tiempos útiles *MUT* promedio sean al menos diez o más veces el promedio de los tiempos de no funcionalidad *MDT* (estrictamente hablando lo ideal es cien veces o más), ni tampoco de que los *ADT* y los *LTD* en la inherente deben ser cero o no existir; por lo cual es más sano abstenerse de aplicar estos índices, taxativamente hablando.

3.3.1.3.12. T12 - Fallas que generan daño al medio ambiente versus número total de fallas

T12 = Fallas que generan daño al medio ambiente versus Número total de fallas

3.3.1.3.13. T13 - Fallas que generan daño potencial al medio ambiente versus número total de fallas

T13 = Fallas que generan daño potencial al medio ambiente versus Número total de fallas

3.3.1.3.14. T14 - Tiempo total de operación UT versus número total de órdenes de trabajo de mantenimiento con Down

T14 = UT total versus Número total de órdenes de trabajo que generan pérdida de funcionalidad

La norma es lapsa y no aclara si las órdenes de trabajo causadas por *Mp* que generan perdida de funcionalidad temporal se deben tener en cuenta, en este índice definitivamente no puede enmarcarse en lo internacional, solo en lo cultural, es decir estas normas no se pudiesen validar universalmente, pues no están declarados sus principios conceptuales, siendo esto el elemento de juicio que solo les permite llegar a ser meramente índices.

3.3.1.3.15. T15 - Tiempo total de operación *UT* versus número total de órdenes de trabajo de mantenimiento *Mp* con o sin funcionalidad

T15 = UT total versus Número total de órdenes de trabajo preventivas y/o predictivas

3.3.1.3.16. T16 - Tiempo total de operación *UT* versus número total de órdenes de trabajo de mantenimiento

T16 = UT total / Número total de órdenes de trabajo preventivas y/o predictivas o correctivas

3.3.1.3.17. T17 - Número total de fallas versus valor total de los activos de reemplazo o de las sustituciones de equipos

T17 = Número total de fallas / Valor de sustitución de activos

3.3.1.3.18. T18 - Número total de equipos o sistemas estudiados con análisis de criticidad versus número total de activos, sistemas o equipos

T18 = Número total de equipos controlados con análisis de criticidad Hazard / Número total de activos, sistemas de producción o equipos

3.3.1.3.19. T19 - HH utilizados en los procesos primarios de planeación sistémica del mantenimiento versus HH total del personal interno de mantenimiento

T19 = HH utilizados en planeación sistémica del mantenimiento global / HH total de personal interno global mantenimiento

3.3.1.3.20. T20 - Tiempo de mantenimientos planeados y programados *Mp* que provocan pérdida de funcionalidad versus Tiempo de mantenimientos planeados y programados *Mp* en la empresa

T20 = Tiempo de mantenimientos planeados y programados Mp que provocan pérdida de funcionalidad / Tiempo de mantenimientos planeados y programados Mp

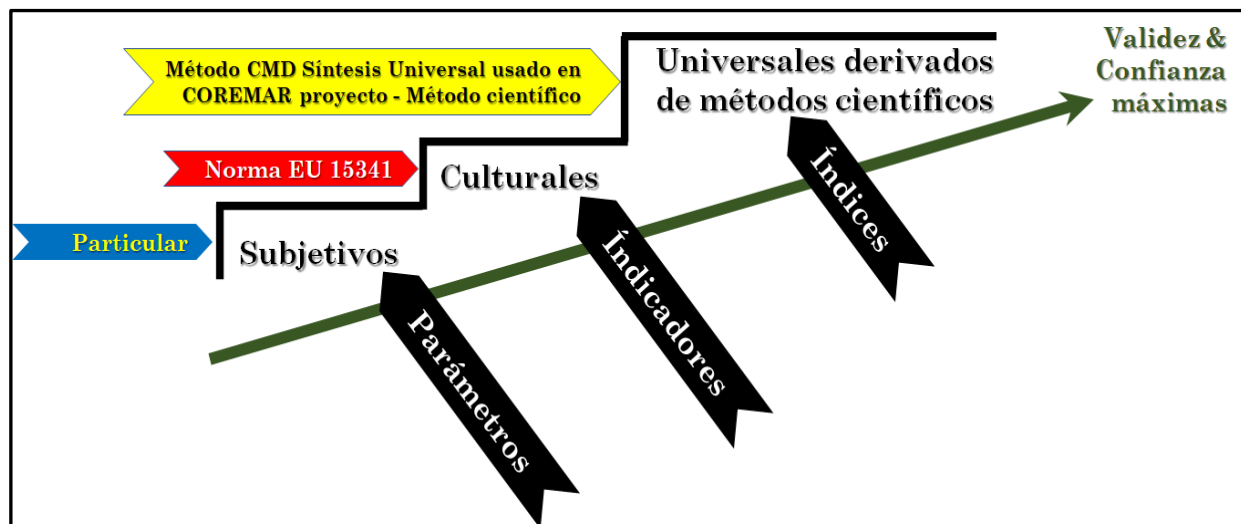
En general se puede afirmar que los indicadores de la norma EU 15341, apuntan a diversos y múltiples niveles del mantenimiento, lo que limita y restringe demasiado su utilización, más aún no sería fácil organizar su secuencia lógica de utilización, muchos de ellos no se acogen a las condiciones internacionales de CMD y LCC.

3.3.1.4 Índice - Indicador - Parámetro

Si bien la Norma EU 15341 es clara en mencionar, que no tiene una jerarquización aplicada a sus indicadores, justamente eso la limita y no le permite alcanzar el nivel tres, supremo internacional, lo que no valida su científicidad en la escala de valores y de la

relatividad categorías de categorías de Whorf (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994) (Mouton, 1925).

Ilustración 74 - Categorización Norma EU 15341 y Síntesis universal CMD usada por COREMAR



Fuente adaptación propia de autores (Bertalanffy, Ejes de las categorías - Teoría General de los Sistemas, 1994) (Uexcüll, 1920).

Los autores Whorf, Uexcüll y Bertalanffy resumen las categorías de conceptos humanos en las tres categorías descritas: subjetivas, culturales y científicas de validez universal (Uexcüll, 1920) (Whorf, Collected Papers on Metalinguistic – Foreign Service Institute – Department of State, 1952) (Whorf, Language, Thought and reality: selected writings of B.L. Whorf – John Carroll, Ed. John Wiley & Sons, 1953) (Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, 1994) (Bertalanffy, Ejes de las categorías - Teoría General de los Sistemas, 1994).

La Real Academia española, define índice como el indicio o señal de algo, también lo denota como la evolución de una cantidad, por último lo describe como la expresión numérica de una relación entre variables. Por otro lado la real Academia menciona a indicador, como algo que sirve para indicar.

Parámetro o dimensiones significa dato o factor que se toma como necesario para analizar, alorar una situación, variable o cosa (ACN@, 2017).

Indicador, es el que verdaderamente hace la comparación absoluta y magna de indicadores. Es indudable que la categorización es parámetro, luego indicador y por último de carácter científico índice (Domínguez G. -G., 1999) (Domínguez G. -G., 2014). La magnitud del indicador sirve para compararla con un valor o nivel de referencia según sea el caso y es inferior a índice (Beltrán, 2003). Lo que se concluye es los índices de

esta norma técnicos son eso no más que indicadores, como lo define el CEN, desde su origen.

Ilustración 75 - Niveles estratégicos jerárquicos sistema kantiano mantenimiento





Fuente (Mora L. A.-G., 2021) (Mora A. -G., Mantenimiento, 2009)

3.3.1.5.1. Jerarquías de los indicadores norma EU15341

Es claro y así lo declara la norma que no maneja jerarquías, y que los niveles que ellos usan son solo para denominar las diferentes variables de las tres categorías son meramente descriptivos sin ninguna importancia jerárquica. Esto limita su aplicación técnico-científica porque mantenimiento se analiza obligatoriamente por niveles.

3.4 CONCLUSIONES CAPITULO 3

La sección deja suficientemente explicado, sustentado y concluido, los aportes de la Norma EU 1543.

En la sección se revisa a fondo, de manera detallada, comparado y sintética, donde se define el alcance, las factibles ventajas y las limitaciones que aporta la norma EU15341.

Se concluye de este capítulo que la norma UEU 1543, no alcanza la categoría de método científico, tampoco alcanza el nivel de índice, que es lo que pretende el proyecto en su primera instancia de análisis de dicha norma.

El usar la norma presenta serias limitaciones pues no cumple condiciones internacionales del CMD & LCC, como que son que no utiliza, ni distingue categorías, las medidas a veces no son claras y difíciles de aplicar, sus medidas referencia a CMD o LCC parciales, no tienen en cuenta los parámetros de que los *MUT* deben ser al menos diez veces los *MDT*, no consideran en la disponibilidad inherente que los tiempos de demora tienden a cero o no existen. Esto limita abruptamente su uso en empresas que ya abordan el método científico CMD aplicado, como es el caso COREMAR.

No se recomienda su uso en COREMAR porque son solo indicadores, que categorizan en lo requerido de índices CMD & LCC, para los MAKPI.

Relaciones

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 y su evaluación integral y específica.

Con base en la última figura de la Ilustración 75 - Niveles estratégicos jerárquicos sistema kantiano mantenimiento, se concluye que la medición de CMD LCC se debe hacer, teniendo en cuenta que:

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 y su evaluación integral y específica. Siendo esta premisa la puerta de entrada al siguiente capítulo (objetivo específico cuarto y último) y la esencia del proyecto, en su etapa final de evaluación estratégica.

4. ESTRATEGIAS FUTURÍSTICAS CMD & LCC

4.1 OBJETIVO

Analizar estrategias a desarrollar en CMD de mantenimiento y activos, a partir de los resultados analíticos de la aplicación de la norma PNE-EN-15341 en grupo COREMAR, para generar ventajas competitivas. *Nivel 4 - Análisis de la Escala de Benjamín Bloom y Robert Gagné.*

4.2 INTRODUCCIÓN

Esta última sección aporta las pruebas estadísticas, los cálculos CMD y sus pronósticos, donde se enfatiza en cada equipo los parámetros futuros de cada máquina, equipo, flota y empresa, esta sección cuantifica todos los objetivos específicos del proyecto y demuestra la capacidad del sistema de CMD pronósticos y sus cálculos económicos, ya que la información de LCC aún no se tiene madura ni disponible, toda completa en la empresa.

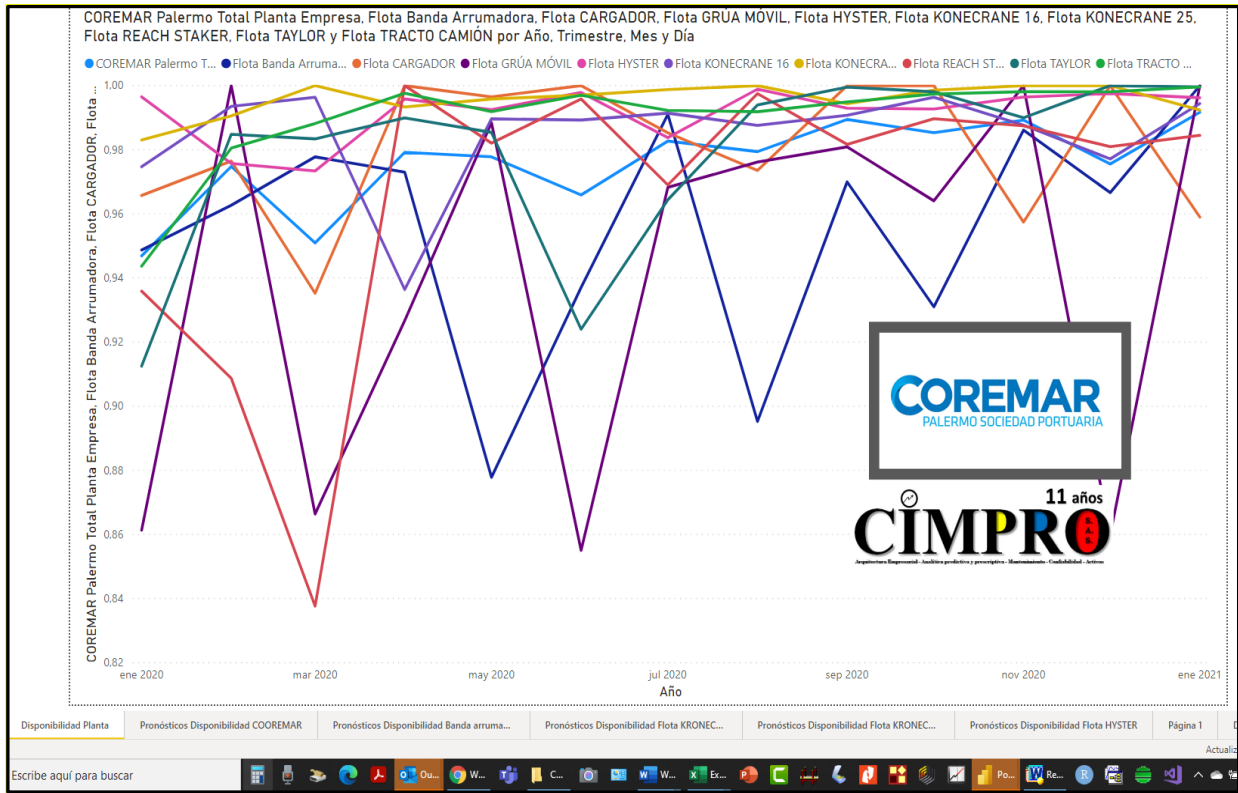
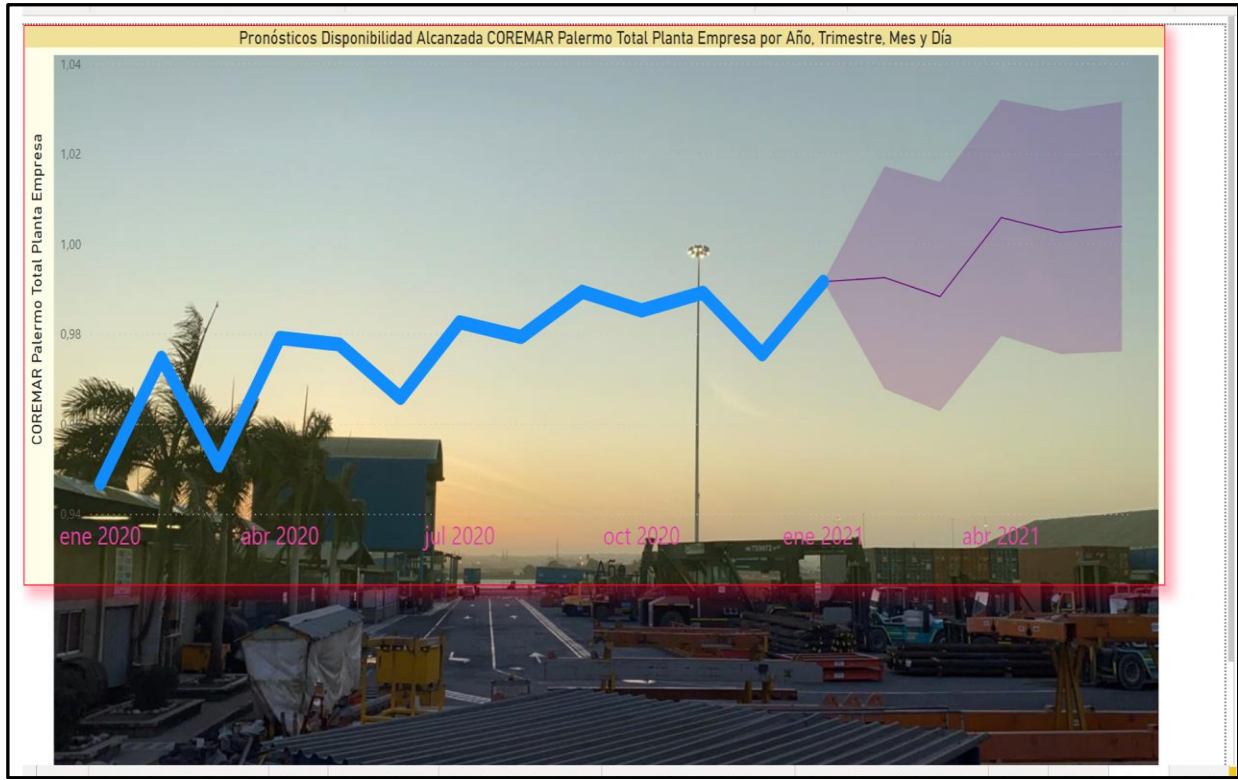
4.3 DESARROLLO

Se inicia con los pronósticos y luego los cálculos de las dos bases de datos y sus respectivos análisis CMD incluidos los pronósticos y sus ratios económicos, el proyecto culmina, con que ya se sabe todo el comportamiento futuro de mediano y corto plazo, en cuanto a todos los *MAKPI* relevantes, como son Confiabilidad Total *MTBM*, Mantenibilidad Total *M_{promedio}*, Confiabilidad correctiva *MTBM_C* Mantenibilidad correctiva *MTTR*, Confiabilidad y Mantenibilidad proactivas preventiva predictiva proactiva *MTBM_P* *M_P*, respectivamente, también los siete betas (correspondientes a *MTBM_C* *MTTR* *MTBM_P* *M_P* Confiabilidad General *MTBM* Mantenibilidad *M* integral y total máquina) que miden la gestión y operación de mantenimiento y de los activos, en cada caso enunciado, al igual los siete Etas η (pertinentes *MTBM_C* *MTTR* *MTBM_P* *M_P* Confiabilidad General *MTBM* Mantenibilidad *M* integral y total máquina) que evalúan la gestión operativa, por lo cual también la disponibilidad, que genera la integralidad, así como las curvas de Supervivencia *R(t)* y no Confiabilidad *F(t)* en los cuatro parámetros de Confiabilidad (*MTBM_C* *MTBM_P* Confiabilidad General *MTBM* y total máquina), como también las cuatro curvas de Mantenibilidad *M(t)* (en *MTTR* *M_P* Mantenibilidad general *MTBM* y Mantenibilidad total máquina), dejando completamente parametrizado todos los *MAKPI*, con procedimientos técnico-científicos ya demostrados, de orden universal.

4.3.1 Desarrollo analytics

Se desarrollan y se enuncian a continuación, todos los cálculos de Índices (supra a Indicadores) realizados para todas las máquinas, flotas y general COREMAR, donde se dejan totalmente parametrizados y evaluados, todos los criterios CMD, sus estados futuros económicos y técnicos, de todos los *MAKPI* descritos en el proyecto.

Ilustración 76 - Indicadores y predicciones estratégicas CMD & equivalentes LCC económicas COREMAR



Objetos vinculados de la Base de Datos de Elementos

Flota Banda Arrumadora, Flota CARGADOR, Flota GRÚA MÓVIL, Flota HYSTER, Flota KONECRANE 16, Flota KONECRANE 25, Flota REACH STAKER, Flota TAYLOR, Flota TRACTO CAMIÓN y COREMAR Palermo Total Planta Empresa por Año, Trimestre, Mes y Día

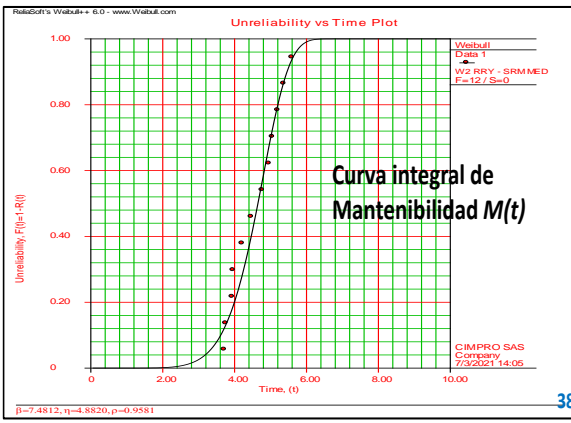
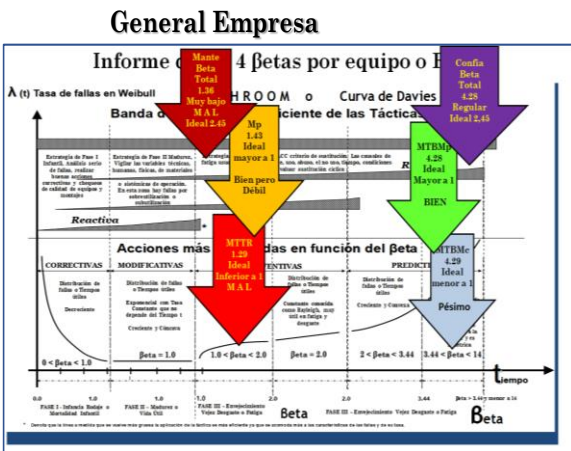
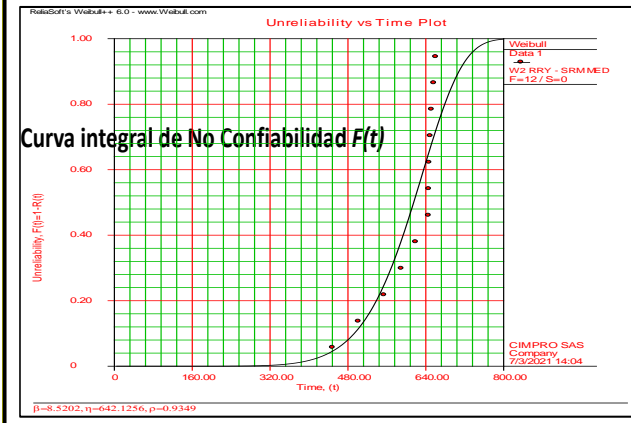
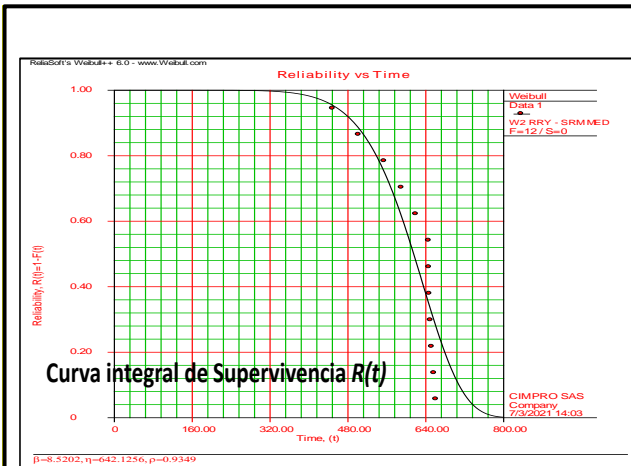
2021 Trim. 1 enero 1	2020 Trim. 4 octubre 1							2020 Trim. 2 abril 1				2020 Trim. 1 febrero 1			2020 Trim. 2 junio 1		
Flota GRÚA MÓVIL	Flota CARGADOR							Flota REACH STAK...				Flota GR...			Flota KO...		
Flota Banda Arrum...	Flota H...	Flota K...	Flota K...	Flota KONECRANE...	Flota K...	Flota H...	Flota R...	Flota CARGADOR	Flota K...	Flota T...	CORE...	Flota GR...	Flota KO...	Flota KO...	Flota CA...	Flota HY...	Flota K...
Flota TRACTO CA...	COREMAR Palerm...			Flota TAYLOR	COREMAR Palerm...			Flota TRACTO CA...	Flota Banda Arru...			Flota TA...	Flota TR...	Flota CA...	Flota TR...	Flota RE...	Flota K...
Flota TAYLOR	Flota REACH STAK...	Flota C...	Flota C...	Flota TRACTO CA...	Flota C...	Flota H...	CORE...	Flota KONECRANE...	Flota K...	Flota G...	Flota T...	COREMAR Pal...	Flota ...	Flota ...	Flota Banda Ar...	Flota...	Flot...
2020 Trim. 3 septiembre 1	2020 Trim. 3 julio 1							2020 Trim. 2 mayo 1				Flota HYSTER			COREMAR Pal...		
Flota CARGADOR	Flota KONECRANE...							Flota CARGADOR				Flota HYSTER			COREMAR Pal...		
Flota TAYLOR	Flota H...	Flota K...	CORE...	Flota TRACTO CA...	Flota C...	Flota H...	CORE...	Flota KONECRANE...	Flota K...	Flota G...	Flota T...	COREMAR Pal...	Flota ...	Flota ...	Flota Banda Ar...	Flota...	Flot...
Flota TRACTO CA...	Flota REACH STAK...	Flota C...	Flota C...	Flota KONECRANE...	Flota REACH STAK...	Flota T...	Flota T...	Flota HYSTER	Flota REACH STAKER			Flota KONECRANE ...	Flota Banda Arrum...	Flota...	Flota CAR...	Flota...	Flota CAR...
Flota KONECRANE...	Flota GRÚA MÓVIL	Flota B...	Flota B...	Flota Banda Arrum...	Flota GRÚA MÓVIL	Flota T...	Flota T...	Flota TRACTO CA...	COREMAR Palerm...			Flota ...	Flota KONECRANE ...	Flota Banda Arrum...	Flota...	Flota CAR...	Flota CAR...
2020 Trim. 4 noviembre 1	2020 Trim. 3 agosto 1							2020 Trim. 4 diciembre 1				Flota TRACTO CA...			Flota HYSTER		
Flota KONECRANE...	Flota KONECRANE ...							Flota TAYLOR				Flota TRACTO CA...			Flota HYSTER		
Flota GRÚA MÓVIL	Flota T...	CORE...	Flota K...	Flota HYSTER	Flota T...	Flota K...	CORE...	Flota KONECRANE ...	Flota H...	Flota R...	Flota K...	Flota HYSTER	Flota CARGADOR	Flota TR...	Flota REA...	Flota REA...	Flota REA...
Flota TRACTO CA...	Flota REACH STAK...	Flota C...	Flota C...	Flota REACH STAKER	Flota GRÚA MÓVIL	Flota T...	Flota T...	Flota CARGADOR	COREMAR Palerm...			Flota KONECRANE...	Flota Banda Arru...	Flota TR...	Flota REA...	Flota REA...	Flota REA...
Flota HYSTER	Flota Banda Arrum...	Flota C...	Flota C...	Flota TAYLOR	Flota CARGADOR	Flota ...	Flota ...	Flota TRACTO CA...	Flota Banda Arrum...	Flota ...	Flota ...	Flota KONECRANE...	COREMAR Palerm...	Flota TAYL...	Flota GR...	Flota GR...	Flota GR...

Estadísticos Disponibilidad Flota HYSTER Página 1 Duplicado de Página 1 Duplicado de Duplicado de Página 1 Duplicado de Duplicado de Duplicado de ... Duplicado de Duplicado de Duplicado de ... Página 2 Página 3 P4

Cálculos CMD COREMAR PALERMO DE ENERO 2020 a FEBRERO 2021 Elaborado 1 marzo

FLOTA	EQUIPO	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	EQUIPO	FLOTA
BANDA ARRUMADORA	BANDA ARRUMADORA	465.22	341.24	384.05	351.33	314.16	297.29	276.95	219.61	217.53	219.23	261.22	280.74	330.54	333.21	MTBMc	BANDA ARRUMADORA
	MTTR	4.04	13.36	6.06	10.13	3.17	2.88	2.63	4.90	6.87	12.24	0.00	0.00	0.00	19.60	MTTR	
	MTBmp	347.05	254.69	313.80	264.56	254.10	237.66	214.97	175.74	172.24	189.98	209.08	222.44	266.78	250.81	MTBmp	
	Mp	16.64	0.00	2.40	0.00	33.50	13.13	0.00	16.66	0.00	3.96	2.85	7.60	0.00	0.00	Mp	
	MTBM	198.77	145.84	172.69	150.92	140.48	132.08	121.03	97.62	96.13	101.78	116.13	124.11	147.63	143.10	MTBM	BANDA ARRUMADORA
	Mpromedio	11.26	5.71	4.05	4.35	19.94	8.58	1.15	11.43	3.03	7.80	1.58	4.24	0.00	8.42	Mpromedio	
	Disponibilidad	94.64%	96.23%	97.71%	97.20%	87.57%	93.90%	99.06%	89.52%	96.94%	92.88%	98.66%	96.70%	100.00%	94.44%	Disponibilidad	
Flota Banda Arrumadora																	
	Men - Año	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	Men - Año	
	MTBMc	465.22	341.24	384.05	351.33	314.16	297.29	276.95	219.61	217.53	219.23	261.22	280.74	330.54	333.21	MTBMc	
	MTTR	4.04	13.36	6.06	10.13	3.17	2.88	2.63	4.90	6.87	12.24	0.00	0.00	0.00	19.60	MTTR	
	MTBmp	347.05	254.69	313.80	264.56	254.10	237.66	214.97	175.74	172.24	189.98	209.08	222.44	266.78	250.81	MTBmp	
	Mp	16.64	0.00	2.40	0.00	33.50	13.13	0.00	16.66	0.00	3.96	2.85	7.60	0.00	0.00	Mp	
	MTBM	198.77	145.84	172.69	150.92	140.48	132.08	121.03	97.62	96.13	101.78	116.13	124.11	147.63	143.10	MTBM	
	Mpromedio	11.26	5.71	4.05	4.35	19.94	8.58	1.15	11.43	3.03	7.80	1.58	4.24	0.00	8.42	Mpromedio	
	Disponibilidad	94.64%	96.23%	97.71%	97.20%	87.57%	93.90%	99.06%	89.52%	96.94%	92.88%	98.66%	96.70%	100.00%	94.44%	Disponibilidad	
CARGADOR	EQUIPO	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	EQUIPO	FLOTA
	MTBMc	57.98	241.68	301.72	321.45	358.51	315.14	412.23	492.19	666.24	789.66	741.54	890.15	1056.79	834.30	MTBMc	CARGADOR
	MTTR	0.00	5.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	0.00	0.00	13.44	MTTR	
	MTBmp	48.24	197.31	238.89	242.15	259.47	252.04	339.54	409.78	527.82	651.39	581.42	718.67	844.84	681.12	MTBmp	
	Mp	2.06	0.00	9.18	0.00	0.56	0.00	2.55	5.05	0.00	0.00	6.18	0.00	6.86	12.36	Mp	
	MTBM	26.33	108.63	133.33	138.11	150.53	140.04	186.19	223.61	294.50	356.94	325.89	397.64	469.50	374.98	MTBM	
	Mpromedio	1.12	2.59	5.12	0.00	0.33	0.00	1.40	2.76	0.00	0.00	4.33	0.00	3.81	12.85	Mpromedio	
	Disponibilidad	95.90%	97.67%	96.30%	100.00%	99.78%	100.00%	99.25%	98.78%	100.00%	100.00%	98.69%	100.00%	99.19%	96.69%	Disponibilidad	
Flota CARGADOR																	
	Men - Año	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	Men - Año	
	MTBMc	57.98	241.68	301.72	321.45	358.51	315.14	412.23	492.19	666.24	789.66	741.54	890.15	1056.79	834.30	MTBMc	
	MTTR	0.00	5.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	0.00	0.00	13.44	MTTR	
	MTBmp	48.24	197.31	238.89	242.15	259.47	252.04	339.54	409.78	527.82	651.39	581.42	718.67	844.84	681.12	MTBmp	
	Mp	2.06	0.00	9.18	0.00	0.56	0.00	2.55	5.05	0.00	0.00	6.18	0.00	6.86	12.36	Mp	
	MTBM	26.33	108.63	133.33	138.11	150.53	140.04	186.19	223.61	294.50	356.94	325.89	397.64	469.50	374.98	MTBM	
	Mpromedio	1.12	2.59	5.12	0.00	0.33	0.00	1.40	2.76	0.00	0.00	4.33	0.00	3.81	12.85	Mpromedio	
	Disponibilidad	95.90%	97.67%	96.30%	100.00%	99.78%	100.00%	99.25%	98.78%	100.00%	100.00%	98.69%	100.00%	99.19%	96.69%	Disponibilidad	
HYSTER	EQUIPO	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	EQUIPO	FLOTA
	EL0070	148.67	99.61	139.05	220.71	251.20	280.31	301.45	325.47	376.81	297.85	363.11	399.88	254.37	256.01	EL0070	HYSTER
	MTBMc	0.00	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	0.00	MTTR	
	MTTR	120.10	78.55	109.02	169.59	201.06	217.51	248.66	265.83	301.60	228.96	281.88	310.43	201.40	211.18	MTBmp	
	MTBmp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Mp	
	Mp	66.44	42.31	61.11	95.90	111.58	122.17	136.26	146.32	167.52	139.45	158.69	174.76	112.40	115.72	MTBM	
	MTBM	0.00	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	Mpromedio	
	Mpromedio	100.00%	94.26%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	96.32%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.42%	100.00%	Disponibilidad	
Flota HYSTER																	
	Men - Año	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	Men - Año	
	MTBMc	148.67	99.61	139.05	220.71	251.20	280.31	301.45	325.47	376.81	297.85	363.11	399.88	254.37	256.01	MTBMc	
	MTTR	0.00	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	0.00	MTTR	
	MTBmp	120.10	78.55	109.02	169.59	201.06	217.51	248.66	265.83	301.60	228.96	281.88	310.43	201.40	211.18	MTBmp	
	Mp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Mp	
	MTBM	66.44	42.31	61.11	95.90	111.58	122.17	136.26	146.32	167.52	139.45	158.69	174.76	112.40	115.72	MTBM	
	Mpromedio	0.00	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	Mpromedio	
	Disponibilidad	100.00%	94.26%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	96.32%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.42%	100.00%	Disponibilidad	
HYSTER	EQUIPO	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	EQUIPO	FLOTA
	EL0072	261.31	526.25	304.04	340.17	420.56	429.25	420.49	546.64	684.67	671.20	704.08	760.36	859.51	602.12	EL0072	HYSTER
	MTBMc	0.00	0.00	7.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.03	MTTR	
	MTTR	209.02	416.72	243.06	269.39	336.28	357.17	329.70	428.60	521.04	537.00	552.04	620.76	647.22	453.40	MTBmp	
	MTBmp	0.00	0.00	8.16	0.00	0.00											

Cálculos CMD COREMAR PALERMO DE ENERO 2020 a FEBRERO 2021 Elaborado 1 marzo																			
FLOTA	EQUIPO	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	EQUIPO	FLOTA		
TRACTO CAMION	RSML	234.41	428.27	587.19	739.82	888.66	981.03	759.69	699.01	644.46	672.62	1122.16	1162.68	1311.67	1226.50				
	MTRM	49.92	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00				
	MTRMp	187.49	336.96	455.88	574.43	714.78	631.21	651.01	559.54	709.51	731.67	879.84	918.61	973.16	1051.13				
	Mp	0.00	21.45	5.95	1.94	9.00	0.00	6.14	9.00	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	MTRMM	104.14	190.59	256.04	323.30	405.78	353.80	356.82	309.38	383.79	417.45	493.17	501.13	562.27	586.49				
MTRMMo	22.16	12.50	8.26	1.09	3.11	0.22	3.16	6.70	2.27	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00					
Disponibilidad	82.44%	93.98%	98.53%	99.66%	98.70%	99.94%	99.92%	97.26%	99.41%	100.00%	99.91%	100.00%	100.00%	100.00%					
TRACTO CAMION	RSML	218.27	635.91	928.09	1187.36	955.12	847.13	885.68	885.99	1112.77	1153.01	1352.56	1468.07	1569.86	1678.22				
	MTRM	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	MTRMp	186.70	498.60	712.98	868.25	756.41	625.92	687.81	728.62	874.48	894.72	1094.70	1095.19	1170.54	1271.79				
	Mp	5.72	3.24	0.00	0.00	3.47	0.00	3.92	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	MTRMM	99.96	279.47	403.22	486.47	422.13	359.97	387.68	398.31	489.04	503.79	610.99	627.25	676.55	722.01				
MTRMMo	3.59	1.83	0.00	0.00	2.23	0.22	2.21	0.00	1.46	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00					
Disponibilidad	96.51%	99.30%	100.00%	100.00%	99.48%	99.94%	99.43%	100.00%	99.70%	99.63%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%					
TRACTO CAMION	RSML	215.48	1536.17	1964.35	3175.10	3623.51	3662.05	3884.52	4372.99	4056.10	3519.45	2855.52	3222.54	3310.57	3747.22				
	MTRM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	MTRMp	536.37	1229.29	1556.96	3090.16	3047.84	3912.51	3139.96	3396.65	3142.51	3056.88	3175.48	3426.50	3075.19	2706.57				
	Mp	11.88	6.12	6.79	4.32	6.31	3.00	0.00	6.15	0.00	1.99	0.00	0.00	0.05	0.00				
	MTRMM	307.32	682.85	868.37	1314.39	1529.85	1610.39	1726.40	1913.33	1769.62	1132.39	1298.35	1384.89	1479.19	1592.30				
MTRMMo	6.81	3.49	3.46	2.63	3.16	1.66	0.00	3.48	1.71	2.62	0.00	0.00	2.78	0.00					
Disponibilidad	97.83%	99.50%	99.38%	99.81%	99.66%	99.90%	100.00%	99.82%	99.90%	99.72%	100.00%	100.00%	99.81%	100.00%					
Flota TRACTO CAMION																			
	Mez - Año	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21				
MTRM	406.09	731.02	1021.97	1386.33	1406.13	1407.37	1441.88	1480.07	1409.51	1196.52	1979.82	1474.10	1696.86	1728.90					
MTRMp	19.64	0.84	0.45	0.95	0.54	0.75	1.26	2.06	2.74	0.65	0.15	0.00	0.00	0.00					
MTRMM	321.79	578.57	807.21	1095.84	1106.10	1118.10	1144.43	1347.97	1140.74	952.82	1111.72	1141.57	1287.64	1310.50					
Mp	5.97	6.11	4.62	1.25	6.88	0.00	3.32	3.44	3.23	1.67	0.00	0.93	1.01	0.00					
MTRMM	179.84	322.93	450.95	589.27	628.35	621.40	637.74	643.15	640.25	580.25	615.49	643.04	696.97	745.34					
MTRMMo	8.08	3.26	2.75	0.72	1.01	0.88	2.68	2.84	2.48	1.24	0.98	0.84	1.26	0.00					
Disponibilidad	94.60%	98.36%	99.37%	99.90%	99.20%	99.88%	99.16%	99.30%	99.33%	99.74%	99.38%	99.98%	99.96%	100.00%					
COREMAR Palermo Total Planta Empresa																			
	Mez - Año	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21				
MTRM	397.73	506.11	644.96	749.64	832.22	848.93	899.06	929.18	790.74	681.03	715.27	767.93	833.25	787.49					
MTRMp	1.19	2.46	1.32	3.96	0.82	0.98	1.73	5.08	2.03	2.19	1.16	5.76	0.24	4.41					
MTRMM	276.63	499.25	633.23	574.23	668.13	679.95	689.20	725.09	616.18	644.96	579.28	599.01	647.37	615.55					
Mp	6.91	4.60	11.72	1.97	1.81	13.36	4.97	4.29	1.93	2.97	0.94	1.46	1.25	1.25					
MTRMM	156.59	223.46	282.59	323.27	374.43	374.70	388.30	405.65	346.25	302.29	317.19	336.43	364.58	347.25					
MTRMMo	6.15	3.46	7.20	3.96	1.60	7.86	3.24	3.29	1.89	1.97	0.65	3.49	0.36	2.80					
Disponibilidad	94.64%	97.49%	95.37%	97.89%	97.77%	96.61%	98.34%	98.12%	98.92%	98.50%	99.28%	97.75%	99.53%	98.83%					



Informe Estratégico CMD marzo 1 de 2021

Valores Futuros de Marzo 1 de 2021 en adelante mes beta

Valores Futuros de marzo 1 de 2021 en adelante mes de disponibilidad alcanzada

Valores Futuros de marzo 1 de 2020 en adelante mes Eta

General Empresa

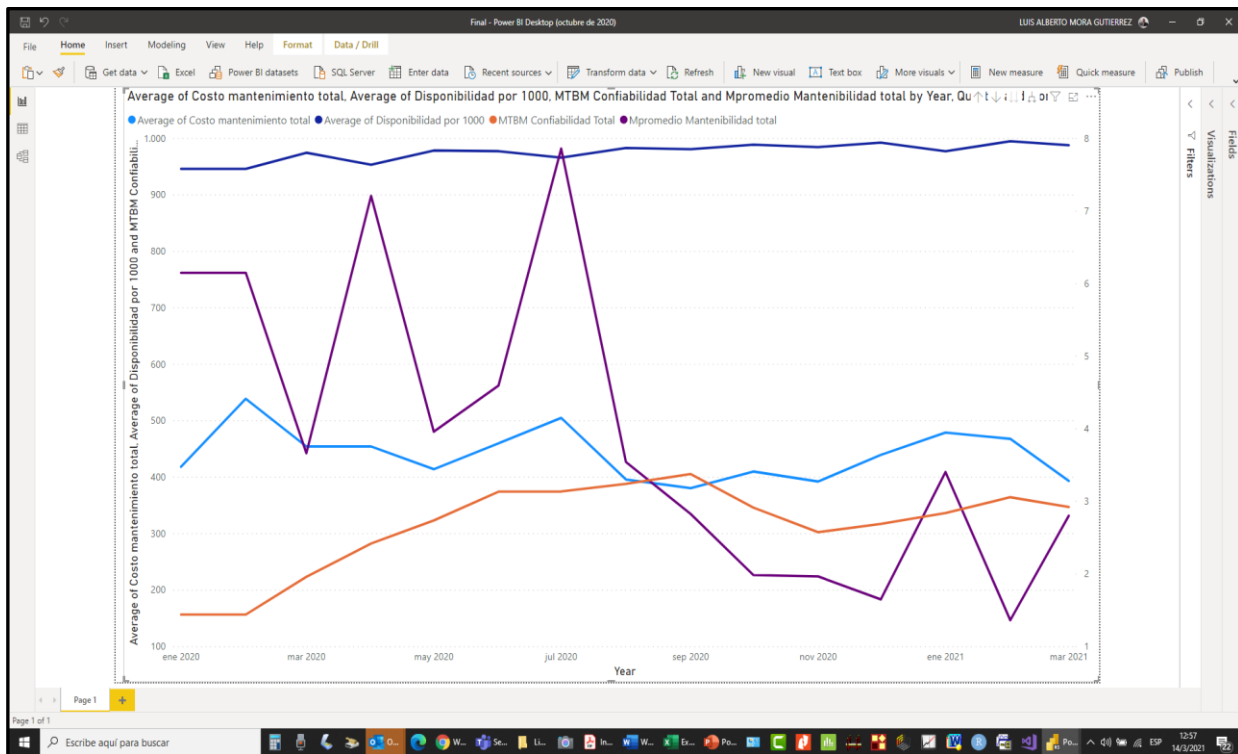
El Beta va acelerado a la suba, se debe parar esto, el 2.45 es el ideal, el problema grave lo genera MTTR lo correctivo en Beta. Muy alto Betas MTTR exageradamente alto.

El Eta es estable, va a subir, excelente.

El valor futuro de disponibilidad es muy bueno.

La curva de Davies arroja que los tiempos útiles entre correctivos son mejores que los tiempos útiles entre preventivos, es un fenómeno común en la empresa. Esto se debe a que hay serios problemas en las acciones correctivas en general. Las preventivas, favor revisarlas, adecuarlas, hacerlas eficientes e incrementar significativamente las acciones de predictivas, para que mejore el Mp que es muy bajo, aunque dentro de rango, pero muy bajo,. Atacar los dos frentes.

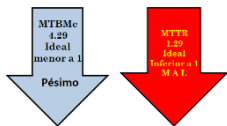
39



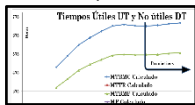


Fuente (Propia, Big Data, 2021) (Villamil, 2021)

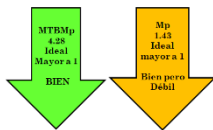
4.3.2 Estrategias relevantes



El conjunto denota que se están haciendo acciones correctivas, que no erradican la falla, no hay un grupo Caza-Fallas efectivo ni conformado como debería ser, no es lógico que los tiempos $MTBMc$ sean mayores que los $MTBMp$. Valores muy altos, deben ser menores a uno (véase Ilustración 13 - Curva de la Bañera *Bathroom* o de Davies).



Se deben supervisar bien los trabajos correctivos, pues no es lógico que los $MTTR$ valgan más del doble de los Mp y sean tan ineficientes, y hacer un fuerte análisis de causa raíz y adecuadas políticas de control.



Lo planeado está muy bien, tanto el $MTBMp$ como el Mp .

Si fuera bueno y urgente, canjear más preventivo por predictivo, para que consolide el β de Mp en valores superiores a 3.44, para montar RCM urgente.



El β de Confiabilidad general es demasiado alto 4.28 y debe ser 2.45, al arreglar el $MTBMc$ bajaría de inmediato.



El β de Mantenibilidad general es muy bajo 1,36 y debe ser 2.45, al mejorar β Mp y bajar β $MTTR$, ahí mismo va a l valor óptimo de 2.45.

4.4 CONCLUSIONES CAPÍTULO 4

El capítulo aporta significativamente en varios tópicos, en cuanto a parametrizar el estado futuro de todos los criterios CMD y económicos, requeridos para alcanzar factores claves de éxito con las estrategias enunciadas, logrando cristalizar la estrategia de la empresa y alcanzar tanto, las metas organizacionales como las de gestión y operación de mantenimiento y de los activos, a través de toda la *analytics* aportada en los cálculos integrales de CMD en cuanto a $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P Confiabilidad General $MTBM$ Mantenibilidad M integral y total máquina, como también los siete β etas (correspondientes a $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P Confiabilidad General $MTBM$ Mantenibilidad M integral y total máquina) que miden la gestión y operación de mantenimiento y de los activos.

En cada caso tratado, añadido a eso se encuentran los valores futuros de los siete η (pertinentes $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P Confiabilidad General $MTBM$ Mantenibilidad M integral y total máquina) que evalúan al departamento de operación portuaria, por lo cual también la disponibilidad, que genera la integralidad, así como las curvas de Supervivencia $R(t)$ y no Confiabilidad $F(t)$ en los cuatro parámetros de Confiabilidad ($MTBM_C$ $MTBM_P$ Confiabilidad General $MTBM$ y total máquina), como también las cuatro curvas de Mantenibilidad $M(t)$ (en $MTTR$ M_P Mantenibilidad general $MTBM$ y Mantenibilidad total máquina), dejando de esta forma totalmente el panorama estratégico futuro de los equipos de flota y de la empresa COREMAR.

Por otro lado se deja claramente estudiado y calculado en este cuarto capítulo, que los indicadores de la Norma EU 15341, si bien son adecuados en determinados contextos y en unas condiciones especiales, de orden cultural o de empresa particulares, no permiten comparaciones al interior ni al exterior con empresas similares o afines, para el caso COREMAR, no aplican porque está ya se encuentra en los niveles estratégicos superiores de mantenimiento y de activos, donde interesa la competitividad y sus medidas dinámicas, fase que no atiende la norma EU 15341, pues solo hace referencia a variables al interior de la organización, que solo evalúan la productividad, y el CASO COREMAR es un caso ya avanzado de CMD & términos económicos, donde la herramienta adecuada es la eficiencia de Barringer (Ecuación 3 - Parámetros magnos de *Effectiveness*) que usa C, M, D, K y términos económicos, es donde se ubican los *MAKPI* adecuados de Palermo Sociedad Portuaria.

La norma EO 15341 de origen Europea, ampliada por INGEMAN Perú, de octubre de 2020, solo se obtuvo a finales del proyecto, cuando ya este estaba totalmente terminado, por eso se coloca esta salvedad, ya que esa versión trae indicadores adicionales a los de la norma original (INGEMAN@Spain, 2020).

Esta cuarta sección cumple a cabalidad todo lo propuesto en el objetivo específico cuatro, que es analizar estrategias a desarrollar en CMD de mantenimiento y activos, a partir de los resultados analíticos de la aplicación de la norma PNE-EN-15341 en grupo

COREMAR, para generar ventajas competitivas; con relación a esto se hacen todos los cálculos internacionales de rigor y se dejan valorados de forma estratégica, todos los parámetros y ratios requeridos en el proyecto.

5. CONCLUSIONES

5.1 OBJETIVO CAPÍTULO 5

Presentar los principales resultados estratégicos organizacionales, de aplicación de *Analytics* con norma PNE-EN-15341 en Palermo Sociedad Portuaria COREMAR.

5.2 PRINCIPALES RESULTADOS

Desde el punto de vista técnico existen miles y cientos de normas que llaman la atención, la conclusión relevante que se saca es que se deben hacer análisis similares al presente estudio de forma seria y profunda, para determinar su verdadera viabilidad técnico-estratégica, junto con su utilidad y valorar con método científico, si se justifica su implementación, es normal en la industria suramericana, que porque normas de casas continentales o temas de moda como gestión de activos; como estas o de la SAE o de OREDA, o de cualquier otra asociación extranjera, se cree por naturaleza que son muy útiles y ya se demostró que no hay tal, tras un estudio evaluativo serio. Al igual la metodología debe servir a la industria para ser un poco apáticos e incrédulos, con el beneficio de las certificaciones institucionales o personales, con las casas privadas o asociaciones públicas, o supuestamente sin ánimo de lucro, que dan certificaciones, a la larga puede ser que el beneficio no sea tal, por esos modelos evaluativos como el presente, son muy útiles, antes de adquirirlas.

El modelo de Normas EU 15341 presenta varias limitaciones en su factible aplicación, como que no tiene jerarquías y con esto, no permite su implementación de forma organizada, estructurada y por niveles; además de sus múltiples indicadores (no índices) apuntan a todas partes de los niveles de mantenimiento (funcional, operativo, táctico y estratégico). Sus indicadores no llegan a la categoría de índice que es lo que requieren los *MAKPI*, es decir en los niveles estratégico y táctico de mantenimiento y de activos. No asocia la Norma EU 15341 sus parámetros, ni sus indicadores a la síntesis universal de corte científico para evaluar, pronosticar y analizar estratégicamente el CMD y el LCC, lo que lo convierte en simples métodos particulares y culturales que no permiten comparaciones nacionales, regionales o mundiales.

En conclusión Palermo Sociedad Portuaria Grupo COREMAR va en línea y trazabilidad superior encontrada en el proyecto eficacia de C, M, D, K & LCC de eficacia y de sus parámetros asociados de Barringer (véase Ecuación 3 - Parámetros magnos de *Effectiveness*) más un valor agregado demasiado importante los pronósticos y el uso intensivo de *BD, BI, Data Lake, TI, SI*, plataformas de Inteligencia de Negocios, *Machine Learning, DataMining* y especial analytics diagnóstica, descriptiva, predictiva, prescriptiva y cognitiva.

COREMAR está lista y madura para incorporar el cálculo y la gestión de sus *MAKPI* en tipo real en su plataforma *TOGAF ORACLE* de Arquitectura Empresarial.

- Propia. (14 de 08 de 2021). Elaboración propia de Liliana Orozoco y Alberto Mora Materia Proyecto Integrador I y II UCN. *Secuencia lógica de actividades*. (Propio, Ed.) Medellín, Antioquia, Colombia. Recuperado el 1 de 9 de 2020
- propia, E. (2021). Tesis. *KPI de mantenimiento*. (M. A. Simancas, Recopilador) Barraquilla y Medellín, Colombia.
- RAE@. (2020). *Diccionario PANHISPÁNICO del español jurídico*. Recuperado el 8 de 3 de 2021, de Real Academia española: <https://dpej.rae.es/lema/big-data#:~:text=Tel.ias%20interacciones%20de%20los%20usuarios>.
- Ramakumar, R. (1996). *Engineering Reliability. Fundamentals and Applications*. New Jersey City, New Jersey, USA: Editorial Prentice-Hall Professional Technical.
- RCMScorecard@. (9 de Marzo de 2005). *Reliability Centered Maintenance (RCM) Scorecard*. Recuperado el 2008, de RCM Scorecard: <http://www.maintenance-news.com/cgi-script/CSUpload/CSUpload.cgi?database=Reliability%20Centered%20Maintenance%20Managers%20Forum%20Downloads.db&command=viewupload&id=1>
- Reed, R. J. (1971). *Location, Layout y Mantenimiento de Planta*. (P. g. S.A., Ed., & J. G. Thomas, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Editorial El Ateneo.
- Rey, S. F. (1996). *Hacia la excelencia en Mantenimiento*. (S. Tgp Hoshin, Ed.) Madrid, Comunidad de Madrid, España: Tgp Hoshin, S.L.
- Rey, S. F. (1996). *Hacia la excelencia en Mantenimiento*. (S. Tgp Hoshin, Ed.) Madrid, Comunidad de Madrid, España: Tgp Hoshin, S.L.
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of Political Economy and Taxation*. Inglaterra: Ayuso.
- Riis, J. O., Luxhøj, J. T., & Thorsteinsson, U. (1997). A situational maintenance model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 14(Issue 4), 349 a 366.
- Rincón, R. -O. (4 de 7 de 2020). *INEMEC*. (INEMEC, Ed.) Recuperado el 23 de 2 de 2021, de <https://inmec.com/matriz-de-excelencia/>
- Ríos, D. -I., & Gómez-Ullate Oteiza, D. (2019). *Big Data - Conceptos, Tecnologías y Aplicaciones* (26 de septiembre de 2019 - CSCI ed.). (L. Catarata, Ed.) Madrid, Castilla, España: La Catarata (Asociación Los Libros De La Catarata). Recuperado el 18 de 06 de 2020
- Rodolifi@. (G. (19 de Enero de 2000). *Il guasto e l'esigenza della manutenzione*. Obtenido de Il guasto e l'esigenza della manutenzione: http://www.smnweb.com/pragma/adapt98/tpm/g_tpm1.htm
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. (2006). *Enterprise Architectural as Strategy*. Boston, USA Massachusetts, Estados Unidos: Harvard Business School Press.
- Rudnick, H. -V., Lincovi B., C. L., & Gutiérrez M., G. I. (2021). *Optimización Económica de la disponibilidad*. Universidad Pontificia Católica de Chile, Ingeniería. Santiago: Académicos Ingeniería U C. doi:https://hruadnick.sitios.ing.uc.cl/alumno06/OED/archivos/Optimizacion_Economica_de_la_Disponibilidad.pdf
- Schmarzo, B. (2014). *Big Data, el poder de los datos* (Wiley ed.). (Wiley, Ed.) Madrid, Castilla, España: Anaya Multimedia. Recuperado el 19 de 6 de 2020
- ScyLogs. (2017). *Investigación y Ciencia*. Recuperado el 06 de 01 de 2021, de El rincón de Pasteur: <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/43/posts/la-nueva-formula-i-d-i-d-15910>
- Smith, C. O. (1983). *Introduction to Reliability in Design*. Malabar, Florida, USA: Robert E. Krieger Publishing Company Krieger Publishing Company.
- Souris, J.-P. (1992). *El mantenimiento: fuente de beneficios – traducido por Diorki, S.A. Madrid de la obra original La maintenance, source de profits*. (S. M. Traducido por Diorki, Trad.) Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos, S.A.
- Stamatis, D. H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA from Theory to Execution*. (I. BookCrafters, Ed.) Wisconsin, Milwaukee, USA: ASQC Quality Press.
- Synapsis@. (29 de 1 de 2014). *TVSYNAPSIS*. (S. -L. simple, Ed.) Recuperado el 18 de 6 de 2020, de La Tecnología es simple: <https://www.youtube.com/watch?v=b-RqDL0vBoY>
- Tavares, L. A.-C.-G., dos Santos, P. R.-P., & da Silva, J. E. (2007). *Gestión Estratégica en Activos de Mantenimiento* (Primera ed.). (M. A. Alcántara, Ed.) Mérida, Mérida, Venezuela: Ediciones Técnicas.
- Taylor, F. W. (25 de 2 de 2016). *Teoría clásica de Taylor*. Recuperado el 23 de 3 de 2021, de Losrecursoshumanis.com: <https://www.losrecursoshumanos.com/teoria-clasica-de-taylor/>
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (4 de 12 de 1998). Capacidades dinámicas y administración estratégica. (L. John Wiley & Sons, Ed.) *Strategic Management Journal*, 18 : 7, 509 - 533. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Thompson, G. (1980). *Engineering design and Terotechnology*. Manchester, England: Department of Mechanical Engineering – UMIST.
- Thorsteinsson, U., Luxhøj, J. T., & Riis, J. O. (1997). Trends and Perspectives in industrial Maintenance Management. *Journal of Manufacturing Systems*, 16(6).
- Uexcüll, J. V. (1920). *Umwelt und Innenwelt der tiere* (Segunda Edición ed.). Berlín – Alemania : Referenciado por Bertalanffy,1994.
- UpKeep (Ed.). (2 de 2 de 2021). *UpKeep*. (<https://www.onupkeep.com/>) Recuperado el 13 de 2 de 2021, de <https://www.onupkeep.com/learning/maintenance-metrics/overall-equipment-effectiveness>
- Vallejo, J. J., & Mora Gutiérrez, L. A. (2004). *Desarrollo, validación, contraste y pronóstico del cálculo CMD - Trabajo de fin de carrera de Ingeniería Mecánica*. Medellín , Antioquia, Colombia: Universidad EAFIT.
- Vandepuut, N. (2018). *Data Science for Supply Chain Forecast*. Estados Unidos: Independently 12 de noviembre. Recuperado el 11 de 11 de 2019
- Vargas, B. E. (14 de 7 de 2014). La Función de producción Charles W. Cobb y Paul H. Douglas. *FIDES ET RATIO - Universidad de la Salle*, 8(8), 67 - 74. Recuperado el 13 de 2 de 2021, de http://www.scielo.org.br/pdf/fer/v8n8/v8n8_a06.pdf
- Venkatesan, R. (1 de Noviembre de 1992). ¿Strategic Sourcing: to make or no to make? (H. B. Review, Ed.) *Harvard Business Review*, 59(92610), 14 a 28.
- Villalobos, D. -C. (1 de 11 de 2016). *Semanario Opinión*. (U. d. Rica, Ed.) Recuperado el 12 de 2 de 2021, de Semanario Universidad: <https://semanariouniversidad.com/opinion/la-teoria-la-produccion-cobb-douglas-una-nota-academica/>
- Villamil, M. A.-S. (18 de 1 de 2021). Big Data. *Figuras de elaboración propia*. (A. M. Gutiérrez, Ed.) Medellín, Antioquia, Colombia.
- Villegas, G. A.-L., & Mora Gutiérrez, A. (2020). *Mantenimiento Industrial Moderno* (Segunda ed., Vol. 1). Medellín, Antioquia, Colombia: CIMPRO SAS. Recuperado el 1 de 9 de 20209
- Villegas, G. A.-L., & Mora Gutiérrez, L. (2020). *Mantenimiento Industrial efectivo* (Vol. Epub). (C. Limitada, Ed.) Medellín: CIMPRO. Recuperado el 23 de 3 de 2021
- Whorf, B. L. (1952). *Collected Papers on Metalinguistic – Foreign Service Institute – Department of State*. Washington – USA : Referenciado por Bertalanffy,1994.
- Whorf, B. L. (1953). *Language, Thought and reality: selected writings of B.L. Whorf – John Caroli, Ed. John Wiley & Sons*. Nueva York – USA: Referenciado por Bertalanffy,1994.
- Wilson, E. (20 de 1 de 2020). *Institute of Business Forecasting and Planning*. Recuperado el 2 de 9 de 2020, de 2020 INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN Y PREVISIÓN EMPRESARIAL: <https://demand-planning.com/2020/01/20/the-differences-between-descriptive-diagnostic-predictive-cognitive-analytics/>
- Wireman, T. (1994). *Computerized Maintenance Management System*. USA: Editorial Industrial Press.
- Wireman, T. (2001). *Word class maintenance management*. País Estados Unidos de América: Industrial Press, Inc.
- Wireman, T. (2004). *Total Preventive Maintenance*. Nueva York, New York, USA.
- Wrennall, W., & Quaterman, L. (1994). *Handbook of commercial and industrial facilities management*. New York, New York, USA: Editorial Mac Graw-Hill.