

ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA
CONFIABILIDAD PARA EL BANCO PROLOG FACTORY COMMISSIONING
STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO - SENA -
BARRANCABERMEJA

JAIME ANGULO

ESTUDIANTE MAESTRÍA EN INGENIERÍA

ÉNFASIS MANTENIMIENTO

CÓDIGO ESTUDIANTE 201520001206

CEDULA 91.426.978

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN – COLOMBIA

2017

ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA
CONFIABILIDAD PARA EL BANCO PROLOG FACTORY COMMISSIONING
STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO - SENA -
BARRANCABERMEJA

JAIME ANGULO

CÓDIGO ESTUDIANTE 201520001206

CÉDULA 91.426.978

DIRECTOR DE PROYECTO

ING. Ph.D. ALBERTO MORA GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN - COLOMBIA

2017

CONTENIDO

CONTENIDO	5
ILUSTRACIONES	7
ECUACIONES	10
0 PRÓLOGO	11
0.1 INTRODUCCIÓN	11
0.2 OBJETIVO GENERAL.....	12
0.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
0.3.1 Uno – Metodología.....	12
0.3.2 Dos – Caracterización PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO.....	13
0.3.3 Tres - IRCMS.....	13
0.3.4 Cuatro – Programa de mantenimiento.	13
0.3.5 Cinco - Conclusiones	13
0.4 ESTRUCTURA DEL PROYECTO	15
0.5 ANTECEDENTES	15
0.6 JUSTIFICACIÓN	16
0.7 CONCLUSION DE CAPITULO 0	17
1 METODOLOGÍA.....	18
1.1 OBJETIVO 1.....	18
1.2 RCM.....	18
1.2.1 Análisis de los Riesgos	19
1.2.2 Etapas de la implementación del RCM	29
1.3 SOFTWARE IRCMS.....	33
1.3.1 Pasos del Plan de implementación del iRCMS.	34
1.4 REQUISITOS PARA LA INSTALACION DEL SOFTWARE IRCMS.....	35
1.5 CARACTERISTICAS DE LA HERRAMIENTA IRCMS.....	36
1.6 ESTRUCTURA DE LA HERRAMIENTA IRCMS.....	37
1.6.1 Hardware Breakdown	37
1.6.2 FMECA & RCM Information	38
1.6.3 To Do List	39
1.6.4 Iconos Usados en el IRCMS	39
1.6.5 Setup	39
1.6.6 Menú Principal	41
1.7 USO DEL SOFTWARE IRCM	43
1.7.1 Introducción del Hardware	43
1.7.2 Introducción de Funciones	43
1.7.3 Introducción de las Fallas de Función	44
1.7.4 Introducción de los Modos de Falla.....	45
1.8 Conclusiones del capítulo 1	46

2	CARACTERIZACIÓN PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION: ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO.....	47
2.1	OBJETIVO 2.....	47
2.2	PROLOG FACTORY commissioning station: estación de puesta en servicio 47	
2.3	Establecimiento de conexiones de comunicación.....	50
2.4	Unidad de accionamiento CR1D.....	51
2.5	Teachental RV-2SD: controlADOR ROBOT de modo manual y automatico. 53	
2.6	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2	57
3	IRCMS.....	58
3.1	OBJETIVO 3.....	58
3.2	APLICACIÓN DEL SOFTWARE.....	58
3.2.1	Riesgo es Severidad por Ocurrencia en el IRCMS-ALADON.....	66
	Ilustración 45 - Riesgo es Severidad por Ocurrencia en el IRCMS-ALADON.....	66
3.2.2	Toma de Decisiones	72
3.2.3	Tareas que acepta el iRCM de Mantenimiento	75
3.2.4	Desarrollo de las Funciones - Fallas y Modos de Falla	82
3.3	REPORTE FMECA.....	84
3.3.1	Carga de características en el software.	92
3.4	CONCLUSIONES DEL CAPITULO 3	96
4	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	97
4.1	OBJETIVO 4.....	97
4.2	DESARROLLO.....	97
4.3	ANALYSIS SUMMARY REPORT	97
4.4	INFORMES FMECA	131
4.5	PRIORIZACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	133
4.6	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4	138
5	CONCLUSIONES.....	139
5.1	OBJETIVO	139
	PRESENTAR LOS PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE RCM EN EL SOFTWARE DE IRCMS, EN EL SISTEMA PROLOG FACTORY COMMISSIONI UBICADO EN EL SENA A NIVEL NACIONAL.....	139
5.2	DESARROLLO.....	139
	BIBLIOGRAFÍA	142

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Secuencia lógica lineal de objeto	14
Ilustración 2 - RCM en su contexto integral	19
Ilustración 3 - Cálculo de Riesgo según iRCMS-OREDA	21
Ilustración 4 - Frecuencias de Aladon y del iRCMS	22
Ilustración 5 - Clasificación de riesgos con números y colores	23
Ilustración 6 - Riesgo OREDA	24
Ilustración 7 - Factores de pesos en Severidad.....	25
Ilustración 8 - Tabla de Fallas ocultas	26
Ilustración 9 - Tabla de Seguridad física	26
Ilustración 10 - Tabla de Medio Ambiente	27
Ilustración 11 - Tabla de Imagen Corporativa.....	27
Ilustración 12 - Tabla de Costo de Reparación.....	28
Ilustración 13 - Tabla de Efectos en los clientes.....	28
Ilustración 14 - Tabla de Probabilidad de ocurrencia.....	29
Ilustración 15 - Grupo Primario RCM	31
Ilustración 16 - Responsabilidades de los Facilitadores	32
Ilustración 17 - Ventana Principal.....	37
Ilustración 18 - Matriz de Riesgo HRI	41
Ilustración 19 - Árbol Menú del Software IRCMS.	42
Ilustración 20 - Información de un Equipo	43
Ilustración 21 - Introducción de Funciones	44
Ilustración 22 - Introducción de Falla de Función.	45
Ilustración 23 - Introducción de Modo de Falla	46
Ilustración 24 - commissioning station: estación de puesta en servicio	47
Ilustración 25 – partes principales estación de puesta en servicio – PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.....	49
Ilustración 26 - Establecimiento de conexiones de comunicación – PROLOG FACTORY.....	50
Ilustración 27 - Mitsubishi robot RV-2SD.....	51
Ilustración 28 - Partes de la unidad de accionamiento.	51
Ilustración 29 – Controlador robot.	53
Ilustración 30 - Set up: Preparar, Ejemplo de configuración de Robot RV-2SD para el modo autónomo	53
Ilustración 31 - Robot RV-2SDB ejemplo de configuración para el modo autónomo	54
Ilustración 32 – Pinzas Neumáticas.	55

Ilustración 33 - Suministro neumático	55
Ilustración 34 - Sistema eléctrico, el control de la estación se realiza por la unidad de accionamiento del robot y un PLC Mitsubishi.	56
Ilustración 35 - Setup	58
Ilustración 36 - Sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI.....	59
Ilustración 37 - Función Principal del Sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI	60
Ilustración 38 - Falla y Modo de Falla de la Función Principal	61
Ilustración 39 - Tarea de Mantenimiento de la Funcion Principal	62
Ilustración 40 - Valoración del Riesgo	62
Ilustración 41 - Función Principal del Subdivisión Sistema Neumático	63
Ilustración 42 - Falla y Modo de Falla de la Función Principal Subdivisión Sistema Neumático.....	64
Ilustración 43 - Tarea de Mantenimiento del Subdivisión Sistema Neumático	65
Ilustración 44 - Valoración del Riesgo	65
Ilustración 45 - Riesgo es Severidad por Ocurrencia en el IRCMS-ALADON.....	66
Ilustración 46 - Diagrama de Flujo de la Toma de Decisiones.....	72
Ilustración 47 - Hoja Decisional ALADON	75
Ilustración 48 - Funciones, Fallas y Modos de Falla del sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI en el iRCM	83
Ilustración 49 - Logo-Enlace hacia la Aplicacion	84
Ilustración 50 - Reporte FMECA página 1 de 8	84
Ilustración 51 - Reporte FMECA página 2 de 8	85
Ilustración 52 - Reporte FMECA página 3 de 8	86
Ilustración 53 - Reporte FMECA página 4 de 8	87
Ilustración 54 - Reporte FMECA página 5 de 8	88
Ilustración 55 - Reporte FMECA página 6 de 8	89
Ilustración 56 - Reporte FMECA página 7 de 8	90
Ilustración 57 - Reporte FMECA página 8 de 8	91
Ilustración 58 – Función	92
Ilustración 59 - Falla Funcional	93
Ilustración 60 - Modos de Falla	94
Ilustración 61 - Trabajos de mantenimiento.....	95
Ilustración 62 - Lista de Reportes.....	97
Ilustración 63 - Informes que se generan desde el IRCM.....	98
Ilustración 64 - Resumen Estadístico del Proyecto	99
Ilustración 65 - Informe de Tareas de mantenimiento a desarrollar	113
Ilustración 66 - Informe de Habilidades, Competencias y Costos	120
Ilustración 67 - FMECA del Proyecto	131
Ilustración 68 - Tabla de Riesgo, con Severidad y Ocurrencia en el IRCMS	136
Ilustración 69 - Prioridad de tareas en RCM en el Irma	137

Ilustración 70 - Costos, RCM y ciclo de vida LCC 140

ECUACIONES

Ecuación 1 - Riesgo	19
Ecuación 2 - Riesgos de RCM	22
Ecuación 3 - Severidad	25

0 PRÓLOGO

El desarrollo de este proyecto pretende recopilar información que se relaciona con los mantenimientos debido a los modos de falla evidenciados, contando con una base de datos o un histórico que enmarca desde el año 2014 al 2016, donde fueron asignado el equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO a nivel nacional para los diferentes centros de formación en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). En este periodo los instructores encargados de la operación y de instruir a los estudiantes localizaron un 70% de fallas repentinas por falta de mantenimiento, lo cual ocurría por no tener presente el programa de ejecución de las actividades que habían programado los ingenieros encargados en el área del laboratorio en los centros de aprendizaje a nivel nacional, para el mantenimiento del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO.

0.1 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de este sistema, varias tecnologías de producción se han combinado en una sola instalación. El objetivo de la instalación es el aumento de la competencia, desde un simple ajuste de ejemplos hasta un proceso de producción completo, incluyendo todas las características.

Esta instalación fue desarrollada y fabricada sólo para su uso en formación básica y continua en los campos de automatización y comunicaciones. El Sena como entidad pública de formación cuenta con personal que deberán asegurarse de que los alumnos respeten las precauciones de seguridad descritas en los manuales.

El mantenimiento juega un rol esencial en el desarrollo social y económico de un país, sobre todo en los procesos donde forma parte activa del sistema de generación y distribución de energía.

Se recurre a este tipo de proyectos investigativos, para determinar con antelación las variables claves de éxito del mismo, con el fin de maximizar en el período investigado a futuro la confiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad, la rentabilidad, la competitividad y la productividad de los sistemas; mediante los costos más bajos posibles y el máximo nivel de servicio a la comunidad industrial y poblacional que atienden (Mora, 2012).

Además, a la competencia técnica y social, la comprensión del proceso y la interacción de los componentes respectivos aparecen en una presentación clara, la instalación está estructurada para permitir el aprendizaje metódico, es decir, desde el uso único de los módulos hasta la compleja y completa instalación. Tal vez incluso en combinación con otros sistemas.

0.2 OBJETIVO GENERAL

Programar a través de la metodología RCM¹, el mantenimiento del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) a nivel nacional. Los específicos contemplan el tratamiento explícito y detallado, de toda la cobertura del objetivo general.

0.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descripción de los objetivos que componen y conllevan al objetivo general.

0.3.1 Uno – Metodología.

Identificar los pasos del software IRCMS para su implementación en el equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO. Nivel 1 - Conocer

¹ RCM Reliability Centred Maintenance

0.3.2 Dos – Caracterización PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO.

Describir los sistemas, subsistemas y componentes del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO. Nivel 2 - Comprender.

0.3.3 Tres - IRCMS

Aplicar el software IRCMS en las tareas importantes del PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO. Nivel 3 - Aplicar.

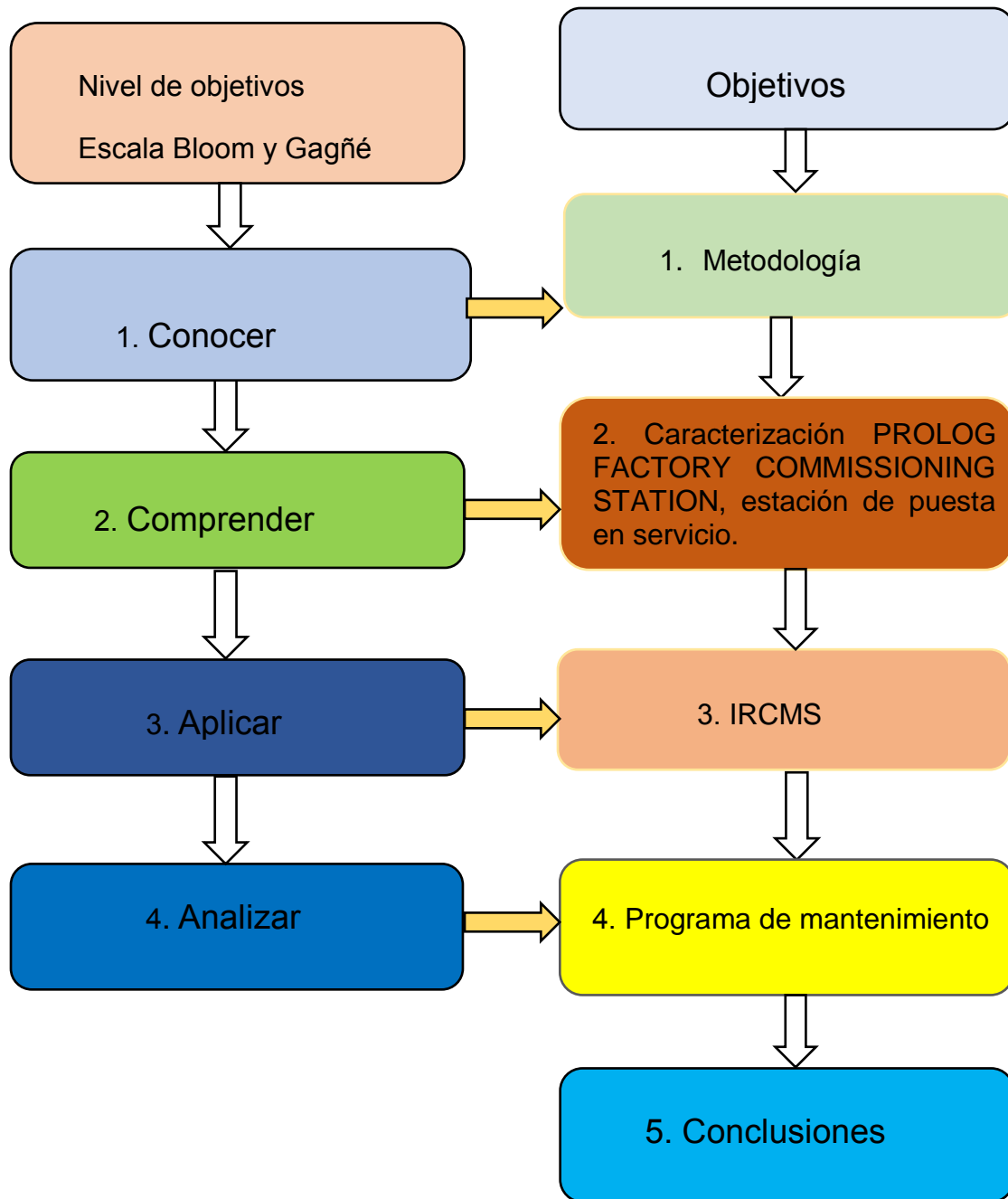
0.3.4 Cuatro – Programa de mantenimiento.

Contrastar las acciones de mantenimiento a partir de los resultados obtenidos con el software IRCMS, para garantizar la confiabilidad de los equipos. Nivel 4 - Analizar.

0.3.5 Cinco - Conclusiones

Relatar los principales resultados del proyecto

Ilustración 1 - Secuencia lógica lineal de objeto



Benjamín Bloom, Robert Gagné, psicólogos norteamericanos reconocidos por sus publicaciones en el área de aprendizaje (Bloom & Gagñé, 2016).

0.4 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El primer capítulo trata sobre los fundamentos propios de la metodología de mantenimiento RCM² llevados al ámbito de sistemas informáticos con el software IRCMS.

El segundo capítulo describe el sistema de PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio a ser intervenido utilizando la plataforma IRCMS como método de mantenimiento.

El tercer capítulo aplica la tecnología contenida en el software IRCMS para desarrollar un sistema de mantenimiento para el PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.

En el cuarto capítulo a partir de la información obtenida en el capítulo tres se efectuarán los diferentes planes de mantenimiento sobre el PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.

El quinto capítulo muestra las principales conclusiones sobre el desarrollo del sistema de mantenimiento del PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.

0.5 ANTECEDENTES

El servicio nacional de aprendizaje (SENA) utiliza tecnología de punta en los ambientes de formación a nivel nacional, con lo cual brinda la oportunidad a sus aprendices a mejorar la calidad, productividad y eficiencia en los procesos industriales, con el propósito de actualizar y adecuar los laboratorios de las diferentes áreas tecnológicas, en específico el área de electrónica y automatización industrial, con el objetivo de mejorar la formación de los aprendices y abrir la oportunidad de ofrecer servicios tecnológicos y de conocimiento al sector.

² RCM: *Reliability-Centered Maintenance*

La modernización trae consigo la compra de nuevas máquinas electrónicas, permitiendo así el reemplazo de forma artesanal, La instalación está estructurada para permitir el aprendizaje metódico, es decir, desde el uso único de los módulos hasta la compleja y completa instalación. Tal vez incluso en combinación con otros sistemas.

Como método de implementación del sistema de mantenimiento basado en la confiabilidad se crean a nivel mundial diferentes metodologías para la ejecución de este modelo. Para este caso se utilizará el software IRCMS como herramienta de análisis del PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.

0.6 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad contamos con diferentes metodologías de mantenimiento, el RCM se constituye en un instrumento significativo para la programación de mantenimiento por la utilidad y el uso; por lo tanto se puede aplicar en cualquier área operativa que cuenta la empresa, brindando un oportuno y efectivo mantenimiento a la diversidad de equipos que tienen en su área de producción, garantizando así una continuidad de sin demoras ni contratiempos a la hora de sus jornadas de fabricación.

La confiabilidad en los procesos es definitivamente necesario, al brindar un mantenimiento oportuno y efectivo al equipo involucrado en la línea de producción, por ende, para este proyecto se ha escogido el RCM como metodología de mantenimiento aplicándolo en el PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio, Mantenimiento Basado en la Confiabilidad RCM y utilizando el software IRCMS desarrollado para tal fin.

0.7 CONCLUSION DE CAPITULO 0

La estructura y las promesas descritas en esta sección inicial, nos muestra el desarrollo del trabajo, describe las bases suficientes para que el lector entienda la estructura, alcance total del proyecto, en cuanto a objetivos, logros parciales y totales, metodologías y metas particulares.

1 METODOLOGÍA

1.1 OBJETIVO 1

Identificar los pasos del software IRCMS para su implementación en el equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio. Nivel 1 - Conocer

1.2 RCM

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, que puede ser aplicado a cualquier tipo de instalación industrial, útil para el desarrollo y optimización de un plan eficiente de mantenimiento.

Desarrollado por la United Airlines de Estados Unidos, el RCM analiza cada sistema y cómo puede fallar funcionalmente. Los efectos de cada falla son analizados y clasificados de acuerdo al impacto en la seguridad, operación y costo. Estas fallas son estimadas para tener un impacto significativo en la revisión posterior, para la determinación de las raíces de las causas.

La idea central del RCM es que los esfuerzos de mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la función que realizan los equipos más que los equipos mismos.

Es la función desempeñada por una máquina lo que interesa desde el punto de vista productivo. Esto implica que no se debe buscar tener los equipos como si fueran nuevos, sino en condiciones suficientes para realizar bien su función. También implica que se deben conocer con gran detalle las condiciones en que se realiza esta función y, sobre todo, las condiciones que la interrumpen o dificultan, éstas últimas son las fallas (Rocha, 2016).

1.2.1 Análisis de los Riesgos

Las consecuencias de las fallas se evalúan y se les califica según severidad y la probabilidad de ocurrencia.

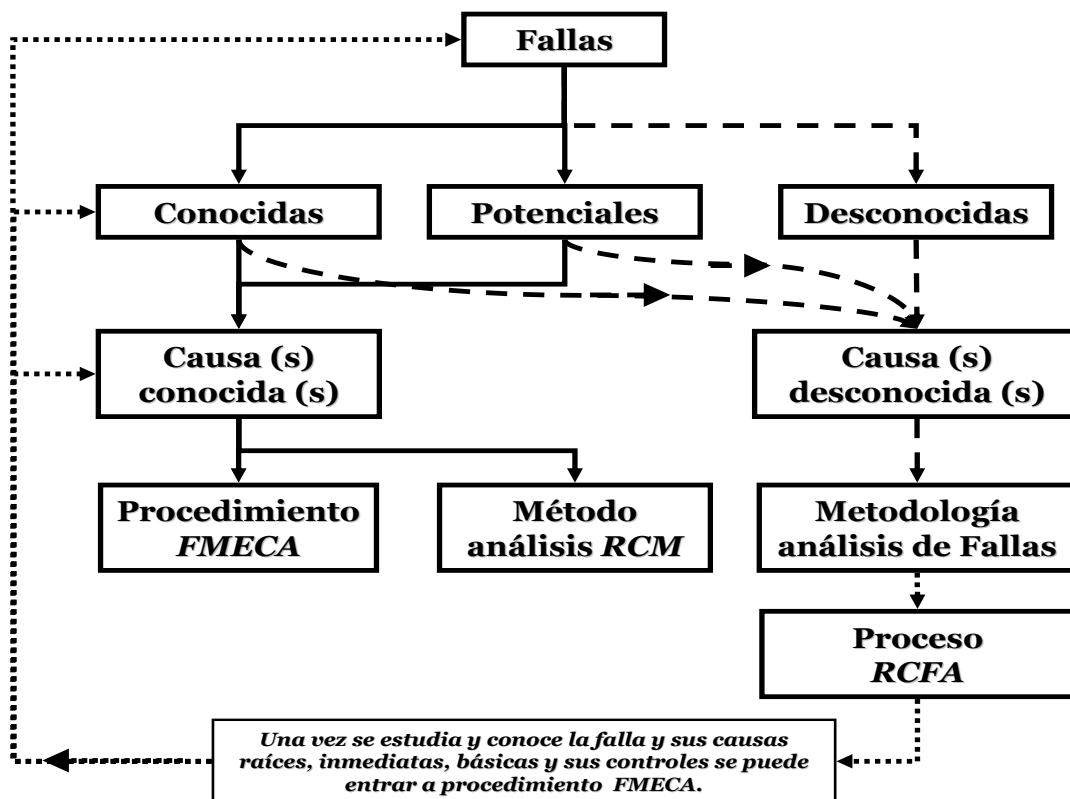
1.2.1.1 ALADON & iRCMS

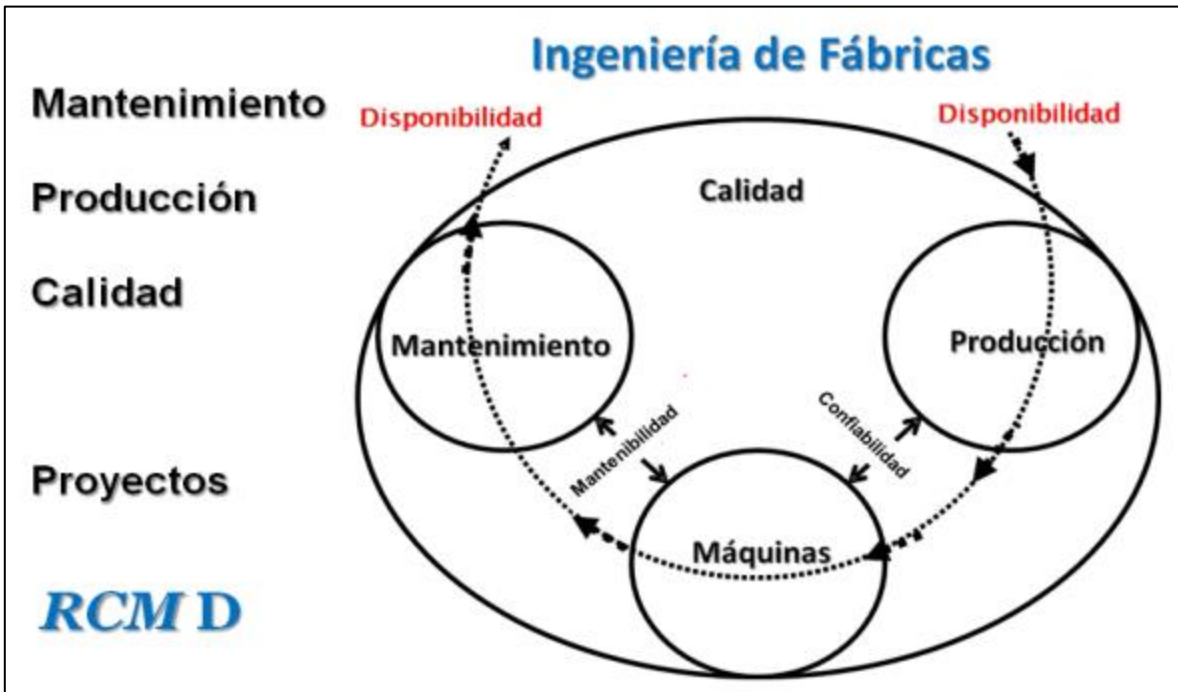
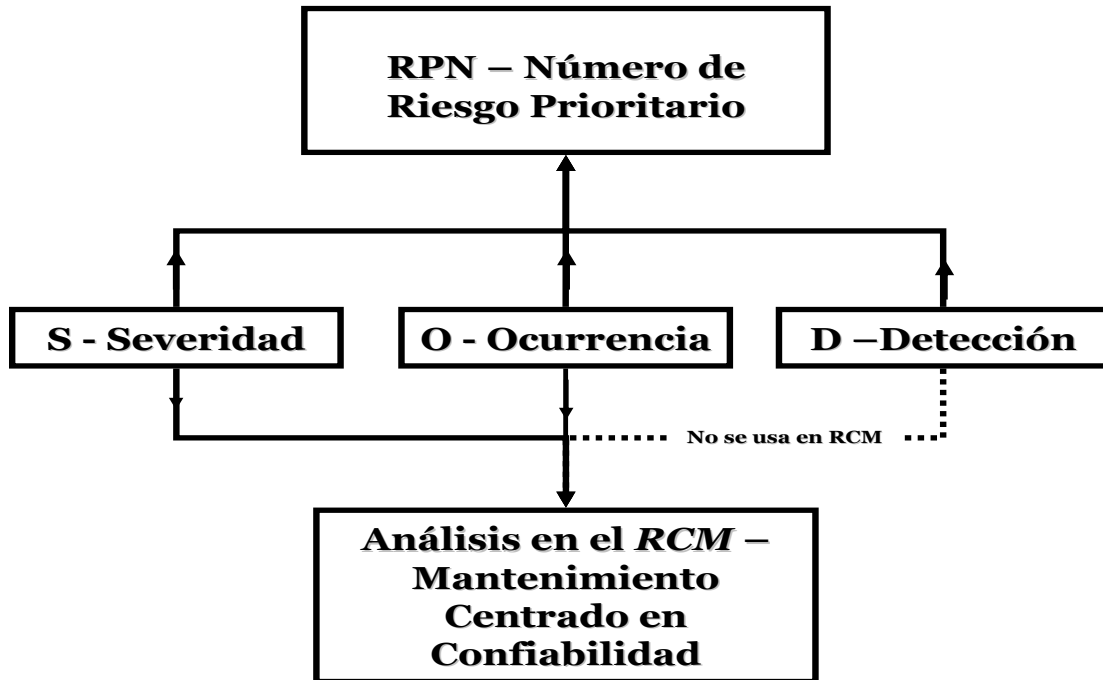
Ecuación 1 - Riesgo

$$RIESGO = SEVERIDAD \times OCURRENCIA \times DETECTABILIDAD$$

En el caso del RCM solo se trabaja con Severidad y Ocurrencia

Ilustración 2 - RCM en su contexto integral



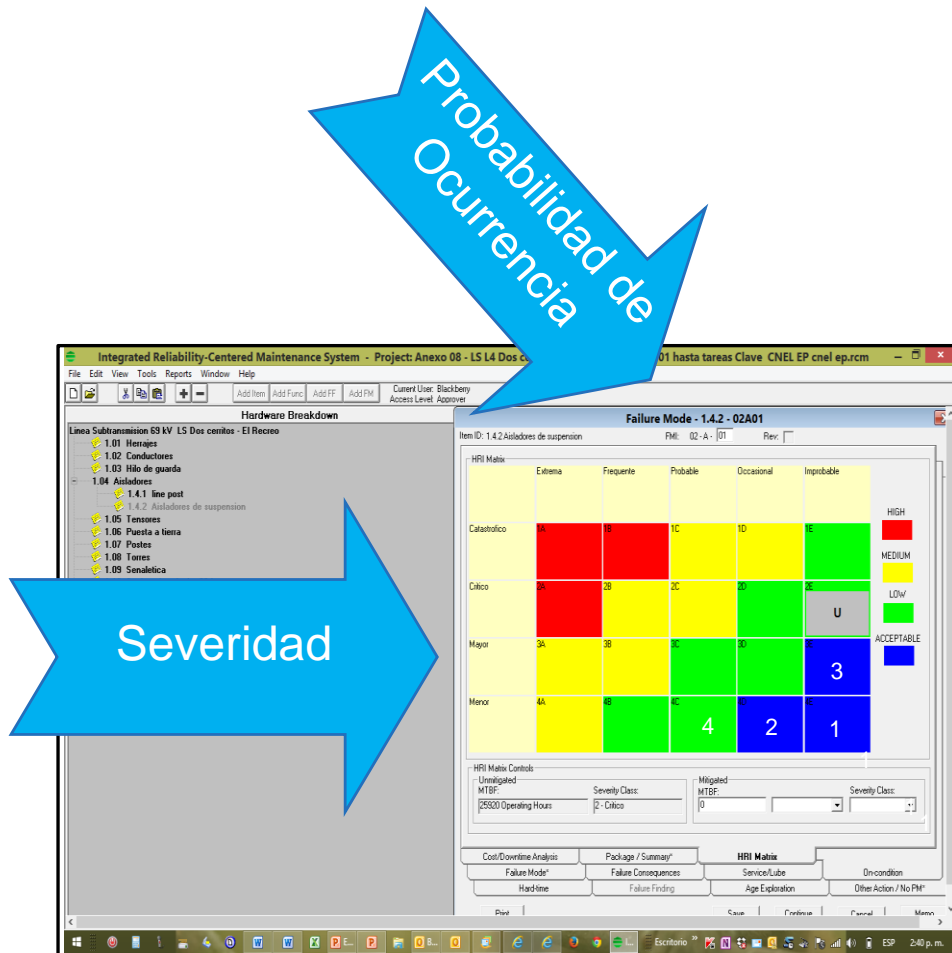


(Mora, 2014) (Mora, 2013)

El proceso de cálculos tiene dos métodos que son los más difundidos, entre ellos resalta el Método ALADON, que coincide con el proceso del iRCMS, donde se

valoran dos ejes acordes a una tabla cualitativa de Severidad y Ocurrencia, como se explica gráficamente en las siguientes figuras.

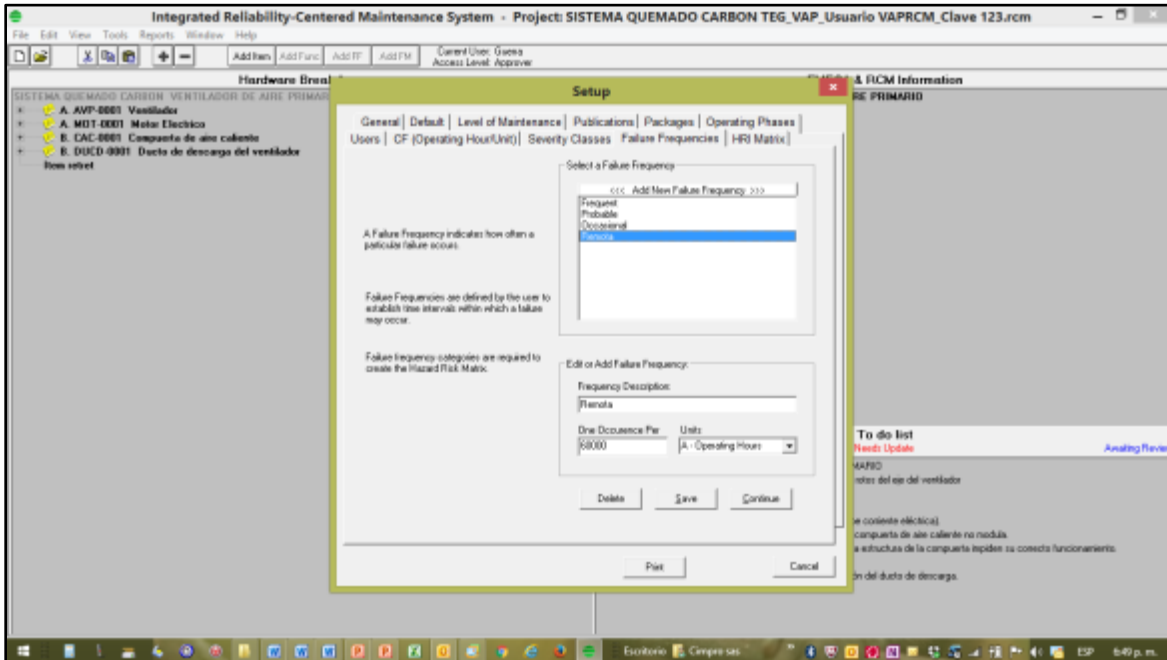
Ilustración 3 - Cálculo de Riesgo según iRCMS-OREDA



(US-NAVAIR, 2016)

Las calificaciones son de orden cualitativo, funciona en rangos en la parte de ocurrencia, es decir entre rangos de intervalos de horas, tal como se define en el Set Up del iRCMS.

Ilustración 4 - Frecuencias de Aladon y del iRCMS



(U.S. Army, 1972)

Los rangos de las frecuencias se definen en los rangos de frecuente entre 0 y 10 horas, probable entre 10 y 100 horas, ocasional entre 100 y 1000 horas, remota entre 1000 y 60000 horas.

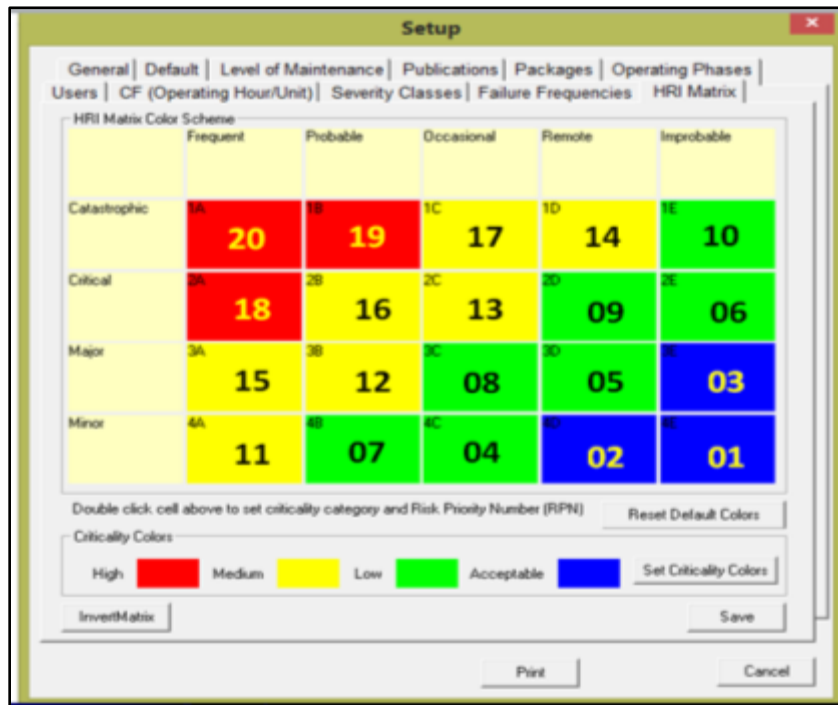
Los rangos de la severidad son meramente cualitativos, la combinación de ambos da la ubicación en el cuadro cualitativo, de colores, que representa la siguiente prioridad acorde a la combinación de severidad y ocurrencia.

El otro método consiste en valoraciones numéricas, que tiene dos procesos, uno es la ecuación, otro son los criterios y otros los valores relativos de las tablas.

Ecuación 2 - Riesgos de RCM

$$RIESGO = SEVERIDAD \times OCURRENCIA$$

Ilustración 5 - Clasificación de riesgos con números y colores



Casillas				Calificación Ubicación	
1	2	3	4	Código	Nivel de Criticidad
1A				1A	Muy Crítico
1B				1B	Muy Crítico
	2A			2A	Muy Crítico
1C				1C	Medianamente Crítico
1D				1D	Medianamente Crítico
	2B			2B	Medianamente Crítico
	2C			2C	Medianamente Crítico
		3A		3A	Medianamente Crítico
		3B		3B	Medianamente Crítico
			4A	4A	Medianamente Crítico
1E				1E	Criticidad Baja
	2D			2D	Criticidad Baja
	2E			2E	Criticidad Baja
		3C		3C	Criticidad Baja
		3D		3D	Criticidad Baja
			4B	4B	Criticidad Baja
			4C	4C	Criticidad Baja
		3E		3E	Aceptable en Criticidad
			4D	4D	Aceptable en Criticidad
			4E	4E	Aceptable en Criticidad

1.2.1.2 OREDA

1.2.1.2.1 Severidad: Evalúa en los siguientes parámetros, a los cuales se le asigna un peso y es multiplicado por un factor de probabilidad.

- Fallos Ocultos
- Impacto Seguridad Física
- Impacto Medio Ambiente
- Impacto en Imagen Corporativa
- Costos de Reparaciones o Mantenimientos
- Efectos en Clientes

Ilustración 6 - Riesgo OREDA

Evaluación:
se califica **Riesgo = Severidad x Ocurrencia =**

Consecuencias de las Fallas

La **Severidad** se evalúa en los siguientes parámetros:

- Fallos Ocultos ▲
- Impacto Seguridad Física ▲
- Impacto Medio Ambiente ▲
- Impacto en Imagen Corporativa ▲
- Costos de Reparaciones o Mantenimientos ▲
- Efectos en Clientes ▲

Severidad = FO X K_{FO} + SF X K_{SF} + MA X K_{MA} + IC X K_{IC} + OR X K_{OR} + OC X K_{OC} -

(Mora, 2013)

Ecuación 3 - Severidad

$$SEVERIDAD = FO \times K_{FO} + SF \times K_{SF} + MA \times K_{MA} + IC \times K_{IC} + OR \times K_{OR} + OC \times K_{OC}$$

La Sumatoria de Factores probabilísticos $K_{FO} + K_{SF} + K_{MA} + K_{IC} + K_{OR} + K_{OC}$ debe ser 1.00 o 100% (Mora, 2016).

El peso que generalmente se le da a cada una de las K es como se muestra a continuación, no obstante, no es camisa de fuerza y cada ingeniero de mantenimiento es autónomo en darle el valor que considere es el apropiado según el estudio realizado a los diferentes aspectos en los que se mueve la empresa.

Todos los parámetros tienen estándares internacionales que cubren sus valoraciones.

Ilustración 7 - Factores de pesos en Severidad

K
K_{FO} - 0.05 ó 5%
K_{SF} - 0.20 ó 20%
K_{MA} - 0.10 ó 10%
K_{IC} - 0.30 - 30%
K_{OR} - 0.30 ó 30%
K_{OC} - 0.05 ó 5%

Ilustración 8 - Tabla de Fallas ocultas

FO - Fallos Ocultos	
No existen fallas ocultas que puedan generar fallas múltiples posteriores	0
Existe una baja posibilidad de que la falla NO sea detectada y ocasione fallas múltiples posteriores	1
En condiciones normales la falla siempre será oculta y generará fallas múltiples posteriores	2
Existe una baja posibilidad de que la falla SÍ sea detectada y ocasione fallas múltiples posteriores	3
La falla siempre es oculta y ocasionará fallas múltiples graves en el sistema	4

Ilustración 9 - Tabla de Seguridad física

FS - Seguridad Física	
No afecta Personas ni equipos	0
Afecta a una persona y es posible que genere incapacidad de tipo temporal	1
Afecta de dos a cinco Personas y puede generar incapacidad de tipo temporal	2
Afecta a más de cinco Personas y puede generar incapacidad de tipo temporal o permanente	3
Genera incapacidad permanente o la muerte, a una o más Personas	4

Ilustración 10 - Tabla de Medio Ambiente

MA - Medio Ambiente	
No afecta el medio ambiente	0
Afecta el MA pero se puede controlar. No daña el Ecosistema	1
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en menos de seis meses con un valor inferior a 5.000 dólares	2
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en menos de tres años con un valor inferior a 50.000 dólares	3
Afecta los recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en más de tres años o es irreversible. Su impacto social y ecológico es superior a los 50.000 dólares	4

Ilustración 11 - Tabla de Imagen Corporativa

IC - Imagen Corporativa	
No es relevante	0
Afecta credibilidad de los clientes, pero se maneja con argumentos	1
Afecta credibilidad de los clientes, pero se maneja con argumentos e inversión inferior a 1.000 dólares	2
Afecta credibilidad de los clientes, pero se maneja con argumentos e inversión entre 1.000 y 10.000 dólares	3
Afecta credibilidad de los clientes, pero se maneja con argumentos e inversión mayor a 10.000 dólares. Puede ser irreversible	4

Ilustración 12 - Tabla de Costo de Reparación

OR - Costo de Reparación	
Entre 1 y 50 dólares	0
Entre 51 y 500 dólares	1
Entre 501 y 5.000 dólares	2
Entre 5.001 y 50.000 dólares	3
Mayor a 50.001 dólares	4

Ilustración 13 - Tabla de Efectos en los clientes

OC - Efectos en Clientes	
Entre 1 y 50 dólares	0
Entre 51 y 500 dólares	1
Entre 501 y 5.000 dólares	2
Entre 5.001 y 50.000 dólares	3
Mayor a 50.001 dólares	4

1.2.1.2.2 Probabilidad de ocurrencia OREDA. Este ítem define estadísticamente la periodicidad en la que los modos de falla se han presentado eventualmente en el equipo o las recomendaciones de mantenimiento del fabricante en el manual de mantenimiento del equipo.

Ilustración 14 - Tabla de Probabilidad de ocurrencia

Ocurrencia		Calificación
Frecuente	1 Falla en 1 Mes	4
Ocasional	1 Falla en 1 Año	3
Remota	1 Falla en 5 Años	2
Poco probable	1 Falla en 20 Años	1

1.2.2 Etapas de la implementación del RCM

La puesta en marcha de sistema de mantenimiento se lleva a cabo en varios momentos como son:

- Planeación
- Grupos de revisión
- Facilitadores
- Análisis de resultados
- Implementación de auditorías.

1.2.2.1 Planeación

El proceso de la planeación, incluye varias etapas, entre las cuales resaltan.

- Activos físicos a trabajar bajo RCM
- Definir recursos físicos y humanos requeridos
- Definir cronograma de entrenamiento, realización, análisis, fecha y lugar de las personas.
- Estudiar integral y específicamente cada activo

1.2.2.2 Grupo de revisión y realización.

El compromiso de la alta gerencia se ve evidenciado en este paso de la implementación, ya que debe haber personal de operación, mantenimiento, planeación e ingeniería de la fábrica y de todas las dependencias que soporten el proceso. Debe haber personal de operación, mantenimiento e ingeniería de fábricas y de otras dependencias que soporten el proceso.

1.2.2.3 Facilitadores

- Análisis exhaustivo y excluyente con todo: funciones, fallas funcionales, modos de falla, tareas, etc. en todos los equipos críticos y elementos claves.
- RCM entendido por todos.
- Método del Vaticano por consenso en forma rápida y ágil, con dosis motivacional.
- Calendario de trabajo con cumplimientos.

Ilustración 15 - Grupo Primario RCM



1.2.2.4 Resultados del RCM

El RCM exige entre sus principales conclusiones que contenga unos mínimos que se desglosan a continuación.

- Planes de mantenimientos y reparaciones a ser efectuados.
- Rediseño de procesos de operación, validados, entendidos y practicados por quienes ejecuten.
- Involucrar los mantenimientos en el CMMS o programas manuales.
- Tareas descritas a cabalidad con conocimiento de causa de quienes las practican y practicarán.
- Modificaciones, con cálculos y estudios, responsables y fechas.
- Control de seguimiento de tareas y operaciones nuevas o rediseñadas en frecuencia.

Ilustración 16 - Responsabilidades de los Facilitadores

COMPETENCIAS Y HABILIDADES DE LOS FACILITADORES	
APLICAR LA LOGICA RCM	
DIRIGIR EL ANALISIS	PREPARAR LAS REUNIONES
	SELECCIONAR LOS NIVELES DE ANALISIS/DEFINIR LOS LIMITES
	TRATAR APROPIADAMENTE LOS MODOS DE FALLA COMPLEJOS
	SABER CUANDO DEJAR DE LISTAR MODOS DE FALLA
	INTERPRETAR Y REGISTRAR LAS DECISIONES CON UN MINIMO LENGUAJE TECNICO
	RECONOCER CUANDO EL GRUPO NO SABE
	EVITAR LOS INTENTOS DE REDISEÑAR EL ACTIVO DURANTE LAS REUNIONES DE RCM
	COMPLETAR LAS HOJAS DE TRABAJO RCM
	PREPARAR UN ARCHIVO DE AUDITORIA
	INGRESAR LOS DATOS DE RCM EN UNA BASE DE DATOS COMPUTARIZADA
CONDUCCIR LAS REUNIONES	PREPARAR LA ESCENA
	LA CONDUCTA DEL FACILITADOR
	EJECUTAR EN ORDEN LAS PREGUNTAS RCM
	ASEGURAR QUE CADA PREGUNTA SE COMPRENDA CORRECTAMENTE
	ALENTAR A QUE PARTICIPE CADA MIEMBRO DEL GRUPO
	RESPONDER LAS PREGUNTAS
	ASEGUARAR EL CONSENSO
	MOTIVAR AL GRUPO
	MANEJAR LA INTERRUPCIONES APROPIADAMENTE
	ORIENTAR AL GRUPO O A LOS MIEMBROS ADECUADAMENTE
CONDUCCIR LAS REUNIONES	ALENTAR A QUE PARTICIPE CADA MIEMBRO DEL GRUPO
	RESPONDER LAS PREGUNTAS
	ASEGUARAR EL CONSENSO
	MOTIVAR AL GRUPO
	MANEJAR LA INTERRUPCIONES APROPIADAMENTE
	ORIENTAR AL GRUPO O A LOS MIEMBROS ADECUADAMENTE
ADMINISTRAR EL TIEMPO	RITMO DE TRABAJO
	CANTIDAD TOTAL DE REUNIONES EFECTUADAS
	FECHA REAL DE FINALIZACION CONTRA LA FECHA OBJETIVO
	TIEMPO EMPLEADO PARA PREPARAR LA AUDITORIA
	TIEMPO FUERA DE LAS REUNIONES
ADMINISTRAR LA LOGISTICA E INTERACCION CON LOS NIVELES SUPERIORES	PREPARAR EL PROYECTO RCM COMO UN TODO
	PLANEAR EL PROYECTO
	COMUNICAR LOS PLANES
	EL LUGAR DE LA REUNION
	COMUNICAR LOS HALLAZGOS URGENTES
	COMUNICAR LOS PROGRESOS
	ASEGURAR QUE SE AUDITEN LAS HOJAS DE TRABAJO RCM
	PRESENTACION A LA GERENCIA SUPERIOR
	IMPEMENTACION
	UN PROGRAMA VIVIENTE

(RCMScorecard@, 2005)

1.2.2.5 Implementación y Auditoría

- Revisión integral de nivel gerencial por cada activo terminado.
- Auditoría, costos, CMD.
- Revisión basada en las normas internacionales SAE JA1011, SAE JA1012, Military Standard 2173 y British Norm Standard.
- Beneficios, limitaciones, cambios y su nueva aplicación.
- Revisión cada dos años de los activos con modificación o cambios en calidad repuestos, bajo control de la curva de Davies o de la Bañera (Mora, 2016).

1.3 SOFTWARE IRCMS

El alto costo en la implementación de un RCM clásico en todos los componentes de un proceso derivó en la aparición de diversas metodologías que optimizaron el proceso y entregaron resultados útiles para una amplia variedad de aplicaciones industriales. De hecho, muchas compañías que inicialmente se embarcaron en procesos RCM clásicos acabaron ellos mismos buscando la manera de optimizar el proceso y de esta manera cumplir con los objetivos finales.

Este tipo de metodologías son exitosamente usadas en esencialmente todos los procesos industriales con beneficios demostrados. Los ahorros durante el análisis llegan ser de hasta un 90% sobre el uso de metodologías RCM clásicas (Mendoza, 2016).

El Sistema Integrado de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (IRCMS) es una herramienta de software que fue creado para ayudar al analista del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en la realización de análisis y documentación del RCM para los Sistemas de Comando de la Naval Air (NAVAIR)³.

³ NAVAIR US – Navy Naval Air System Command – Navy and marine – www.navair.navy.mil/

Esto ayuda a proporcionar la justificación y la trazabilidad requerida para cada tarea de mantenimiento preventivo que resulta del análisis RCM. El software IRCMS conduce al usuario a través de las ramas correspondientes de la lógica de la RCM en base a datos suministrados por el usuario. El programa sigue la lógica contenida en RCM CNSA 00-25-403, directrices para el proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad de la aviación naval (Connection, 2014).

1.3.1 Pasos del Plan de implementación del iRCMS.

El plan debe incluir los siguientes pasos para su consideración durante la definición del alcance de los programas:

1.3.1.1 Programa de mantenimiento preventivo básico actual. Definir los planes de mantenimiento existentes y disponibles, las tareas análisis (RCM), nivel estándar de almacenamiento para mantenimiento (SDLM), etc.

1.3.1.2 RCM candidato, identificación y priorización. Identificar las funciones, elementos y/o planes de mantenimiento para determinar las tareas que serán objeto de análisis RCM. Priorizar basándose en la seguridad, disponibilidad operativa y rentabilidad esperada de las inversiones. Algunos ejemplos de limitar el alcance de los análisis iniciales incluyen:

- Análisis de base. Se trata de un mínimo esfuerzo inicial. Se supone más el plan de mantenimiento actual, son las tareas razonablemente justificadas, y entran de inmediato en el mantenimiento. Los beneficios de RCM se harán a través mantener esfuerzos proactivos.
- Análisis de perfil alto. Esto es similar a un método de análisis por encima el cual consiste en saltar a la fase de mantenimiento, tales como el análisis de costo, excepto que un mayor esfuerzo inicial puede ser justificada.

- Método de relleno. Este es un nivel medio para el análisis inicial. Se supone que el actual programa de mantenimiento preventivo cubre adecuadamente todos los posibles modos de falla, pero que puede haber algunos planes de mantenimiento que pueden no ser necesarios. Una lista de elementos y/o funciones es desarrollada para el análisis de tareas existentes en el plan de mantenimiento.
- Análisis completo. Este requiere el más alto esfuerzo inicial y sólo se debe considerar cuando retornos potenciales son altos, es decir, programas con una importante vida útil.

1.3.1.3 Proceso/Filosofía. Identifica las filosofías y los procesos que se utilizarán para el RCM justificando las tareas en el más lógico y rentable programa de mantenimiento. Algunos de los factores que influyen en el desarrollo e identificación de las filosofías pueden incluir, pero no se limitan a: tamaño de la flota, las necesidades operacionales, limitaciones, y el mínimo nivel de las funciones.

1.3.1.4 Nivel de análisis. Debe desarrollarse una lista de los sistemas, subsistemas y/o componentes que serán objeto importante de determinación. RCM debe realizarse a un nivel tan alto como sea posible. La experiencia ha demostrado que para un completo análisis RCM, el sistema o subsistema generalmente es un buen lugar para iniciar el análisis RCM (NAVAIR, 1996).

1.4 REQUISITOS PARA LA INSTALACION DEL SOFTWARE IRCMS

La correcta instalación y posterior puesta en funcionamiento de la herramienta IRCMS cumple con los siguientes requisitos mínimos:

- Sistemas operativos Windows 95/98/2000/XP o NT.

- Diseñado para operar en 3454667 LAN (red de área local).

1.5 CARACTERISTICAS DE LA HERRAMIENTA IRCMS

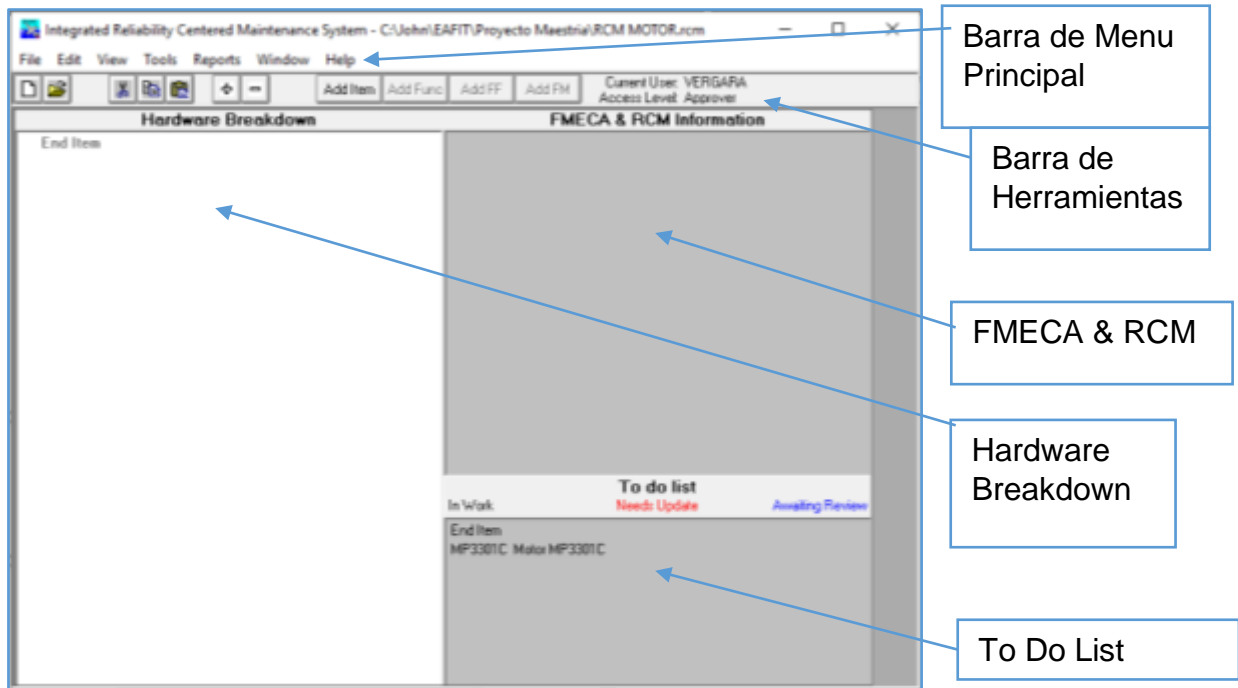
Las principales características con las que cuenta la herramienta para el desarrollo y ejecución de la misma son:

- Permite el acceso a múltiples usuarios a un mismo proyecto al mismo tiempo.
- Permite asignar a los usuarios diferentes niveles de acceso de acuerdo a las necesidades.
- Permite importar datos de otros proyectos.
- Permite guardar datos con el simple hecho de cerrar ventanas, la pérdida de datos es muy limitada.
- Facilita el empaquetado de tareas para el mantenimiento preventivo.
- Provee el seguimiento a los requerimientos de un mantenimiento preventivo.
- Mantiene una auditoria a los niveles de modo de falla de cada revisión hecha en los análisis.
- Proporciona indicadores de estado de las diferentes tareas, fallas funcionales, modos de falla, entre otros.
- Proporciona la capacidad de presentación de informes en el nivel especificado por el usuario.
- Entrega informes en varias formas, Word, en pantalla y HTML.

1.6 ESTRUCTURA DE LA HERRAMIENTA IRCMS

La ventana principal posee características muy similares a las de casi todos los programas diseñados bajo el ambiente Windows⁴.

Ilustración 17 - Ventana Principal



La creación de nuevo proyecto se realiza desplegando el menú File en la barra del menú principal y siguiendo las instrucciones.

1.6.1 Hardware Breakdown

En este panel se despliega el árbol o desglose del hardware, para acceder a la información de los elementos. Se puede escoger con click derecho del Mouse y opción open, o con un doble click sobre el elemento deseado. Aquí es donde se

⁴ Windows: Sistema operativo desarrollado por Microsoft que vino siendo en su comienzo la interfaz gráfica para el Sistema Operativo MS-DOS y cuya filosofía es brindar la facilidad del desplazamiento amigable entre las diversas y simultaneas tareas que se estén ejecutando.

encuentra el equipo inicial y desde donde se pueden escoger las funciones para tratarlas en la ventana de FMECA.

Este desglose del hardware es la división lógica de un equipo en elementos más pequeños que lo componen para minimizar la complejidad del activo, esta descomposición de un equipo va desde el más alto al más bajo nivel (solo lo necesario), y se identifica como el fin de un equipo. La distribución de hardware debe realizarse hasta al menos el nivel en que el análisis se realizó inicialmente.

El Hardware Breakdown debe estar referido de ser necesario al documento NA-00-25-403, sección 3.2, de la US-NAVAIR para una mejor implementación.

1.6.2 FMECA & RCM Information

En esta sección de la ventana se encuentra el árbol de las diferentes funciones de la ventana Hardware Breakdown, se puede acceder a la información de las diferentes fases. En esta sección es donde se encuentra la información principal de los estudios de MCC, se puede acceder a la información escogiendo el bloque y presionando doble click. En este panel las fases se diferencian por su color así:

- Negro: Funciones
- Rojo: Falla funcional
- Azul: Modo de falla.






Los modos de falla pueden verse de diferentes formas, todo depende del estado en el que se encuentre (Aprobado, esperando revisión, entre otros), también es posible bloquear los MF con el fin de que solo el usuario principal pueda editar estos campos, y llevar registros históricos.

El FMECA se utiliza para identificar y documentar las funciones, fallas funcionales, modos de fallas y efectos de falla de un equipo. Se usa para determinar el alcance de una falla funcional en términos de seguridad, medio ambiente, operación o economía. Aquí se adelanta la clasificación de seguridad de las fallas funcionales de acuerdo a lo establecido en los criterios de clasificación de severidad, y provee tasas de fallo de información según los dispuesto por el usuario.

1.6.3 To Do List

Esta sección lista las partes incompletas del análisis MCC, esto con el fin de no tener que buscarlas por todas las ramas del árbol de FMECA. Con un solo click a un elemento se puede acceder directamente para actualizar. La clasificación de esta división se puede editar en el "SETUP".

1.6.4 Iconos Usados en el IRCMS

-  Aprobado: El modo de falla ha sido aprobado.
-  Necesario Actualizar: El MF necesita ser actualizado
-  Esperando Revisión: El FM está siendo revisado.
-  En proceso: El análisis del proceso está en ejecución, por ende, nos es posible marcar como aprobado o esperando revisión.
-  Histórico: El análisis está siendo mantenido como un registro histórico. (US-NAVAIR, 2016).

1.6.5 Setup

En el Setup se puede configurar las unidades de medida que van a ser utilizadas como referencias en el análisis RCM, factores de conversión estándar y

personalizadas, así mismo se asignan los valores de monetarios por pérdida de tiempo operacional unidades de moneda y el programa de vida restante en unidades operacionales con su fecha de inicio de servicio.

En la pestaña Publications se documentan reportes de mantenimiento de alguna clase que posteriormente se asignaran a alguna de las tareas de mantenimiento.

El empaquetado, Packages agrupa tareas de mantenimiento preventivo, estos grupos son llamados como "Fase A", etc. Las tareas de estos grupos deben estar documentadas. Esta ventana proporciona al usuario la forma de agregar o editar una lista de grupos de paquetes y agregar una publicación que se asocia a ese grupo. Una publicación de asociados se debe introducir antes de ingresar una entrada de paquetes.

Clases de gravedad, Severity Classes es una categoría asignada a los modos de falla, basados en los impactos de sus efectos potenciales mientras que la frecuencia de Fallas; Failure Frecuencias indica cuan a menudo ocurren las fallas. Las reglas se pueden ver en "NAVAIR 00-25-403 RCM Guidance Manual.

Nivel de mantenimiento, Level of Maintenance permite la definición de los mantenimientos requeridos para el mantenimiento preventivo. También permite ingresar costos por defecto de un nivel de mantenimiento en particular.

Users aparece al inicio de la creación de un proyecto o se puede usar en cualquier momento en el programa. Al inicio del proyecto se debe crear al menos un usuario, porque de lo contrario no se puede finalizar la creación del proyecto y no se haría nada. Para el establecimiento del primer usuario este debe tener la característica de Signoff, que tendría el papel de administrador del proyecto.

La matriz de riesgo está formada por dos conceptos, la gravedad de la ocurrencia de una falla y la posibilidad que se genere la misma. Estas fallas serán valoradas de acuerdo a la experiencia de un equipo multidisciplinario encargado del

mantenimiento y la confiabilidad de la planta de proceso. Esta matriz puede ser adecuada a la necesidad del administrador del software, pudiendo editar colores y el orden de las abscisas y las ordenadas.

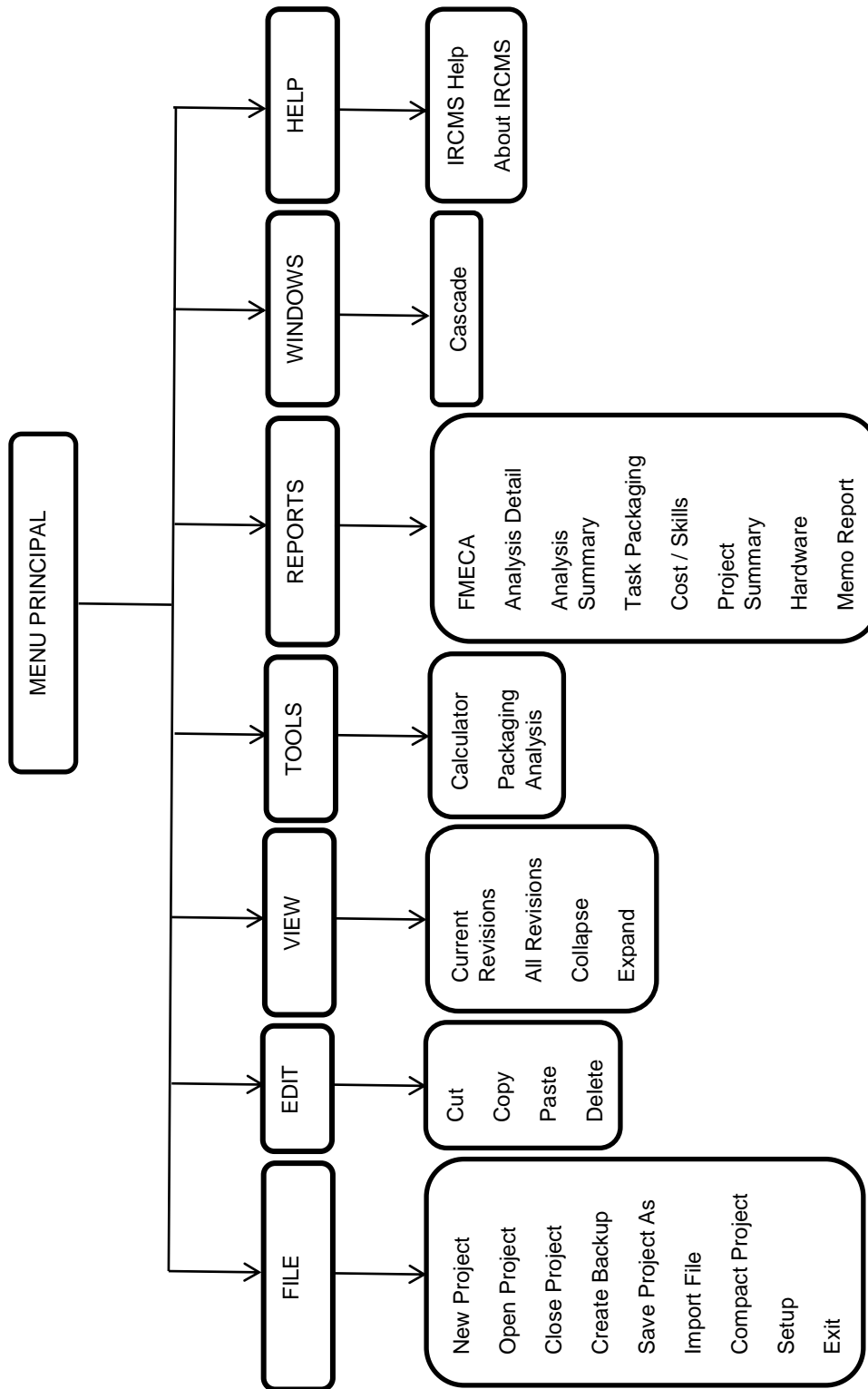
Ilustración 18 - Matriz de Riesgo HRI



1.6.6 Menú Principal

La barra de menú principal contiene las listas desplegables que albergan las diferentes opciones del software.

Ilustración 19 - Árbol Menú del Software IRCMS.



1.7 USO DEL SOFTWARE IRCM

1.7.1 Introducción del Hardware

Cada equipo ingresado al sistema es catalogado bajo los parámetros consignados en el siguiente formulario.

Ilustración 20 - Información de un Equipo

The screenshot shows a software window titled "Item - End Item". The form contains the following fields and controls:

- Item ID:
- Item Name:
- Item Description:
- Item ID Code:
- Number of Items in operation:
- Part Number:
- Item Design Life:
- Alternate Application:
- Status:
- Effectivity:
- Analyst:
- Approved by:
- Reviewed by:

Buttons at the bottom right:

Así mismo, cada sistema es subdividido jerárquicamente en sub-sistemas, elementos y componentes hasta lograr cubrir el 100% del equipo y no dejar ningún cabo suelto.

1.7.2 Introducción de Funciones

En la pantalla principal se presiona Adding Function donde aparecerá la siguiente pantalla en la que se introducen las funciones del hardware y/o sistema.

Ilustración 21 - Introducción de Funciones

Function - MP3301C - 02

Item ID: MP3301C

Function ID: 02

Function Description:

Functional Significance Determination

	Yes	No
1. Does loss of the function have an adverse effect on safety or environment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Does loss of the function have an adverse effect on operations?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Does loss of the function have an adverse economical impact?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is this function protected by an existing PM task?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Effectivity:

Analyst: VERGARA, JOHN Status: In process

Approved by:

Reviewed by:

Print Save Continue Cancel Memo

1.7.3 Introducción de las Fallas de Función

Seguidamente, después de haber introducido una función se activará en la ventana principal el botón Adding Function Failure será habilitado y de esta forma diligenciar el formulario de cada falla de función. El formulario comprende el ID de la función, descripción de la falla y posibles formas de evitar que la falla afecte el sistema.

Ilustración 22 - Introducción de Falla de Función.

The screenshot shows a software window titled "Functional Failure - MP3301C - 02A". The window contains the following fields and controls:

- Item ID: MP3301C
- Function ID: 02
- Function Description:
- Functional Failure ID: A
- Functional Failure Description:
- Compensating Provisions:
- Effectivity:
- Analyst: VERGARA, JOHN
- Status: In process
- Approved by:
- Reviewed by:
- Buttons: Save, Continue, Cancel, Memo

1.7.4 Introducción de los Modos de Falla

La siguiente gráfica evidencia la ventana dispuesta para la consignación de los datos que comprende cada modo de falla de cada una de las fallas de función. Un indicador de modo de falla FMI consta de tres elementos: Un número de la función, o sea la función asociada a este modo de falla. Una letra de falla funcional, es decir la falla funcional asociada a esta función. Un número de 2 dígitos.

Así como son consignados los modos de falla, también se describe la forma de detectarlos y las tareas de mantenimiento asociadas, ya sea mantenimiento preventivo, tareas de lubricación o mantenimiento según la condición encontrada. El valor asociado a cada tarea de mantenimiento se asigna y se computa según sea efectuada por el personal encargado, ya sea directo o contratado.

Ilustración 23 - Introducción de Modo de Falla

Failure Mode - MP3301C - Q1A01
Item ID: MP3301C Make: MP3301C FME: 01 - A - 01 Rev:

Failure Mode Description:
Local Effects:
Next Higher Effects:
End Effects:
Detection Method:
Severity Class: Item ID code of failed item:
Effectivity: Part No of failed item: Operating Phase:
MTBF:

Failure Mode* Failure Consequences Service/Lube On-condition
Hardware Failure Finding Age Expiration Other Action / No PM
Cost/Downline Analysis Package / Summary HRI Matrix

Print Save Continue Cancel Menu

El proceso completo del RCM, implica Funciones principal y secundarias, fallas funcionales y modos de fallas, con luego los trabajos y tareas programadas o no de mantenimiento.

1.8 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1

Esta primera sección deja sentadas las bases tanto del RCM como la forma de valorar el riesgo, competido por la severidad y la probabilidad de ocurrencia en los dos métodos principales en especial del iRCMS.

Se dejan sentadas las principales características del iRCMS, tanto con instrucciones del set up, como de cada una de las pestañas a que se refiere el programa en sus inicios.

2 CARACTERIZACIÓN PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION: ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO

2.1 OBJETIVO 2

Describir los sistemas, subsistemas y componentes del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio. Nivel 2 - Comprender.

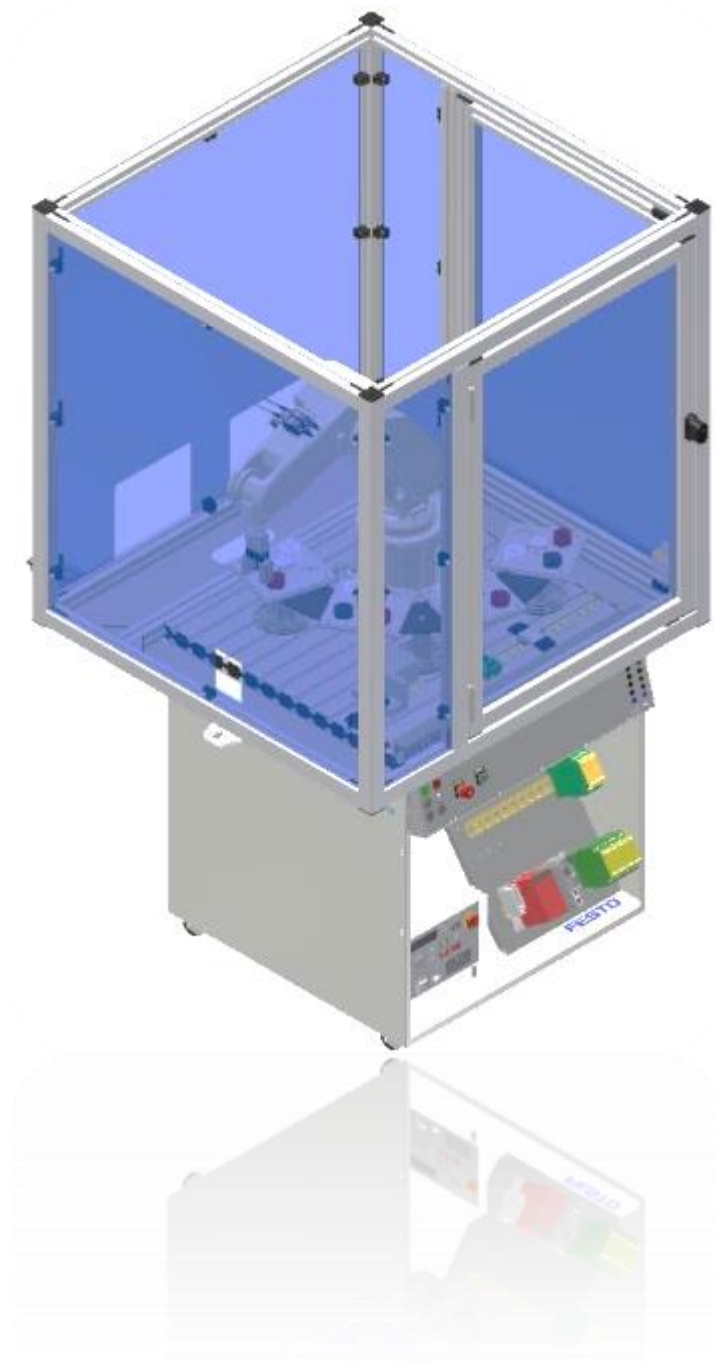
2.2 PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION: ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO

Esta instalación fue desarrollada y fabricada sólo para su uso en formación básica y continua en los campos de automatización y comunicaciones, La instalación está estructurada para permitir el aprendizaje metódico, es decir, desde el uso único de los módulos hasta la compleja y completa instalación. Tal vez incluso en combinación con otros sistemas.

La estación puesta en servicio comisiona piezas de trabajo de un transportador sobre paletas, las paletas vacías se mueven de la diapositiva de entrada a las posiciones de la memoria intermedia en la estación, las paletas encargadas se mueven a la diapositiva de salida para su uso posterior, el manejo completo de paletas y piezas de trabajo es realizado por el robot.

Ilustración 24 - commissioning station: estación de puesta en servicio

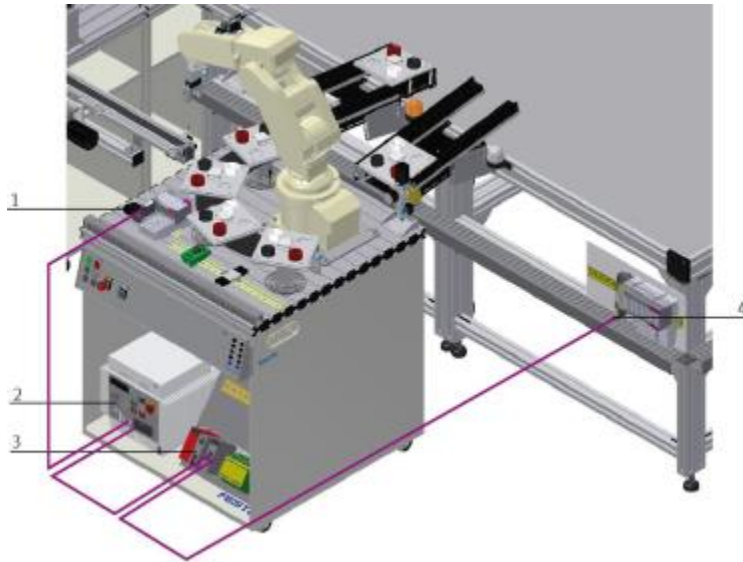
La estación de puesta en servicio comisiona piezas de trabajo de un transportador sobre paletas, las paletas vacías se mueven de la diapositiva de entrada a las posiciones de la memoria intermedia en la estación, las paletas encargadas se mueven a la diapositiva de salida para su uso posterior y el manejo completo de palets y piezas de trabajo es realizado por el robot.



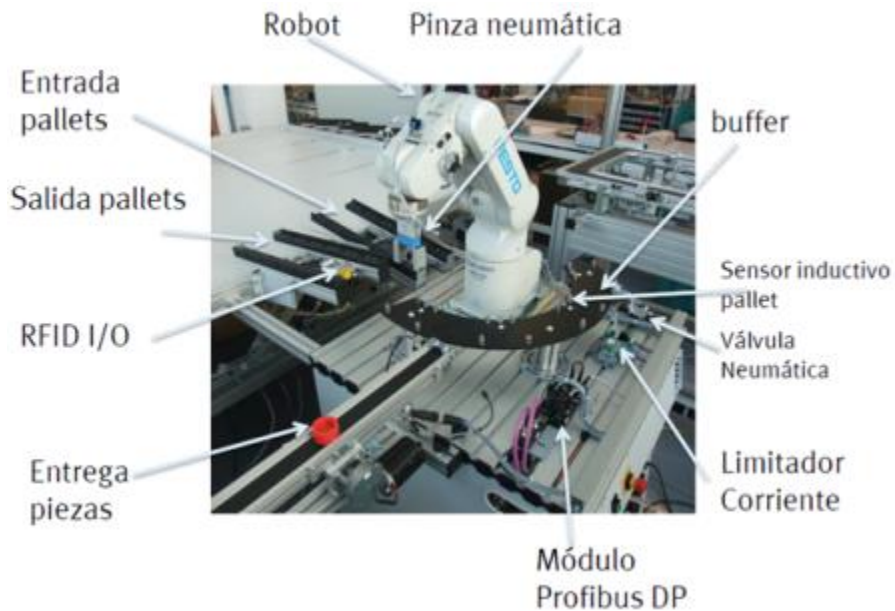
(Didactic, y otros, 2016)

Este caso particular considera como análisis para implementar la metodología RCM por medio de la herramienta informática iRCMS commissioning station: estación de puesta en servicio, del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.

Ilustración 25 – partes principales estación de puesta en servicio – PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio.



- 1- Estación de puesta en marcha de la CPU Turk.
- 2- Unidad de accionamiento robot.
- 3- Estación de puesta en servicio del PLC.
- 4- Área de registro de la unidad de conexión turca.



(Didactic, y otros, 2016)

2.3 ESTABLECIMIENTO DE CONEXIONES DE COMUNICACIÓN.

Las líneas de comunicación dentro de los componentes están mal cableadas y no es necesario sujetarlas, las conexiones enchufables se muestran como gráficos en lo siguiente.

Ilustración 26 - Establecimiento de conexiones de comunicación – PROLOG FACTORY.

(Didactic, y otros, 2016)

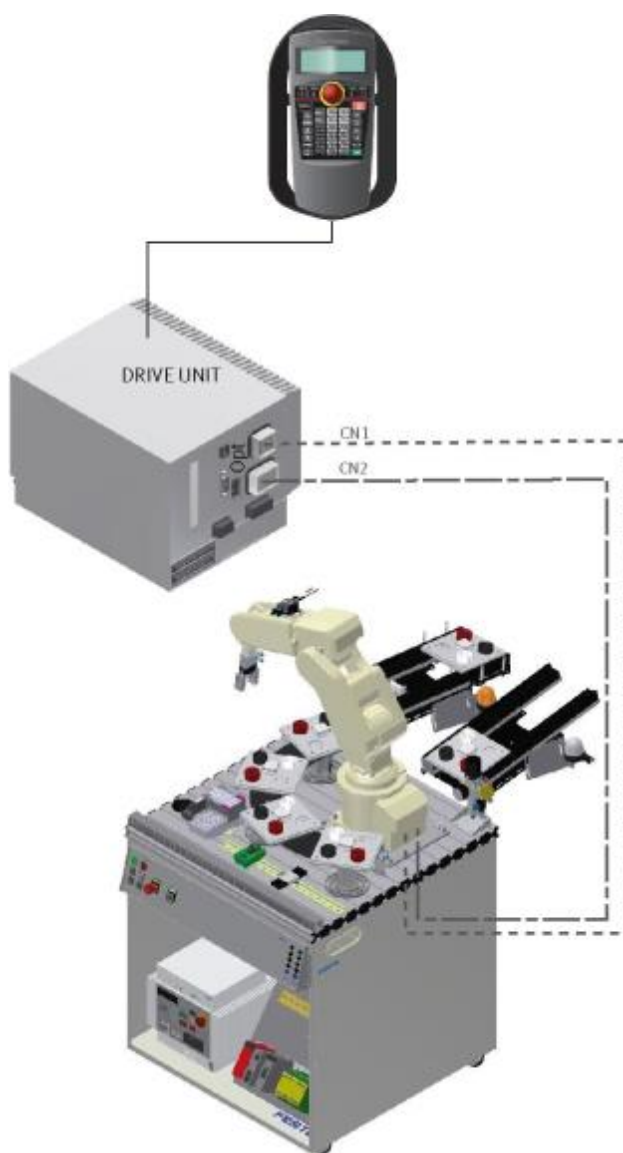


Ilustración 27 - Mitsubishi robot RV-2SD.



(Didactic, y otros, 2016)

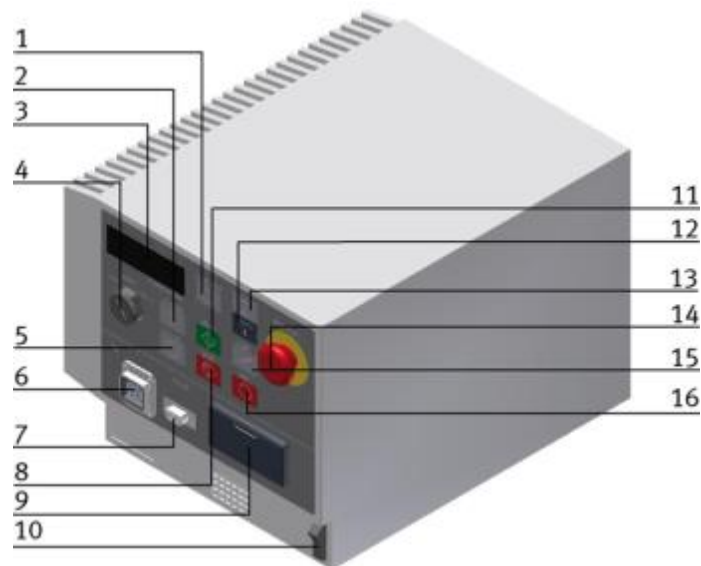
El robot es responsable del manejo de la pieza de trabajo.

Entradas: 48 Entradas para la comunicación, Salidas: 48 Salidas para comunicación, Max. Reserva: 1 pieza de trabajo / paleta.

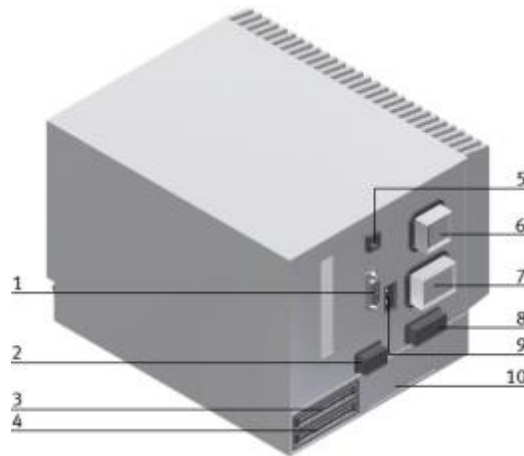
2.4 UNIDAD DE ACCIONAMIENTO CR1D.

La unidad de accionamiento es el controlador para el robot. Es posible extraer la unidad de accionamiento con un módulo de E / S para otras funciones.

Ilustración 28 - Partes de la unidad de accionamiento.



- 1- Botón CHNG
- 2- Botón servo encendido
- 3- Monitor
- 4- Interruptor de llave para los modos de enseñanza o auto
- 5- Botón Servo desactivado
- 6- Enchufe para enseñar colgante
- 7- RS 232C- Interfaz para programación
- 8- Botón Detener
- 9- Cubierta de interfaz para USB y batería
- 10-Interruptor principal
- 11-Botón de inicio
- 12-Botón Abajo
- 13-Botón de arriba
- 14-Parada de emergencia
- 15-Botón de reinicio
- 16-Botón END



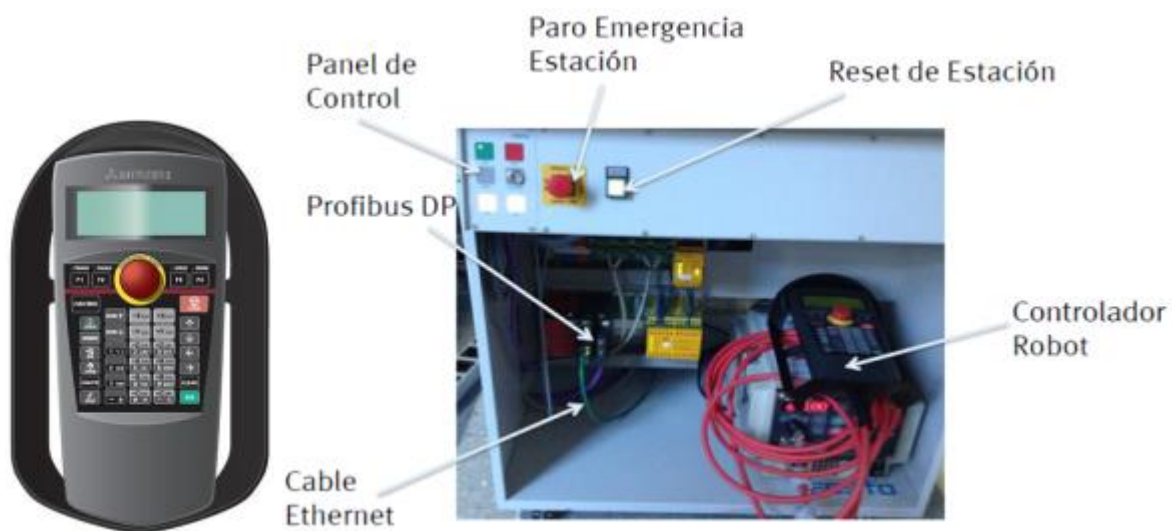
- 1- Interfaz CNENC para la monitorización de transportadores
- 2- Salida EMGOUT para parada de emergencia
- 3- Ranura 1 para el conector 1 (entrada / salida 0-15)
- 4- Ranura 1 para el conector 2 (entrada / salida 16-31)
- 5- LAN1 para Ethernet
- 6- CN1
- 7- CN2
- 8- Entrada EMGIN para parada de emergencia
- 9- OPT para conexiones ópticas
- 10-Ranura 2 para neumático

(Didactic, y otros, 2016)

2.5 TEACHENTAL RV-2SD: CONTROLADOR ROBOT DE MODO MANUAL Y AUTOMATICO.

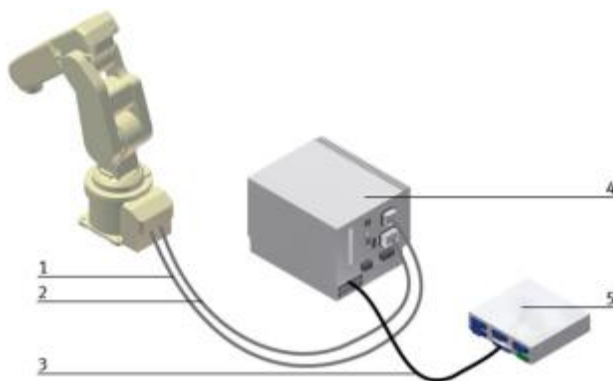
Para operar el robot en modo autónomo, el colgante de aprendizaje es necesario el control tiene diferentes funciones, dependiendo de los diferentes modos con el interruptor de llave en la unidad de accionamiento, es posible elegir los dos modos siguientes: Modo automático, Modo manual.

Ilustración 29 – Controlador robot.



(Didactic, y otros, 2016)

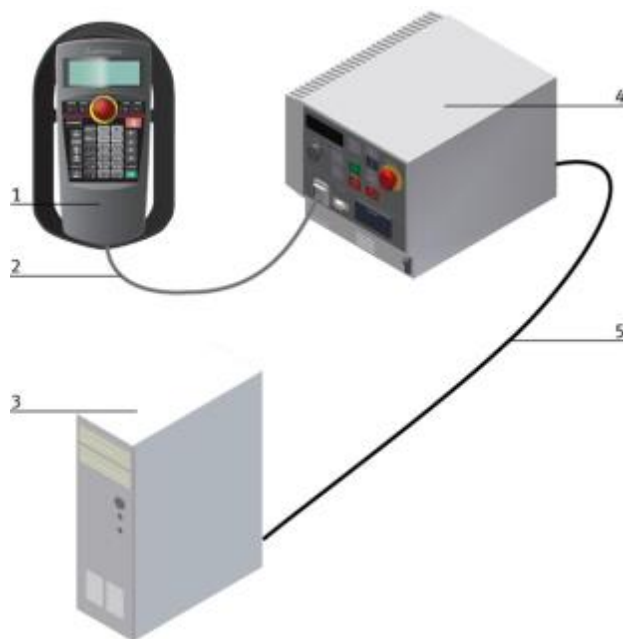
Ilustración 30 - Set up: Preparar, Ejemplo de configuración de Robot RV-2SD para el modo autónomo



- 1- Cable CN1
- 2- Cable CN2
- 3- Cable de 50 clavijas de Ria-Box a la ranura 1 / hay un cable especial necesario, este cable está enchufado en la unidad de accionamiento y luego conectado al cable de 50 PIN.
- 4- Unidad de accionamiento CR1D.
- 5- Ria Caja.

(Didactic, y otros, 2016)

Ilustración 31 - Robot RV-2SDB ejemplo de configuración para el modo autónomo



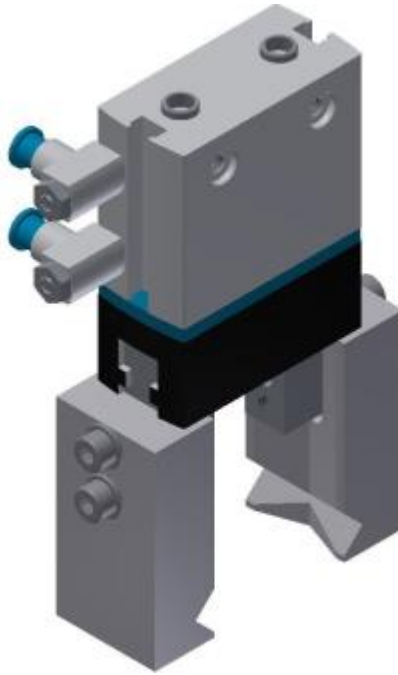
- 1- TB
- 2- Cable a unidad motriz
- 3- Programación de PC
- 4- Unidad de accionamiento CR1D
- 5- Interfaz de cable a Ethernet

El robot tiene una interfaz configurable para controlar el robot desde el exterior. Esta interfaz es configurable para controlar el robot a través de la sección Profibus I / O. Una descripción detallada puede La dirección del profibus debe estar en 10.

(Didactic, y otros, 2016)

Ilustración 32 – Pinzas Neumáticas.

Con la ayuda de pinzas neumáticas, las piezas de trabajo y las paletas se sujetan y se mueven, Pinza para recoger las piezas de trabajo o las paletas.



(Didactic, y otros, 2016)

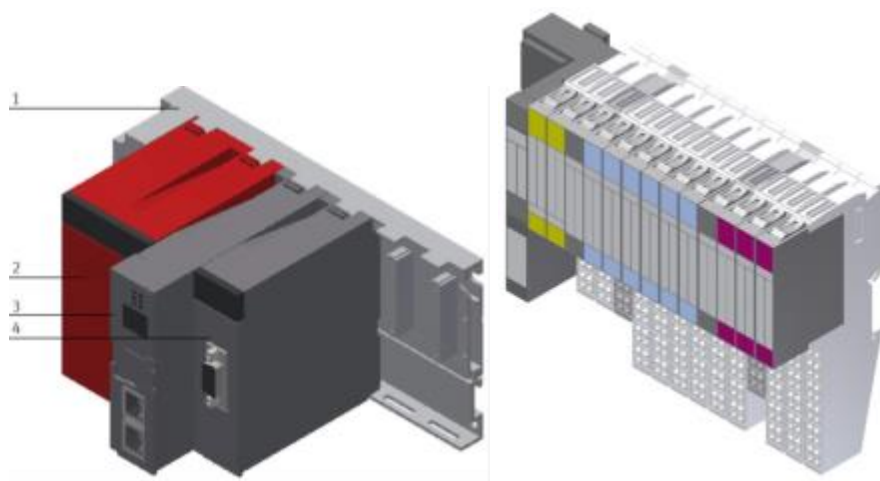
Ilustración 33 - Suministro neumático

La presión en la línea de alimentación no debe exceder de 10 bar, debe instalarse un filtro fino para evitar la contaminación por herrumbre o similar, requiere un grifo de parada para el suministro de la instalación, los reguladores de presión deben ajustarse entre 5 y 6 bar. El filtro y los separadores de agua requieren mantenimiento de acuerdo con las instrucciones de la documentación de estos componentes, la asignación exacta del terminal de la válvula se puede encontrar en el plan neumático.



(Didactic, y otros, 2016)

Ilustración 34 - Sistema eléctrico, el control de la estación se realiza por la unidad de accionamiento del robot y un PLC Mitsubishi.



- 1- Módulo SPS sistema und 3
- 2- Sistema SPS 24 V DC, 5 V DC / 6^a
- 3- Módulo de la CPU del sistema SPS; CPU de C / C ++; 128MB
- 4- Sistema SPS IEC61158 / EN50170

Para operar el sistema es necesario conectar todos los cables de alimentación y líneas de comunicación incluidos los cables utilizados para programar el sistema, Los dispositivos se suministran junto con las respectivas clavijas de alimentación, protegidas por contacto, en caso de que requieran alimentación. El suministro es

de 220 V, debe asegurarse de que la fuente de alimentación está conectada a tierra correctamente y está equipada con un monitor de corriente de falla.

Si es necesario que varios dispositivos estén en funcionamiento al mismo tiempo, es posible conectarlos a un cuadro de distribución que contenga un cuadro de distribución, siempre que no se exceda la capacidad máxima admisible.

Cada estación contiene su propio interruptor de PARADA DE EMERGENCIA, que en un primer momento reacciona a su respectiva estación solamente. Debe ser aclarado por adelantado, si es necesario un interruptor central de PARADA DE EMERGENCIA.

(Didactic, y otros, 2016)

2.6 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2

La segunda parte del proyecto describe y muestra cada una de las secciones y elementos importantes del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, estación de puesta en servicio donde se aplica el RCM en todas sus fases con las funciones principal, secundaria, fallas funcionales y modos de falla con cada uno de sus trabajos correspondientes de mantenimiento planeado o no.

3 IRCMS

3.1 OBJETIVO 3

Aplicar el software IRCMS en las tareas importantes del PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION, ESTACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO. Nivel 3 - Aplicar.

3.2 APLICACIÓN DEL SOFTWARE

En las gráficas siguientes se ilustran el setup, la función principal, funciones secundarias, las fallas funcionales, los modos de falla y las tareas de mantenimiento que se llevaran a cabo en el sistema analizado PROLOG FACTORY COMMISSIONI.

Ilustración 35 - Setup

Setup

General | Default | Level of Maintenance | Publications | Packages | Operating Phases | **Users** | CF (Operating Hour/Unit) | Severity Classes | Failure Frequencies | HRI Matrix

Select a User to Edit

Last Name, First Name	User ID
Angulo, Jaime	1

Multiple users can be defined with different access rights.

Access Levels:
View Only = Records cannot be edited
Analyst = View, Edit and Review Rights
Signoff = View, Edit and Admin Rights

An Active status indicates that the user is a current user for this project.

Edit or Add User:

First Name: (optional)
Last Name:
User Name:
Password:
Verify Password:
Access Level:
Active:

Help | Delete | Save | Continue | Print | Cancel

Ilustración 36 - Sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI

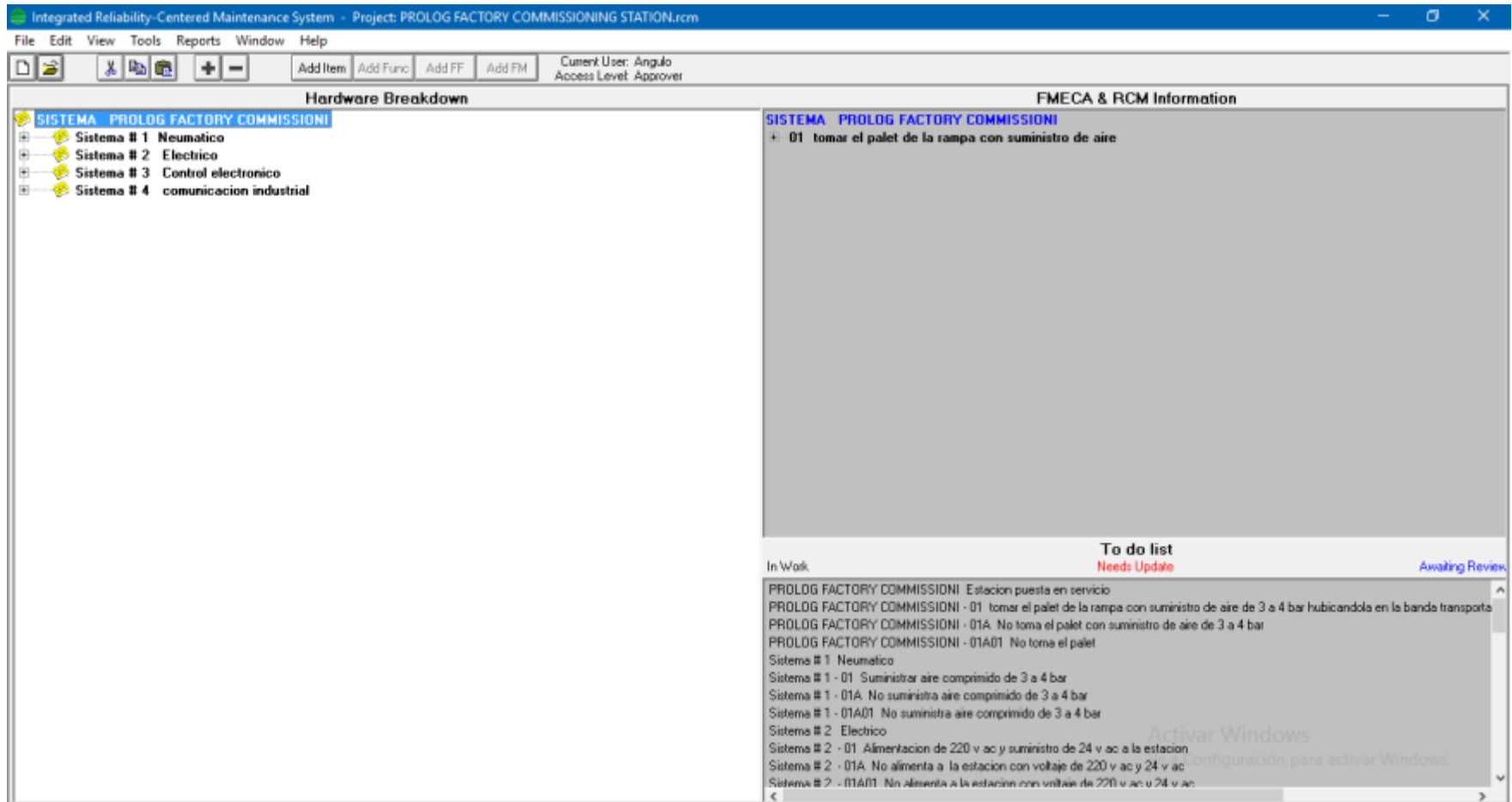


Ilustración 37 - Función Principal del Sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Add Item Add Func Add FF Add FM Current User: Angulo Access Level: Approver

Hardware Breakdown

Item - SISTEMA

Item ID: SISTEMA

Item Name: PROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item Description: Sistema PROLOG FACTORY estacion puesta en servicio

Item ID Code: prog 01 Number of Items in operation: 1

Part Number: Item Design Life: 4000000 A - Operating Hours

Alternate Applicator: Status: In process

Effectivity: sistema electrico, neumatica, comunicacion

Analyst: Angulo, Jaime

Approved by: Angulo, Jaime

Reviewed by: Angulo, Jaime

Save Continue Cancel Memo

FMECA & RCM Information

SISTEMA PROLOG FACTORY COMMISSIONI

01 tomar el palet de la rampa con suministro de aire

± A No toma el palet con suministro de aire de 3 a 4 b

Function - SISTEMA - 01

Item ID: SISTEMA

Function ID: 01

Function Description: tomar el palet de la rampa con suministro de aire de 3 a 4 bar hubicandola en la banda transportadora para luego ser ubicado en la rampa de entrega

Functional Significance Determination

	Yes	No
1. Does loss of the function have an adverse effect on safety or environment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Does loss of the function have an adverse effect on operations?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Does loss of the function have an adverse economical impact?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is this function protected by an existing PM task?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Effectivity: prolog factory

Analyst: Angulo, Jaime Status: In process

Approved by: Angulo, Jaime

Reviewed by: Angulo, Jaime

Print Save Continue Cancel Memo

Sistema # 1 - 01A01 No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar

Sistema # 2 Electrico

Sistema # 2 - 01 Alimentacion de 220 v ac y suministro de 24 v ac a la estacion

Sistema # 2 - 01A No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac

Sistema # 2 - 01A01 No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac

Ilustración 38 - Falla y Modo de Falla de la Función Principal

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Add Item Add Func Add FF Add FM Current User: Angulo Access Level: Approver

Hardware Breakdown

Functional Failure - SISTEMA - 01A

Item ID: SISTEMA

Function ID: 01

Function Description: tomar el palet de la rampa con suministro de aire de 3 a 4 bar hubicandola en la banda transportadora para luego ser ubicado en la rampa de entrega

Functional Failure ID: A

Functional Failure Description: No toma el palet con suministro de aire de 3 a 4 bar

Compensating Provisions: verificar la presion en el manometro situado en la linea de ingreso de aire si esta caida prender el compresor externo.

Effectivity: prolog factory commissioni

Analyst: Angulo, Jaime Status: In process

Approved by: Angulo, Jaime

Reviewed by: Angulo, Jaime

Save Continue Cancel Me

FMECA & RCM Information

Failure Mode - SISTEMA - 01A01

Item ID: SISTEMA PROLOG FACTORY COMMISSIONI FMI: 01 - A - 01 Rev: 1

Failure Mode Description: No toma el palet

Local Effects: No gira el servomotor para tomar el palet y hubicarlo en la banda transportadora

Next Higher Effects: No hay suministro de los palet

End Effects: se detiene la produccion de manometros

Detection Method: caida de presion verificada en el manometro analogo en la linea de ingreso, no indica la presion requerida

Severity Class: 1 - Catastrophic Item ID code of failed item: 1

Effectivity: prolog factory commissioni Part No of failed item: 1 Operating Phase: Phase I

MTBF: 10000 C - Hours

Failure Mode*	Failure Consequences	Service/Lube/Windows	On-condition*
Hard-time*	Failure Finding*	Age Exploration/función para act	Other Action / No PM*
Cost/Downtime Analysis*	Package / Summary*	HRI Matrix	

Ilustración 39 - Tarea de Mantenimiento de la Funcion Principal

Failure Mode - SISTEMA - 01A01
 Item ID: SISTEMA PROLOG FACTORY COMMISSION FMI: 01 - A - 01 Rev:

Task ID:

Task Description:
 Verificacion y cambio de las lineas de aire comprimido provenientes del compresor hacia la unidad de mantenimiento distribuido por todo el sistema del protog factory commission

Preliminary Task Interval: C - Hours
 Preliminary LOM:
 Task Man Hours:
 Task Material Cost:
 Non Recuring Cost:
 Packaged Task Interval: C - Hours
 Packaged LOM:
 Elapsed Maintenance Time: (hours)

Cost of One Service/Lube Task:
 Preliminary: ->
 Packaged: ->

Task Accepted

Buttons: Failure Mode*, Failure Consequences, Service/Lube*, On-condition*, Hardline*, Failure Finding*, Age Exploration*, Other Action / No PM*, Cost/Downtime Analysis*, Package / Summary*, HRI Matrix, Print, Save, Continue, Cancel, Menu

Ilustración 40 - Valoración del Riesgo

Failure Mode - Sistema # 3 - 01A01
 Item ID: Sistema # 3 Control electronico FMI: 01 - A - 01 Rev:

HRI Matrix

	Frequent	Probable	Occasional	Remote	Improbable
Catastrophic	1A	1B	1C	1D	1E
Critical	2A	2B	2C	2D	2E
Major	3A	3B	3C	3D	3E
Minor	4A	4B	4C	4D	4E

Legend:
 HIGH (Red)
 MEDIUM (Yellow)
 LOW (Green)
 ACCEPTABLE (Blue)

HRI Matrix Controls:
 Unmitigated MTBF: Severity Class:
 Mitigated MTBF: Severity Class:

Buttons: Cost/Downtime Analysis*, Package / Summary*, HRI Matrix, On-condition*, Failure Mode*, Failure Consequences, Service/Lube*, Other Action / No PM*, Hardline*, Failure Finding*, Age Exploration*, Print, Save, Continue, Cancel, Menu

Ilustración 41 - Función Principal del Subdivisión Sistema Neumático

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Add Item Add Func Add FF Add FM Current User: Angulo Access Level: Approver

Hardware Breakdown

Item - Sistema # 1

Item ID: Sistema # 1

Item Name: Neumatico

Item Description: Suministrar aire comprimido de 3 a 4 bar

Item ID Code: 2 Number of Items in operation: 2

Part Number: 2 Item Design Life: 4 C - Hours

Alternate Application: 3 Status: In process

Effectivity: prolog factory commissioni

Analyst: Angulo, Jaime

Approved by: Angulo, Jaime

Reviewed by: Angulo, Jaime

Save Continue Cancel Memo

FMECA & RCM Information

tema # 1 Neumatico

01 Suministrar aire comprimido de 3 a 4 bar

- A No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar
- 01 No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar

Function - Sistema # 1 - 01

Item ID: Sistema # 1

Function ID: 01

Function Description: Suministrar aire comprimido de 3 a 4 bar

Functional Significance Determination		Yes	No
1. Does loss of the function have an adverse effect on safety or environment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Does loss of the function have an adverse effect on operations?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Does loss of the function have an adverse economical impact?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is this function protected by an existing PM task?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Effectivity: prolog factory commissioni

Analyst: Angulo, Jaime Status: In process

Approved by: Angulo, Jaime

Reviewed by: Angulo, Jaime

Print Save Continue Cancel Memo

Sistema # 2 Electrico

Sistema # 2 - 01 Alimentación de 220 v ac y suministro de 24 v ac a la estación

Sistema # 2 - 01A No alimenta a la estación con voltaje de 220 v ac y 24 v ac

Ilustración 42 - Falla y Modo de Falla de la Función Principal Subdivisión Sistema Neumático

Integrated Reliability-Centered Maintenance System - Project: PROLOG FACTORY COMMISSIONING STATION.rcm

File Edit View Tools Reports Window Help

Add Item Add Func Add FF Add FM Current User: Angulo Access Level: Approver

Hardware Breakdown

Functional Failure - Sistema # 1 - 01A

Item ID: Sistema # 1

Function ID: 01

Function Description: Suministrar aire comprimido de 3 a 4 bar

Functional Failure ID: A

Functional Failure Description: No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar

Compensating Provisions: verificar la presion en el manometro situado en la linea de ingreso de aire si esta caida prender el compresor alterno.

Effectivity: prolog factory commissioni

Analyst: Angulo, Jaime Status: In process

Approved by: Angulo, Jaime

Reviewed by: Angulo, Jaime

Save Continue Cancel Me

EMECA & BCM Information

Failure Mode - Sistema # 1 - 01A01

Item ID: Sistema # 1 Neumatico FMI: 01 - A - 01 Rev:

Failure Mode Description: No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar

Local Effects: No llega la presion de 3 a 4 bar a todo el sistema del prolog factory commissioni

Next Higher Effects: no genera movilidad a las pinzas monoestables

End Effects: No hay suministro de los palet

Detection Method: caida de presion verificada en el manometro analogo en la linea de ingreso, no indica la presion requerida

Severity Class: 1 - Catastrophic Item ID code of failed item: 2

Effectivity: prolog factory commissioni Part No of failed item: 2 Operating Phase: phase 2

MTBF: 5000 C - Hours

Failure Mode*	Failure Consequences	Service/Lube*	On-condition*
Hand-time*	Failure Finding*	Age Exploration*	Other Action / No PM*
Cost/Downtime Analysis*	Package / Summary*	HRI Matrix	

Ilustración 43 - Tarea de Mantenimiento del Subdivisión Sistema Neumático

Failure Mode - Sistema # 1 - 01A01
 Item ID: Sistema # 1 Neumatico FMI: 01 - A - 01 Rev:

Task ID: #

Task Description:
 Verificar el sistema neumatico conformado por las lineas, racores, valvulas, manómetros, compresor, unidad de mantenimiento con la finalidad de realizar mantenimiento a las piezas que se encuentre en mal estado

Preliminary Task Interval: C - Hours Task Man Hours:
 Preliminary LDM: Task Material Cost: \$100.000
 Packaged Task Interval: C - Hours Non Recuring Cost: \$100.000
 Packaged LDM: Elapsed Maintenance Time: (hours)

Cost of One Service/Lube Task:
 Preliminary: \$4.606.770 ->
 Packaged: \$4.606.770 ->

Task Accepted

Failure Mode* Failure Consequences Service/Lube* On-condition*
 Hard-time* Failure Finding* Age Exploration* Other Action / No PM*
 Cost/Downtime Analysis* Package / Summary* HRI Matrix

Print Save Continue Cancel Memo

Ilustración 44 - Valoración del Riesgo

Failure Mode - CE3301C - 01A01
 Item ID: CE3301C Sistema electrico FMI: 01 - A - 01 Rev:

HRI Matrix:

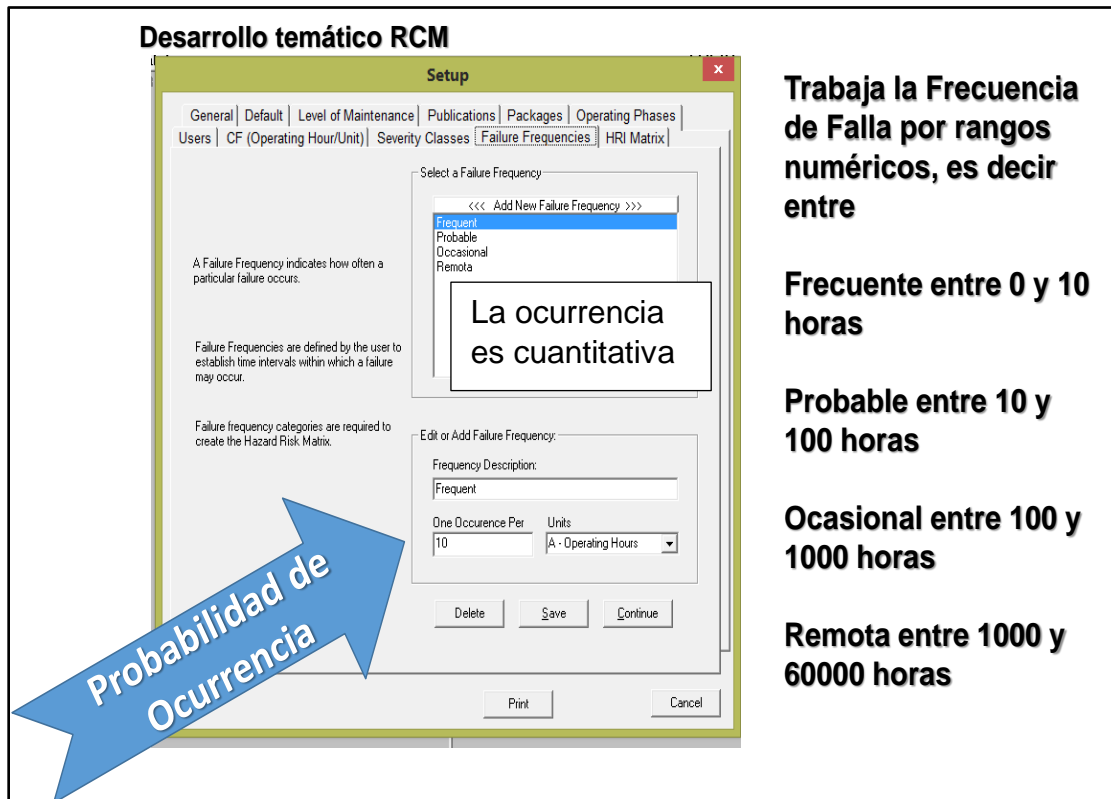
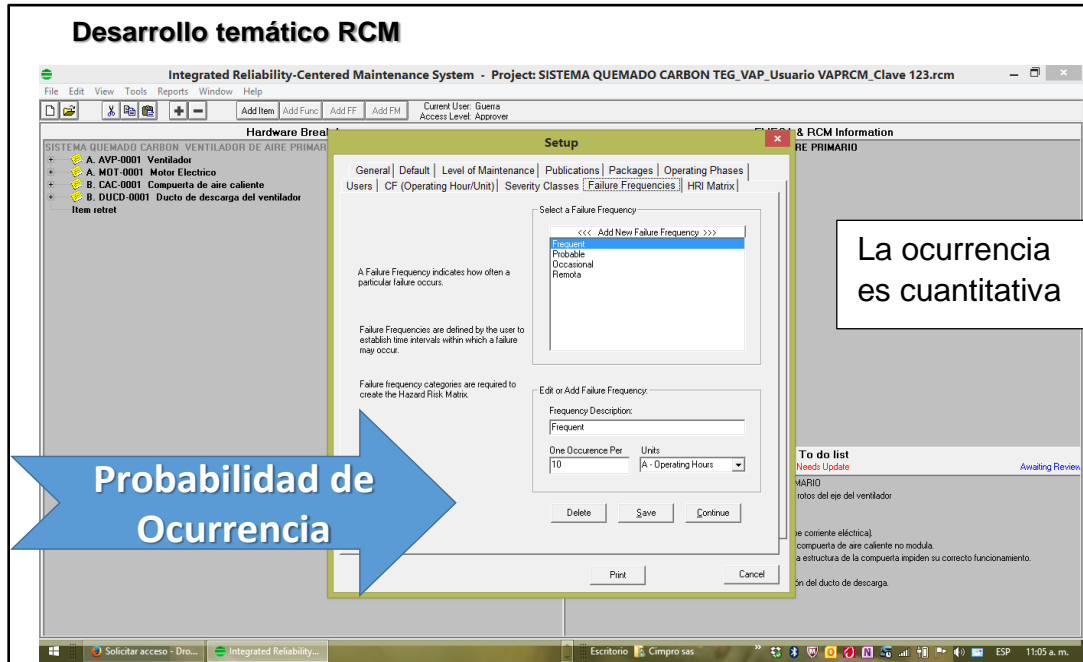
	Frequent	Probable	Occasional	Remote	Improbable	
Catastrophic	3A	3B	3C	3D	3E	HIGH MEDIUM LOW ACCEPTABLE
Critical	2A	2B	2C	2D	2E	
Major	1A	1B	1C	1D	1E	
Minor	0A	0B	0C	0D	0E	

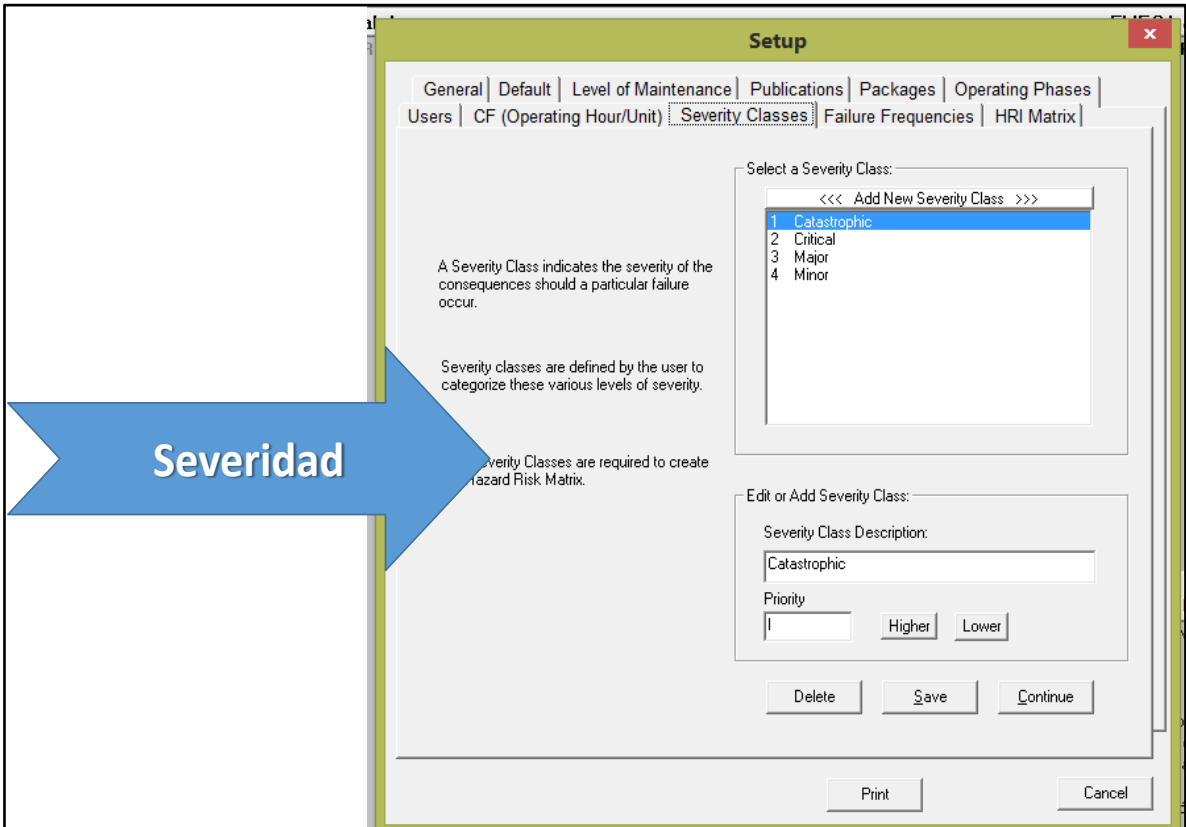
HRI Matrix Controls
 Unmitigated MTBF: Years Severity Class: Critical
 Mitigated MTBF: Severity Class:

Cost/Downtime Analysis* Package / Summary* HRI Matrix
 Failure Mode* Failure Consequences Service/Lube On-condition*
 Hard-time* Failure Finding* Age Exploration* Other Action / No PM*

3.2.1 Riesgo es Severidad por Ocurrencia en el IRCMS-ALADON

Ilustración 45 - Riesgo es Severidad por Ocurrencia en el IRCMS-ALADON





FAILURE MODE, EFFECTS, AND CRITICALITY ANALYSIS (FMECA)

SEVERITY CATEGORY

FMECA Terms:

FMECA

Category I	Catastrophic
Category II	Critical
Category III	Marginal
Category IV	Minor

• **Aircraft example:** “Damage less than \$1K, Unscheduled Maintenance or Repair”

• **Equipment example:** “Damage less than \$1K, Down-time less than 8 hours”

Setup

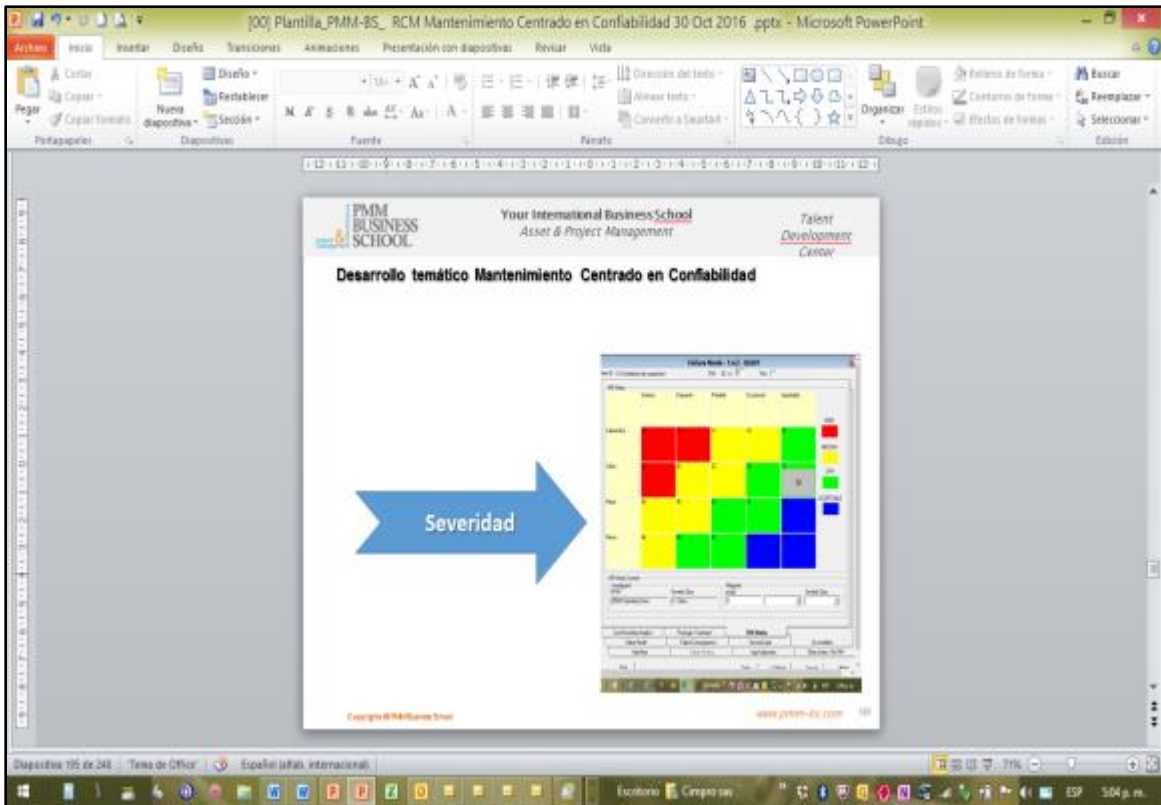
Publications | Packages | Operating Phases |
 Classes | Failure Frequencies | HRI Matrix |

Severidad

<< Add New Severity Class >>

- 1 Catastrophic
- 2 Critical
- 3 Major
- 4 Minor

Es cualitativa la Severidad en software i RCM



Desarrollo temático RCM

Probabilidad de Ocurrencia → **Es cuantitativa por rangos en software i RCM y en ALADON**

Severidad → **Es cualitativa la Severidad en software i RCM y en ALADON**

Desarrollo temático RCM

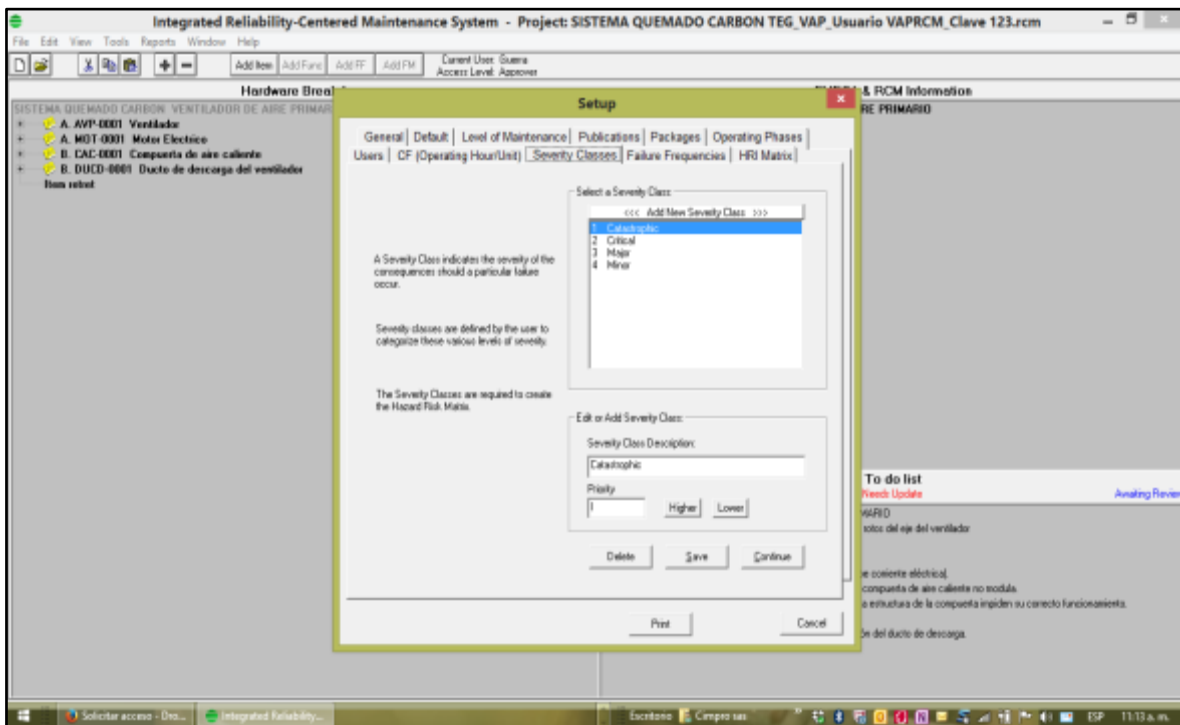
Probabilidad de Ocurrencia

Es cuantitativa por rangos en software i RCM y en ALADON

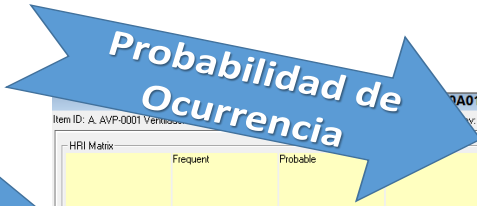
Severidad

Es cualitativa la Severidad en software i RCM y en ALADON

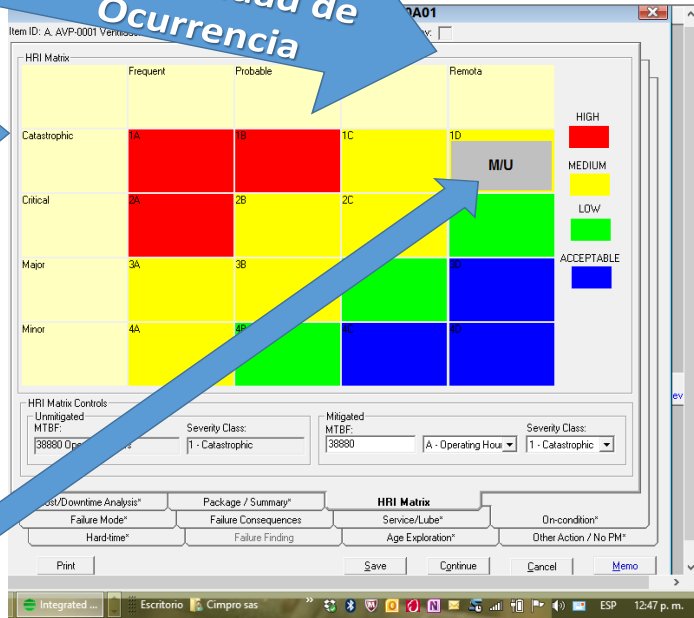
- 1 Catastrophic
- 2 Critical
- 3 Major
- 4 Minor



Severidad es catastrófica



Ocurrencia es remota pues es de 38880 en el rango de 1000 a 60000



RCM DECISION LOGIC

Consequences Branches:

Failure Consequences

EVIDENT

HIDDEN

Safety/ Environment

Economic/ Operational

Economic/ Operational

Safety/ Environment

**Analyze Options:
S, L, OC, HT,
Other Action**

**Analyze Options:
S, L, OC, HT,
No PM,
Other Action**

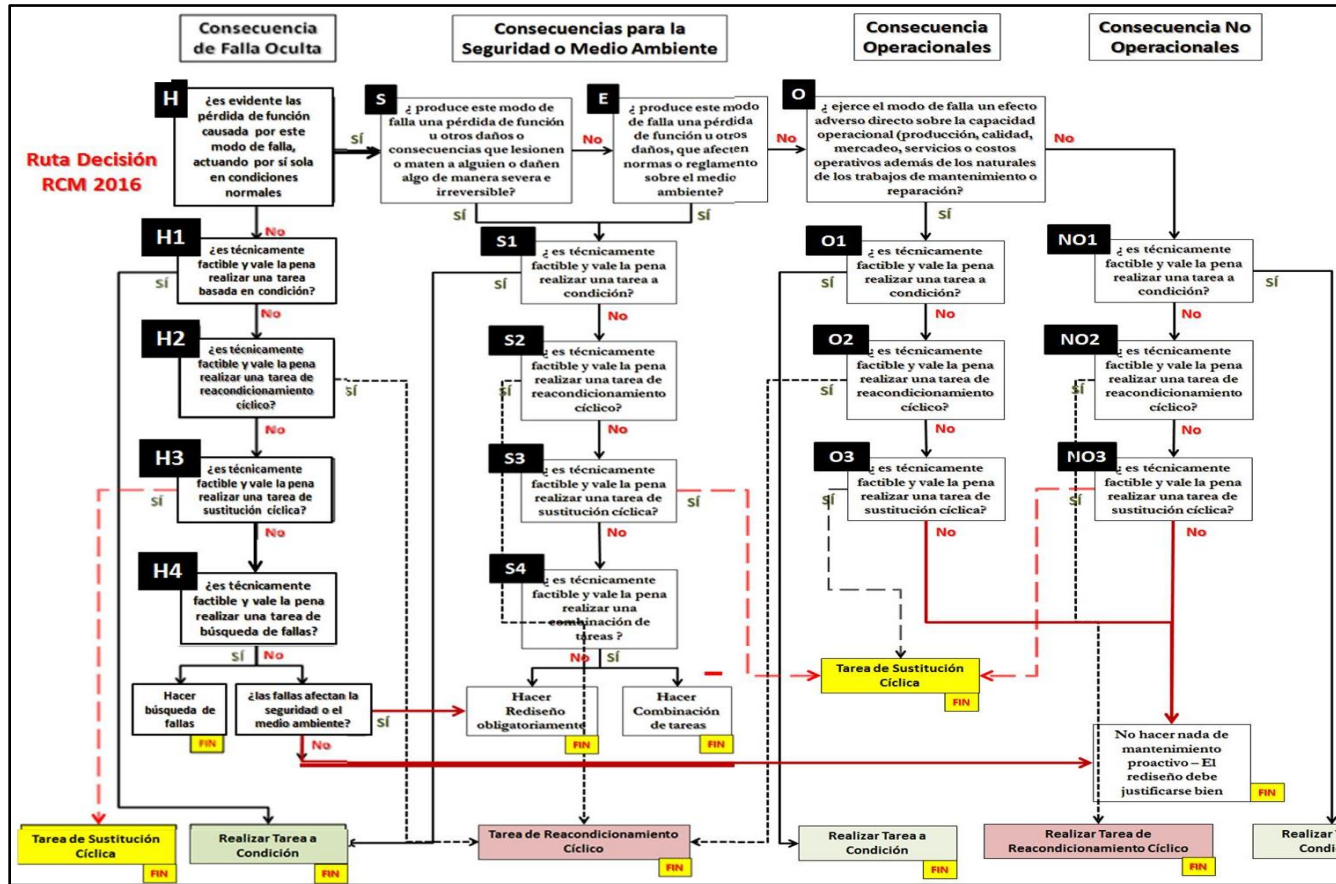
**Analyze Options:
S, L, OC, HT, FF,
No PM,
Other Action**

**Analyze Options:
S, L, OC, HT, FF,
Other Action**

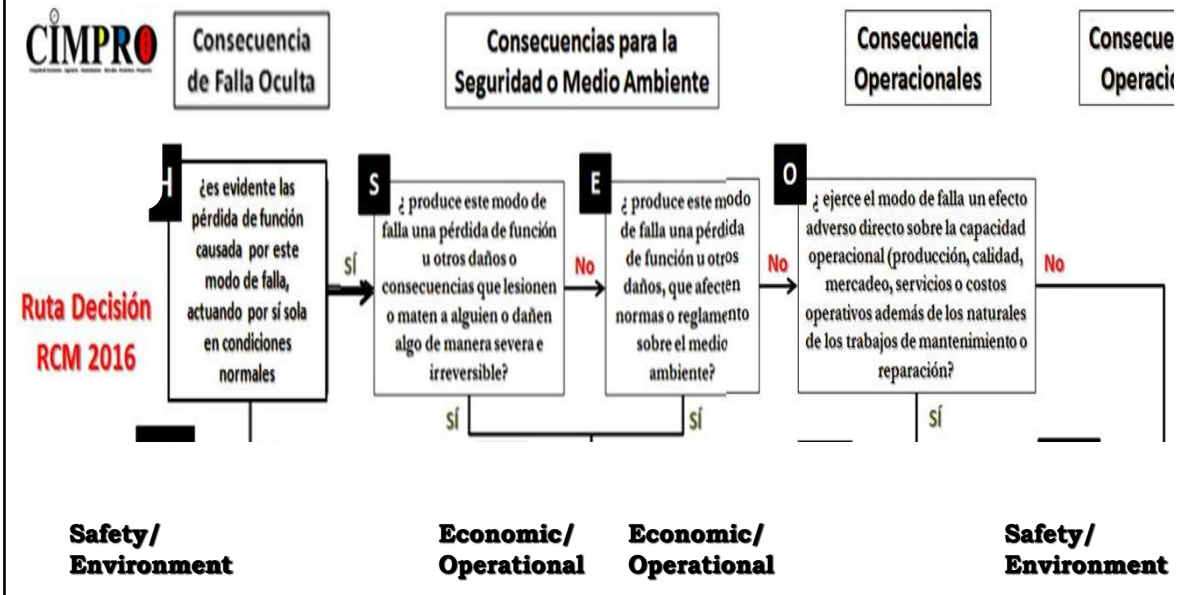
Select BEST OPTION

3.2.2 Toma de Decisiones

Ilustración 46 - Diagrama de Flujo de la Toma de Decisiones



Desarrollo temático Mantenimiento Centrado en Confiabilidad



Failure Mode*	Failure Consequences	Service/Lube*	On-condition*
Hard-time*	Failure Finding	Age Exploration*	Other Action / No PM*
Cost/Downtime Analysis*	Package / Summary*	HRI Matrix	

Print Save Continue Cancel Memo

Trabajos de mantenimiento

Failure Mode - A. AVP-0001 - 00A01

Item ID: A. AVP-0001 Ventilador FMI: 00 - A - 01 Rev:

Information from A. AVP-0001 - 00

Function Description:
 Suministrar aire caliente seco transportado con un flujo másico de 535 kg/min mas o menos el 5%, con un motor de 402 HP a 6900 V, a una velocidad de 3600 RPM

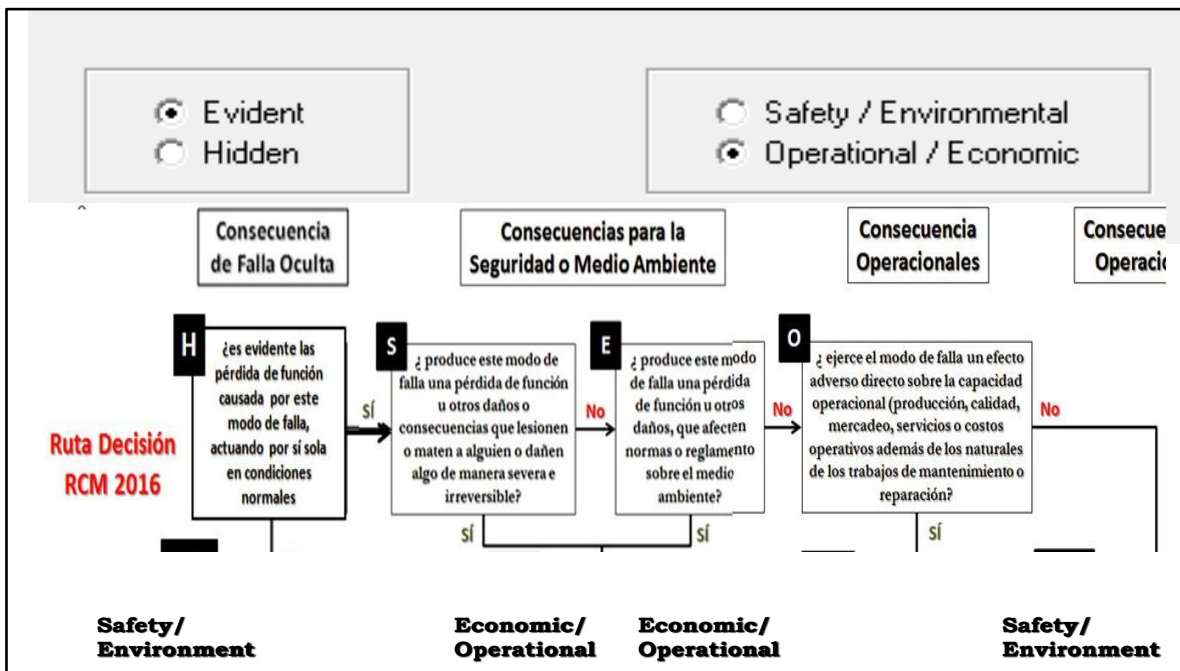
1. Does loss of the function have an adverse effect on safety or environment? No
 2. Does loss of the function have an adverse effect on operations? Yes
 3. Does loss of the function have an adverse economical impact? n/a
 4. Is this function protected by an existing PM task? n/a

Failure Mode
 Perdida del flujo masico por rodamientos rotos del eje del ventilador

Evident Hidden Safety / Environmental Operational / Economic

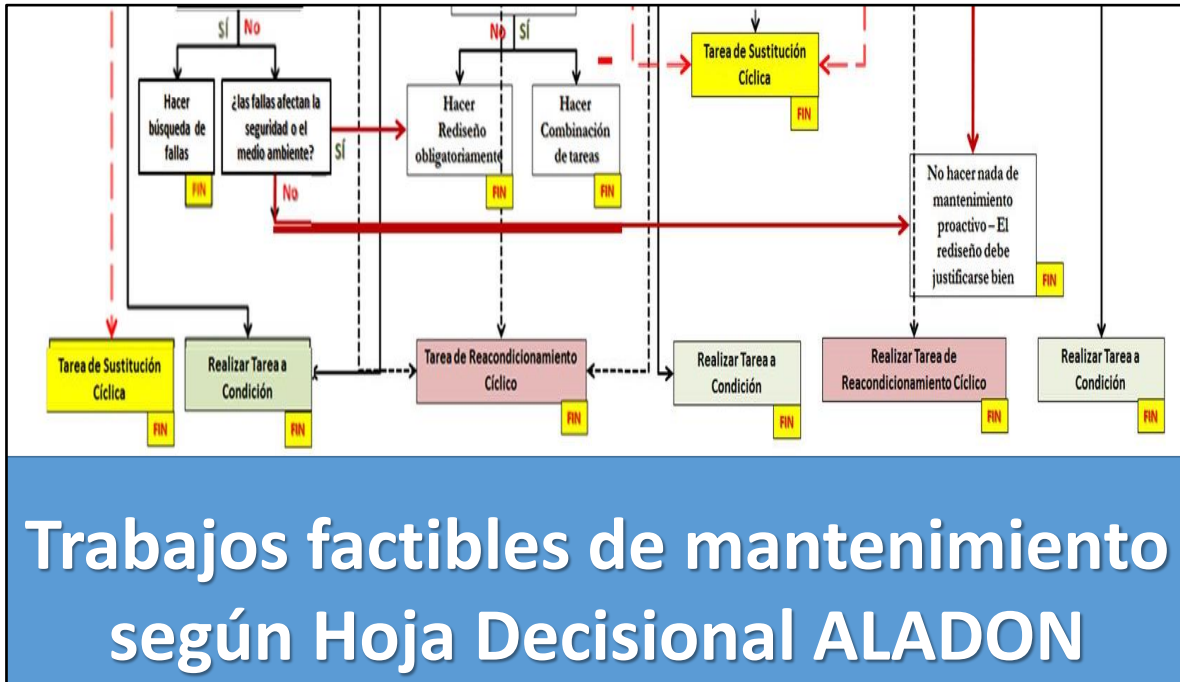
Failure Mode* Failure Consequences Service/Lube* On-condition*
 Hard-time* Failure Finding Age Exploration* Other Action / No PM*
 Cost/Downtime Analysis* Package / Summary* HRI Matrix

Print Save Continue Cancel Memo



3.2.3 Tareas que acepta el iRCM de Mantenimiento

Ilustración 47 - Hoja Decisional ALADON



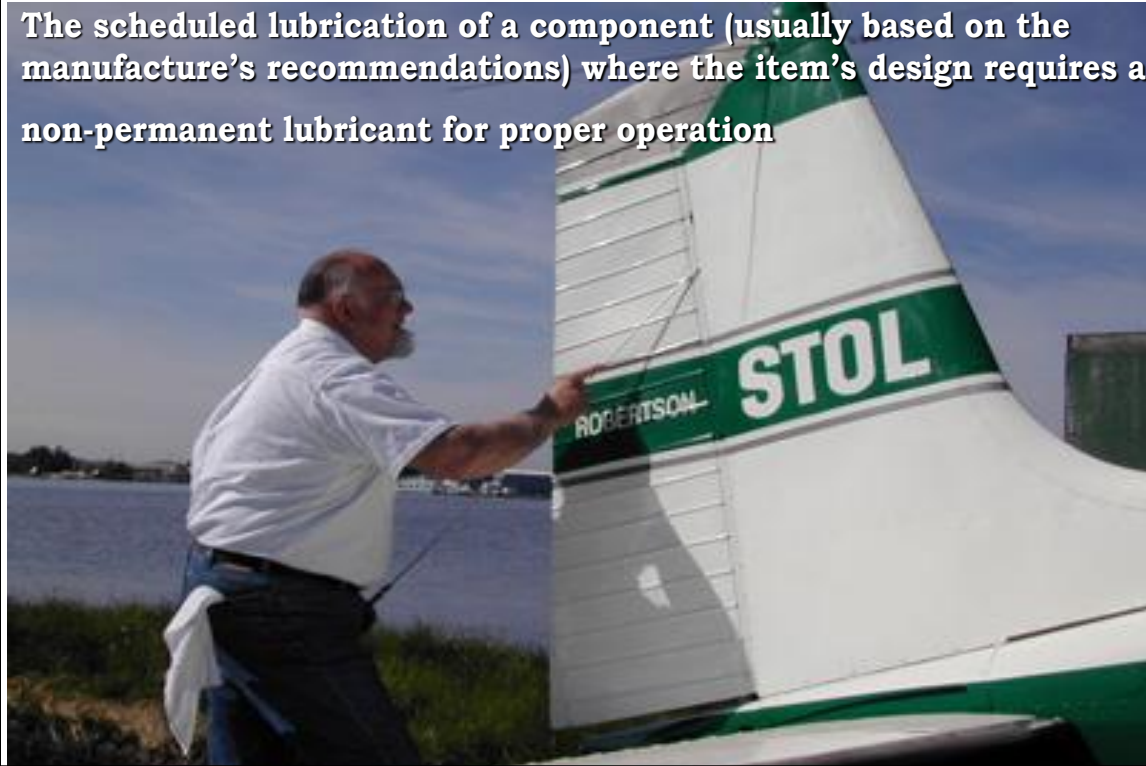
RCM DECISION LOGIC



Lubrication:

Task Evaluation

The scheduled lubrication of a component (usually based on the manufacturer's recommendations) where the item's design requires a non-permanent lubricant for proper operation



On-Condition

Task Evaluation

Periodic or continuous inspection designed to detect a potential failure condition prior to functional failure.

RCM DECISION LOGIC



Hard Time Task:

Task Evaluation

RCM DECISION LOGIC

Scheduled removal of an item or a restorative action at some specified age limit to prevent its functional failure.



Failure Finding:

Task Evaluation



A preventive maintenance task performed at a specified interval to determine whether a hidden functional failure has occurred.

Preventive Maintenance Tasks:

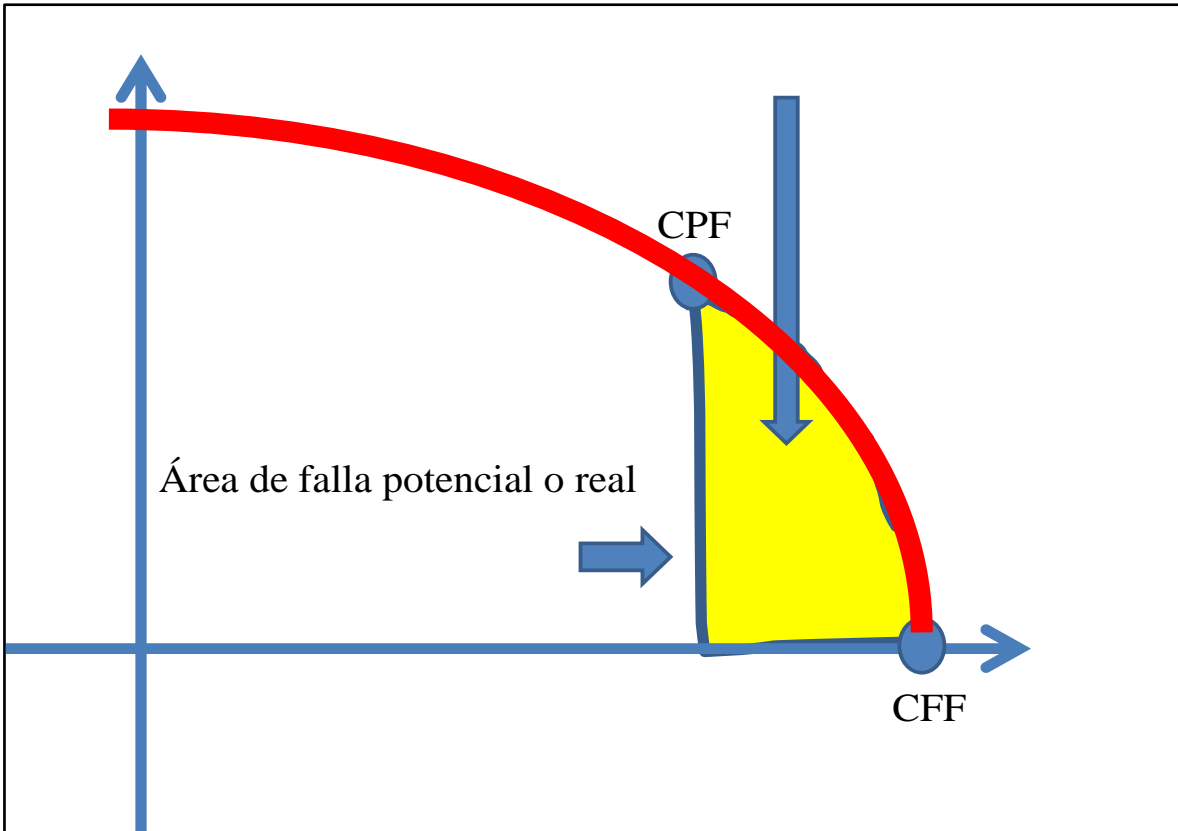
Task Evaluation

- **S (Servicing Task)** - Replenishment of consumable materials depleted during normal operations
- **L (Lubrication Task)** - Replacement of a lubricant based on manufacturer's predicted or measured life of the lubricant
- **OC (On Condition Task)** - Periodic or continuous inspection designed to detect a potential failure condition prior to functional failure
- **HT (Hard Time Task)** - Scheduled removal of an item or a restorative action at some specified age limit to prevent its functional failure
- **FF (Failure Finding Task)** - A preventive maintenance task performed at a specified interval to determine whether a hidden functional failure has occurred.

Preventive Maintenance Tasks:

Task Evaluation

- **S (Servicing Task)** - Replenishment of consumable materials depleted during normal operations **Reacondimiento cíclico**
Consiste en completar al nivel correcto el material que se consume durante la operación normal
- **L (Lubrication Task)** - Replacement of a lubricant based on manufacturer's predicted or measured life of the lubricant **Sustitucion cíclica**
Es el reemplazo del lubricante o grasa, a un tiempo definido por el fabricante o basado en el análisis del laboratorio de los mismos
- **OC (On Condition Task)** - Periodic or continuous inspection designed to detect a potential failure condition prior to functional failure
Es un mantenimiento planeado, que se basa en inspecciones continuas o periódicas para detectar el inicio de la presencia de una falla relevante, al conocer la Condicion de Falla Potencial, antes de que ocurra la condición de Falla Funcional



RCM DECISION LOGIC

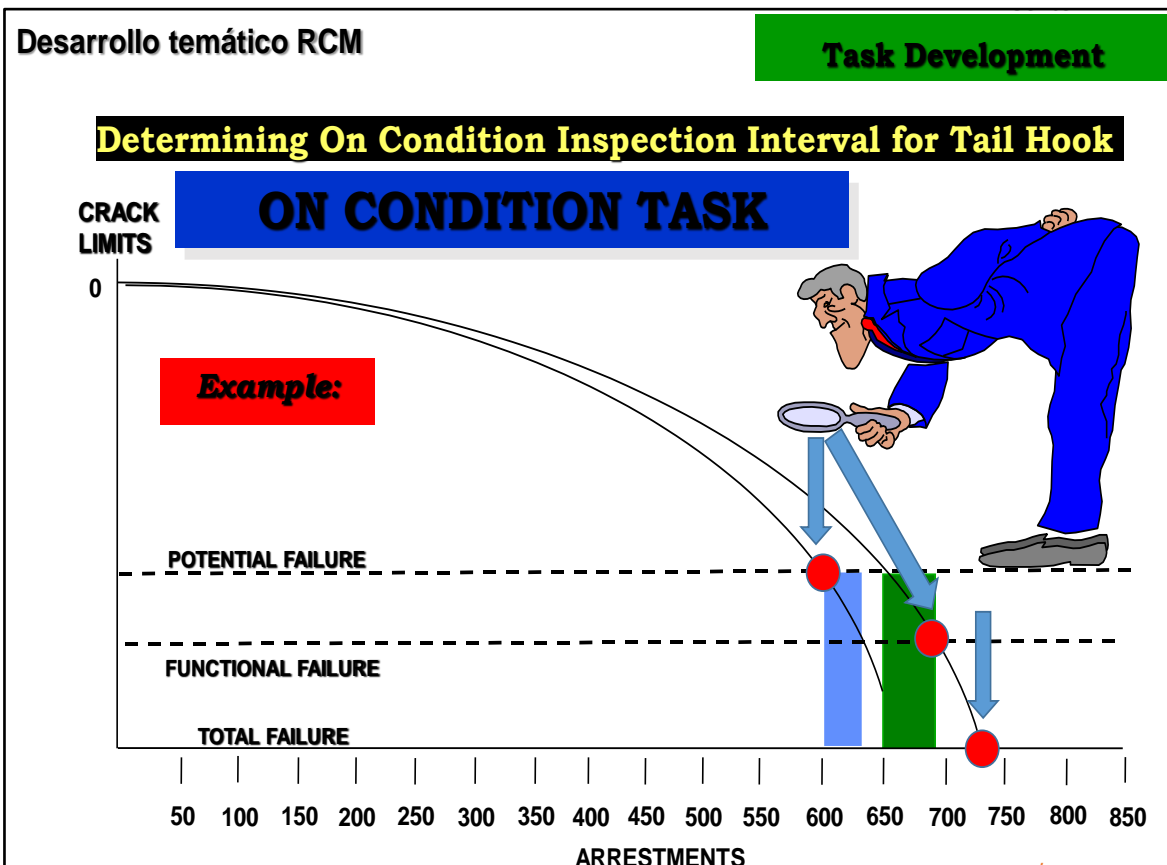
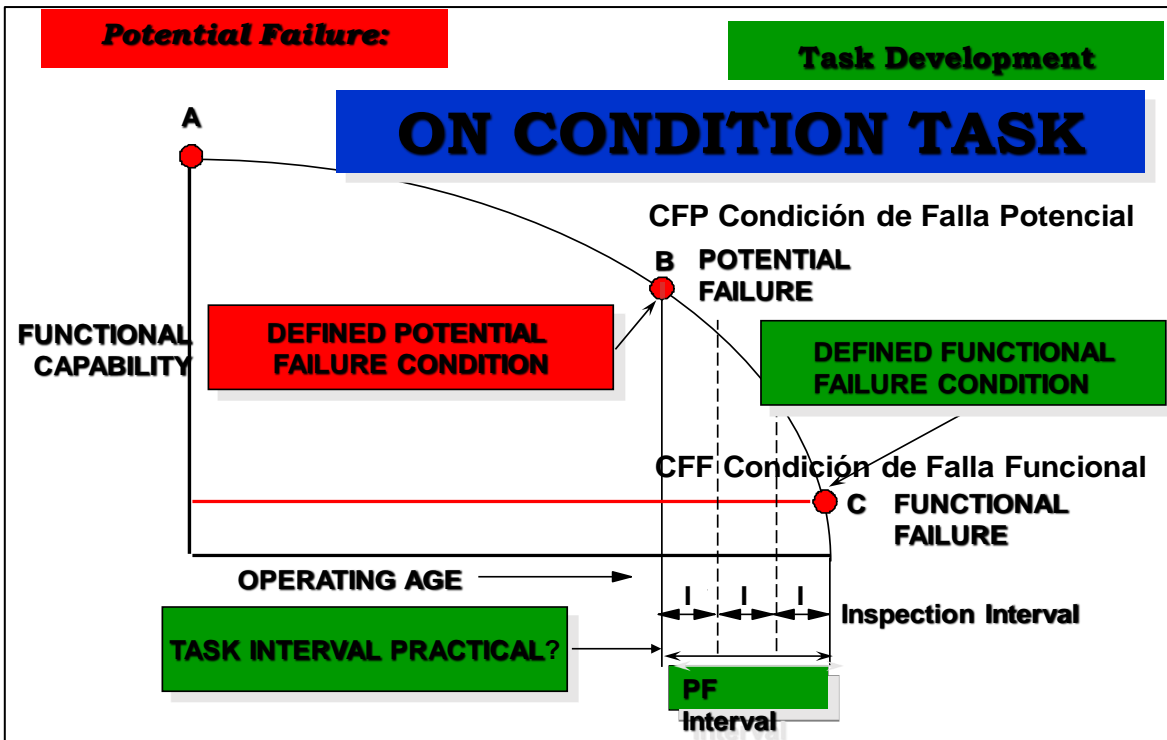
Other Action Warranted:

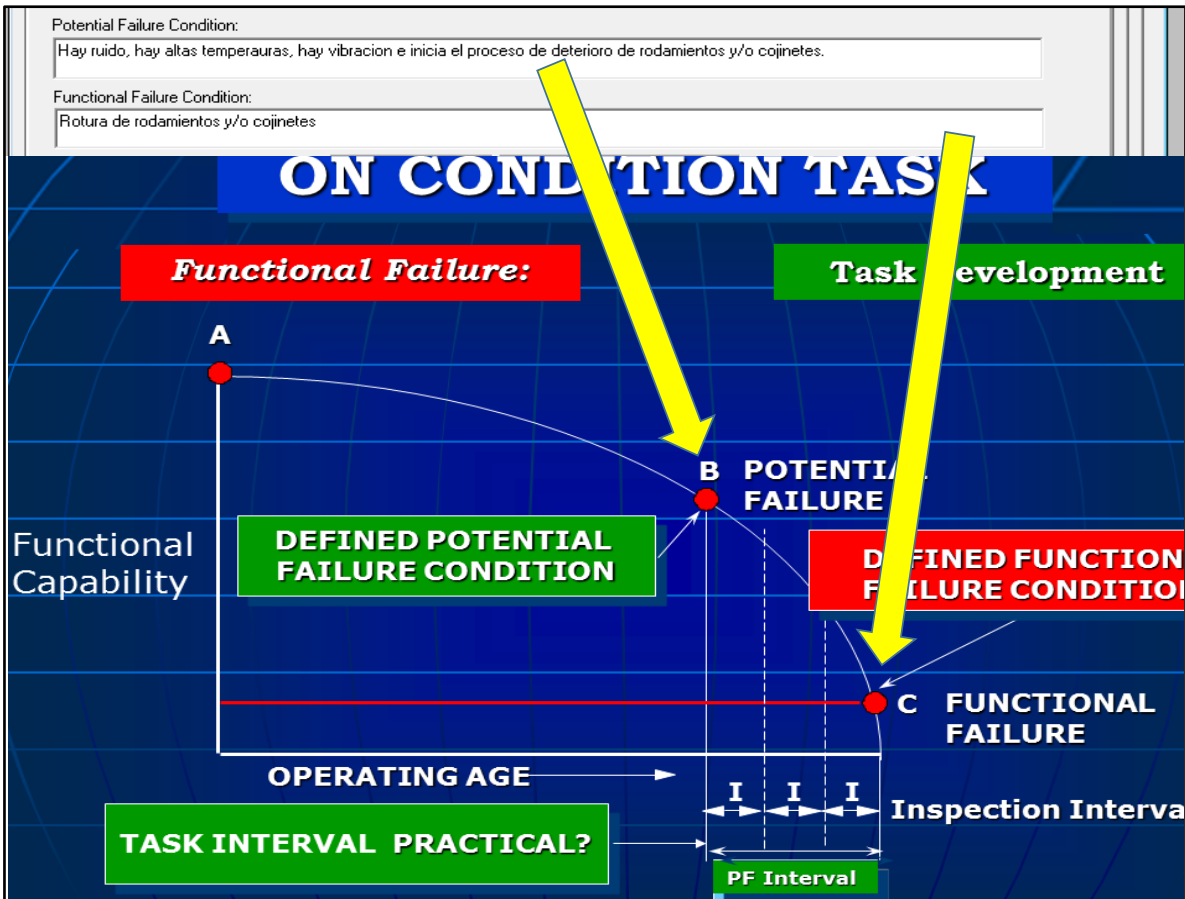
Task Evaluation

En other actions aplica trabajos correctivos no preventivos ni predictivos

Consider when

- **No acceptable PM task can be found for safety/environmental consequence failures**
- **Other Action is preferable to PM and run to failure**
- **Other action, in combination with PM, will beneficially reduce consequences or frequency of failure**



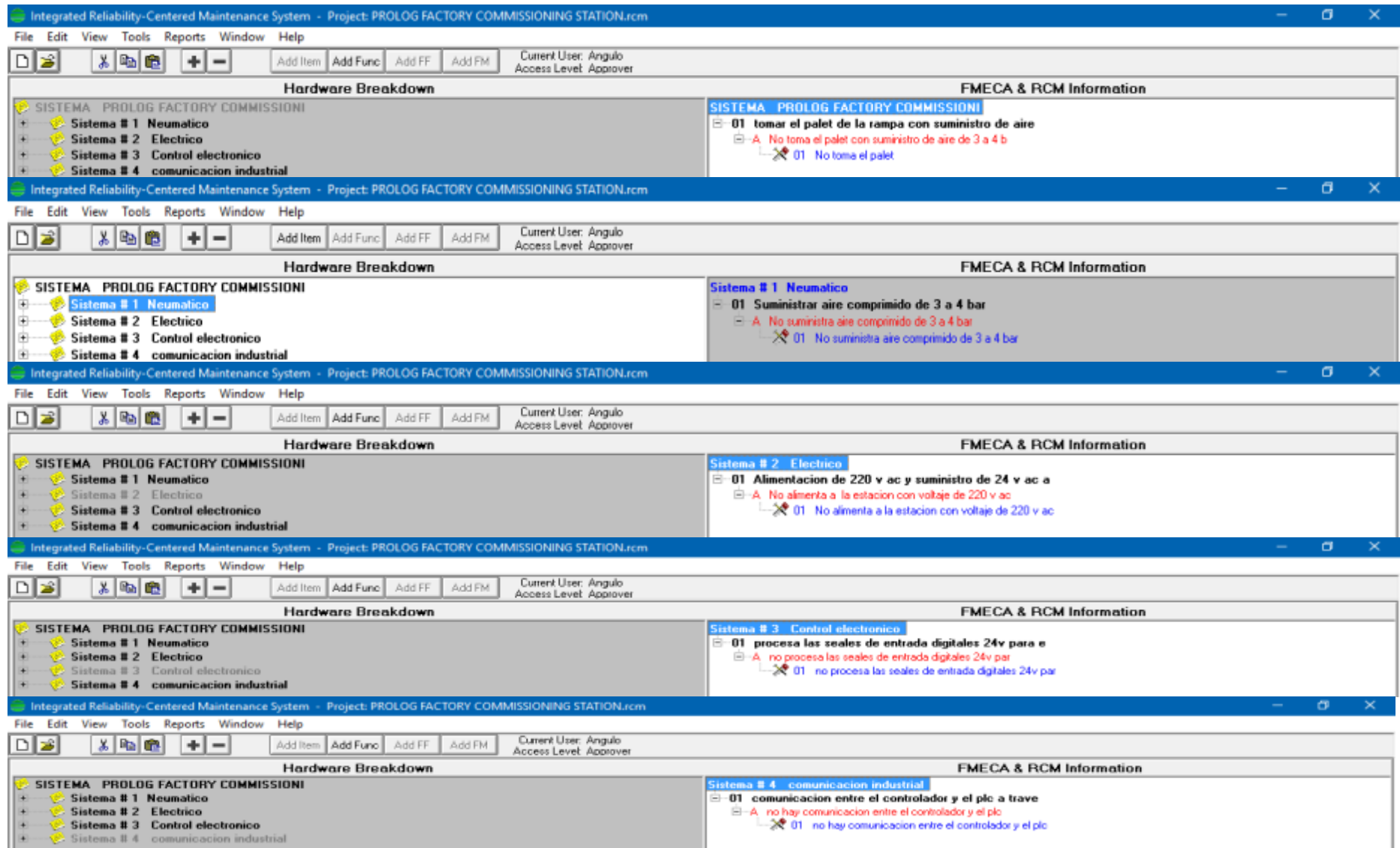


3.2.4 Desarrollo de las Funciones - Fallas y Modos de Falla

El proceso técnico se lleva a cabo en tres grandes etapas, en la primera de ellas se definen la Función Primaria, cuyo dígito es cero, luego se desarrollan las Funciones Secundarias importantes, posteriormente las Fallas, enunciándolas con letras y por últimos los Modos de Falla de cada una de las Fallas, es bueno recordar que las Fallas son referidas a las Funciones, de ahí su nombre de Fallas Funcionales (iRCM Software, 2016).

A continuación, se muestran todas las Funciones, Fallas y Modos de Fallas desarrollados en el ejercicio de los Activos del Sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI, en el IRCMS.

Ilustración 48 - Funciones, Fallas y Modos de Falla del sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI en el iRCM



Las demás funciones, así como sus fallas, modos de falla y las tareas de mantenimiento propuestas se puede evidenciar en el archivo anexo llamado RCM PROLOG FACTORY COMMISSIONI.rcm creado usando el software IRCMS.

Ilustración 49 - Logo-Enlace hacia la Aplicacion



[RCM PROLOG FACTORY COMMISSIONI.rcm](#)

3.3 REPORTE FMECA

A continuación, se expone el reporte generado por el software IRCM acerca del análisis FMECA.

Ilustración 50 - Reporte FMECA página 1 de 8

FMECA Report													IRCMS	
Print Date: 27/10/2017 viernes														
ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION		SEV CLASS
		NO.	Descripción	LTR	Descripción	NO.	Descripción		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
SISTEMA	PROLOG FACTORY COMMISSIONI	01	tomar el palet de la rampa con suministro de aire de 3 a 4 bar ubicandola en la banda transportadora para luego ser ubicado en la rampa de entrega	A	No toma el palet con suministro de aire de 3 a 4 bar	01	No toma el palet	Phase 1	No gira el servomotor para tomar el palet y ubicarlo en la banda transportadora	No hay suministro de los palet	se detiene la producción de manómetros	caída de presión verificada en el manómetro analógico en la línea de ingreso, no indica la presión requerida	1	10.000,00/C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT:
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sistema # 1	Neumatico	01	Suministrar aire comprimido de 3 a 4 bar	A	No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar	01	No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar	phase 2	No llega la presión de 3 a 4 bar a todo el sistema del prolog factory commissioni	no genera movilidad a las pinzas monoestables	No hay suministro de los palet	caída de presión verificada en el manometro analogo en la línea de ingreso, no indica la presión requerida	1	5.000,00/C

FMECA Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sistema # 2	Electrico	01	Alimentacion de 220 v ac y suministro de 24 v ac a la estacion	A	No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac	01	No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac	Phase I	No llega el voltaje requerido para que la estacion funcione	No funcionamiento de la estacion	No hay suministro de los palet	Paro de produccion de los manómetros	1	300,00/C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNITs
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT:
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
		Sistema # 4	comunicación industrial	01	comunicación entre el controlador y el plc a través de programación profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado	A	no hay comunicación entre el controlador y el plc a través de programación profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado		01	no hay comunicación entre el controlador y el plc a través de programación profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado	Phase I			

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNITS
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sub sistema	Controlador	01	Recibe la informacion del plc a traves de lenguaje profibus y la ejecuta en el programa principal	A	no Recibe la informacion del plc a traves de lenguaje profibus y la ejecuta en el programa principal	01	no Recibe la informacion del plc a traves de lenguaje profibus y la ejecuta en el programa principal	Phase I	No programaron el controlador y el plc con lenguaje profibus	atascam lento del servomotor por exceder el limite de giro del rango	Inhabilidad de la estacion	Paro de produccion de los manometros	1	300,00/C
Sub sistema	PLC	01	programar en lenguaje ladder los movimientos del motor	A	no se puede programar en lenguaje ladder los movimientos del motor	01	no se puede programar en lenguaje ladder los movimientos del motor	Phase I	No programaron el plc con lenguaje ladder	atascam lento del servomotor por exceder el limite de giro del rango	Inhabilidad de la estacion	Paro de produccion de los manometros	1	300,00/C
Sub sistema	Servomotores	01	movimiento en 6 ejes	A	No realiza movimiento en los 6 ejes	01	No realiza movimiento en los 6 ejes	Phase I	La programacion no es la adecuada porque no ejecuta los movimientos del servomotor	atascam lento del servomotor en los 6 ejes	Inhabilidad de la estacion	Paro de produccion de los manometros	1	300,00/C
Sub sistema	Bateria	01	Soporte electrico del controlador de 3.4v a la estacion	A	no suministra energia electrica al controlador cuando ocurren bajones electricos	01	no suministra energia electrica al controlador cuando ocurren bajones electricos	Phase I	No llega el voltaje requerido para que la estacion funcione en caso de un bajo de luz	No funcionamiento de la estacion	No hay suministro de los palet	Paro de produccion de los manometros	1	300,00/C
Sub sistema	Sensores	01	detectar las seales externas y corriente de 220 v ac en tension que van al controlador	A	no detecta las seales externas y corriente de 220 v ac en tension que van al controlador	01	no detecta las seales externas y corriente de 220 v ac en tension que van al controlador	Phase I	no envia la senal externa al controlador	No sensa el palet cuando es sujetado por la pinza	No hay suministro de los palet	Paro de produccion de los manometros	1	300,00/C
Sub sistema	Pinza Monoestable	01	Sujetar los palet a una presion neumatica de 3 a 4 bar	A	No sujeta los palet a una presion neumatica de 3 a 4 bar	01	No sujeta los palet a una presion neumatica de 3 a 4 bar	Phase I	No toma los palet que se encuentran en rampa de suministro	No hay suministro de los palet	se detiene la produccion de manometros	taponamiento del ducto de la valvula de 3/2 el cual no llega la presion neumatica de 3 a 4 bar	1	5,00/C

FMECA Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT:
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sub sistema	valvula 3/2 vias	01	Permite el paso de aire comprimido de 3 a 4 bar a la pinza monoestable	A	No permite el paso de aire comprimido de 3 a 4 bar a la pinza mono estable	01	No permite el paso de aire comprimido de 3 a 4 bar a la pinza monoestable	Phase I	No hay paso de aire comprimido	No genera el movimiento de la pinza monoestable	No hay suministro de los palet	para de produccion de los manometros	1	3.000,00/C
Sub sistema	Conexionado electrico	02	Unir el controlador con los perifericos permitiendo la alimentacion de voltaje	A	no alimenta de voltaje a la estacion	01	No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac	Phase I	No llega el voltaje requerido para que la estacion funcione	No funcionamiento de la estacion	No hay suministro de los palet	Paro de produccion de los manometros	1	300,00/C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

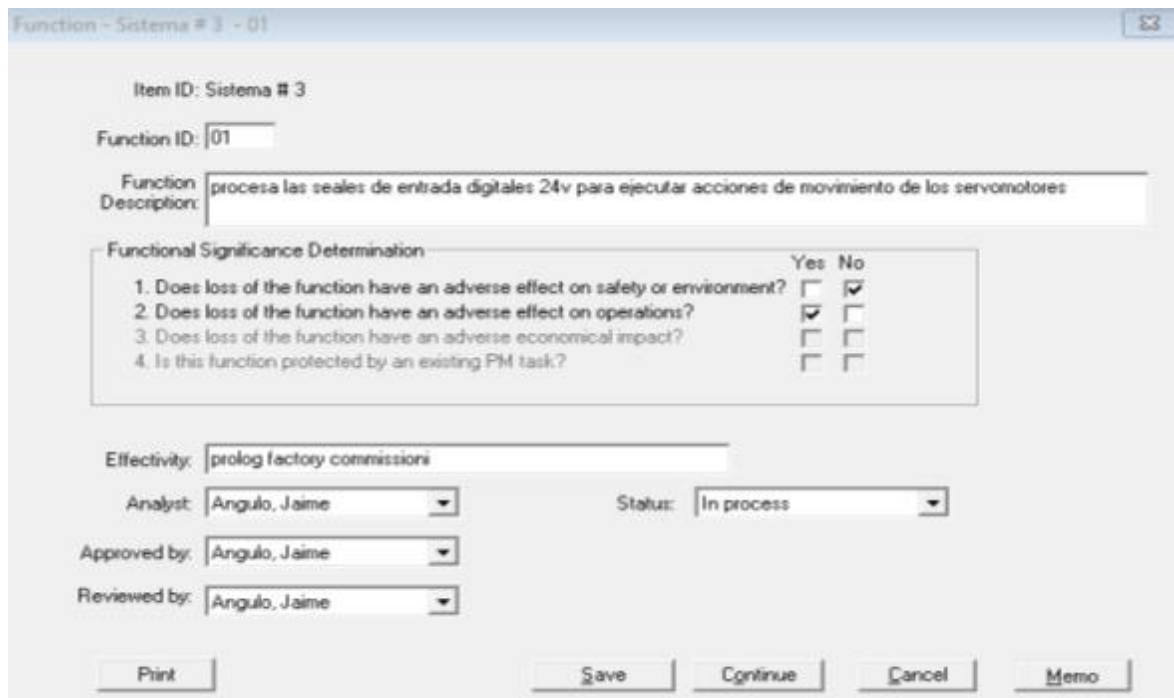
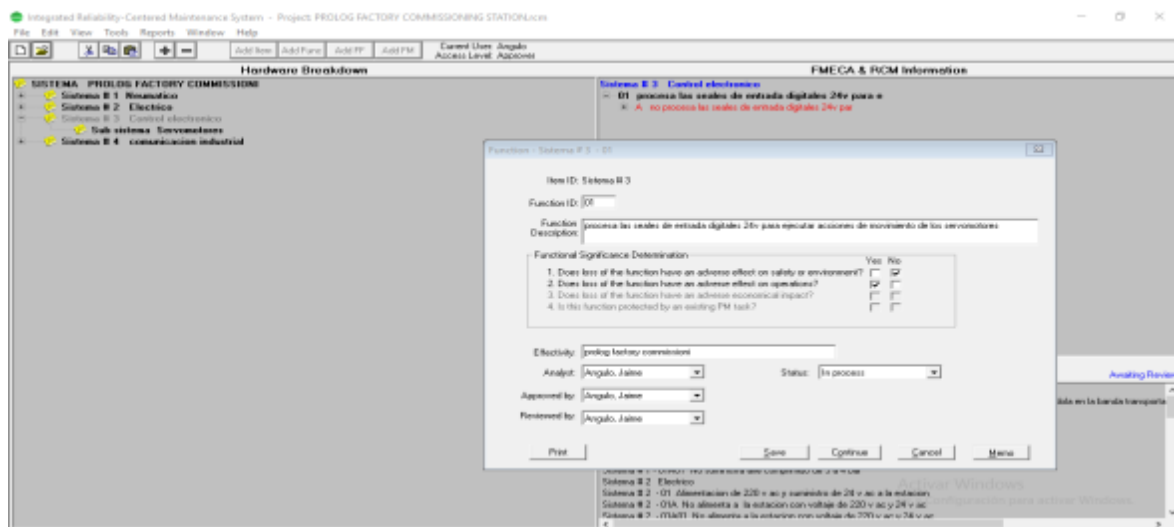
ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT:
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sub Sistema	Unidad de mantenimiento	01	Regular, filtrar el aire comprimido de 3 a 4 bar proveniente del compresor	A	No regula, filtra el aire comprimido de 3 a 4 bar	01	No regula, filtra el aire comprimido de 3 a 4 bar proveniente del compresor	Phase I	Se eleva la presión y contamina el aire que pasa por los ductos del sistema prolog	Se bloquea el sistema prolog factory commissioni	No hay suministro de los palet	Paro de producción de los manómetros	1	300,00/C

Para cada caso en particular una vez definido el sistema y subsistema, se determinan las características en el software, mediante la logística definida.

3.3.1 Carga de características en el software.

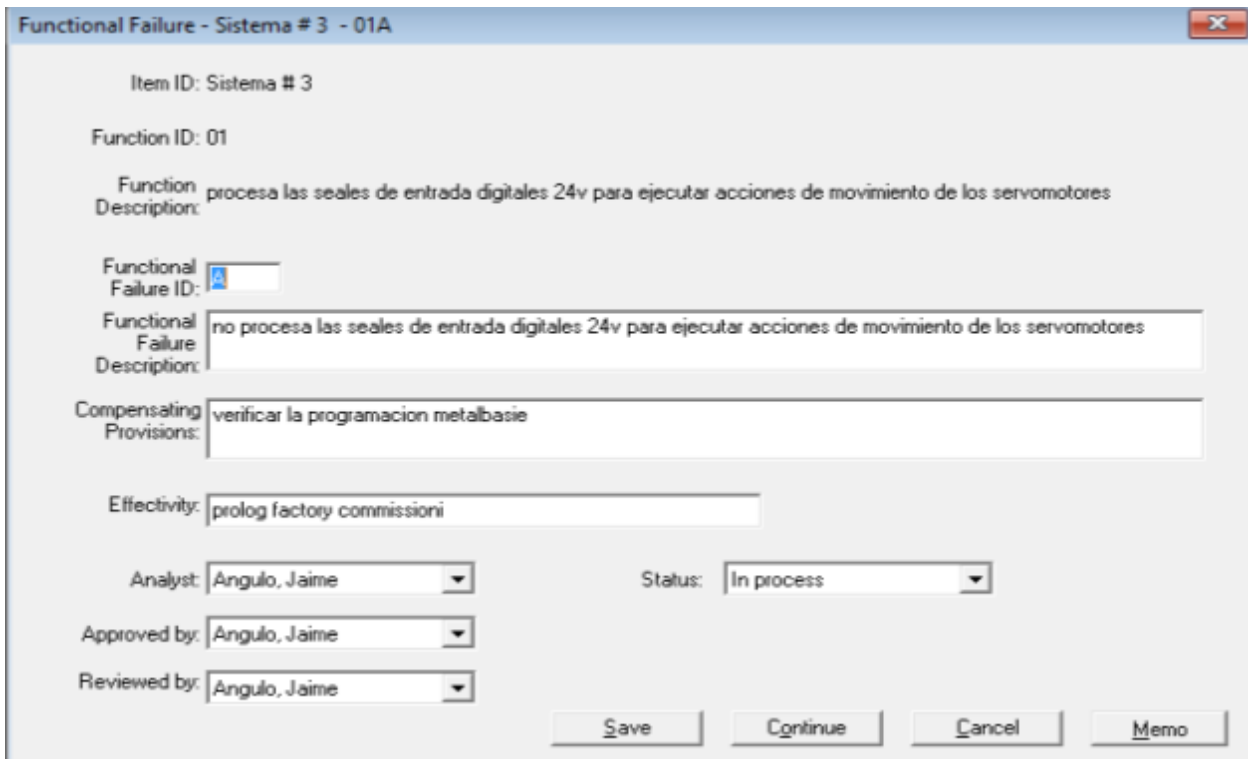
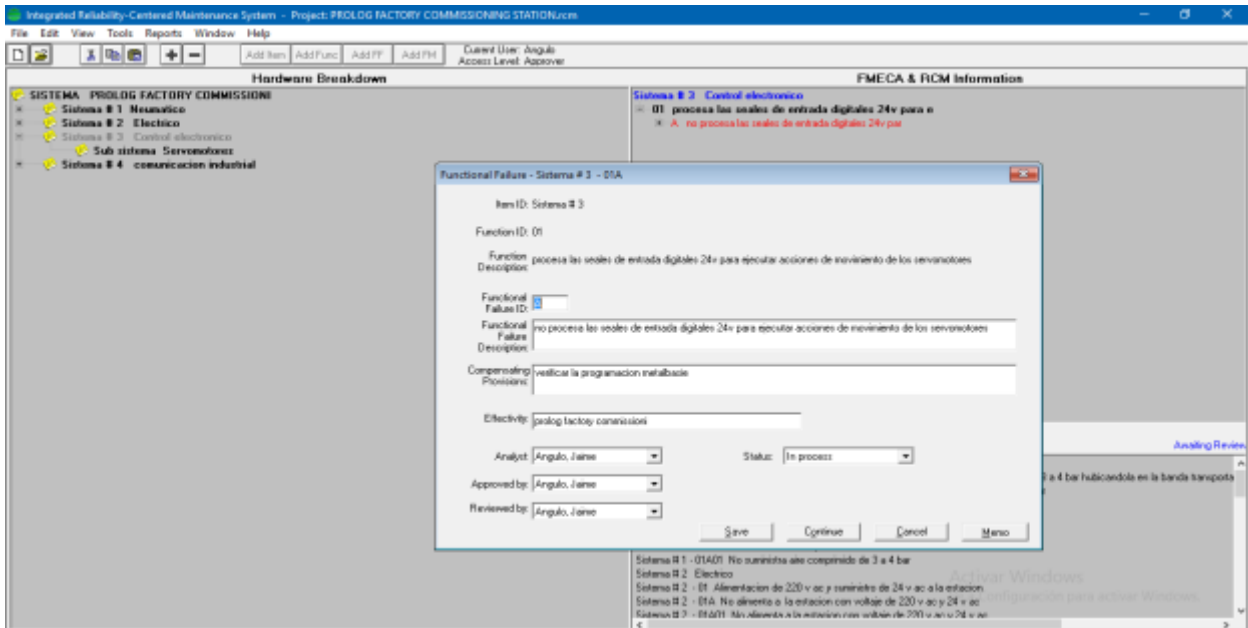
El proceso que se lleva a cabo en cada caso de los sistemas definidos, es primero definir la función, la cual se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 58 – Función



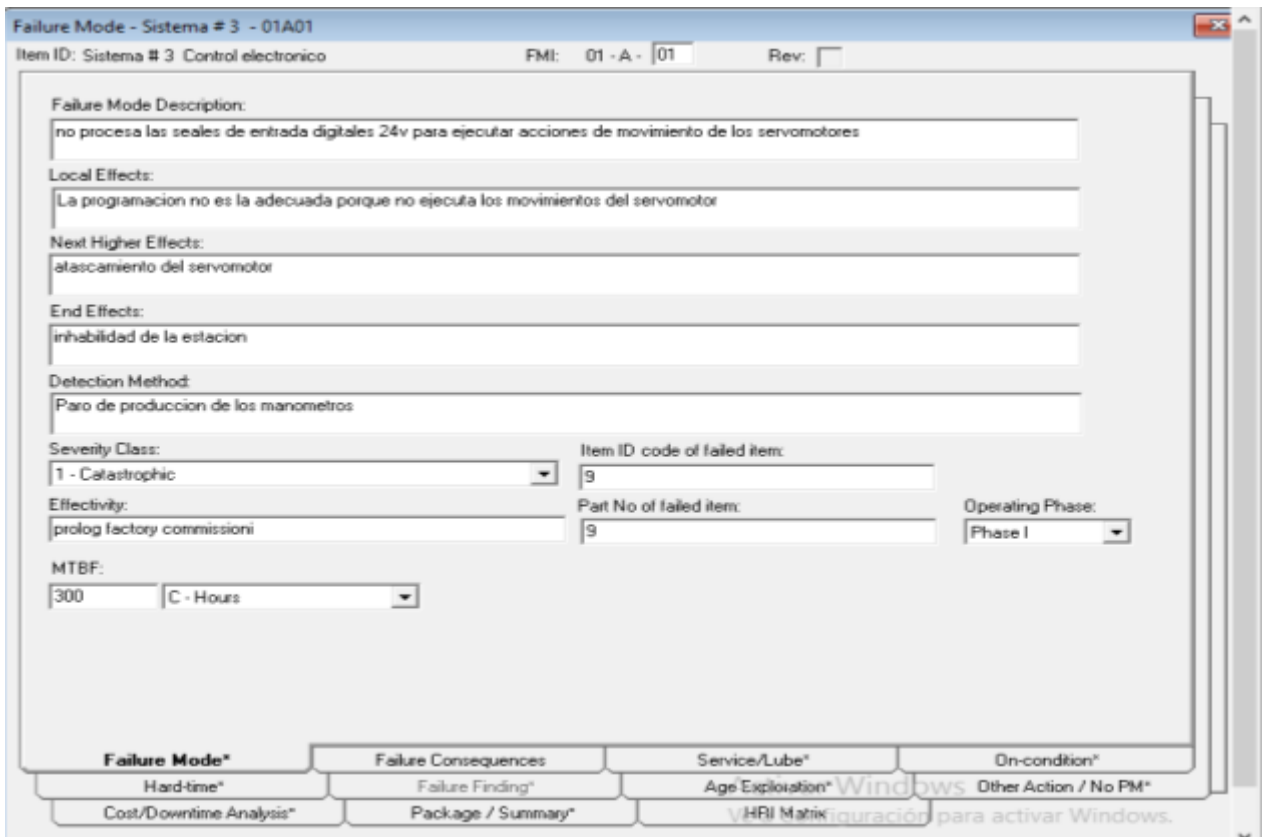
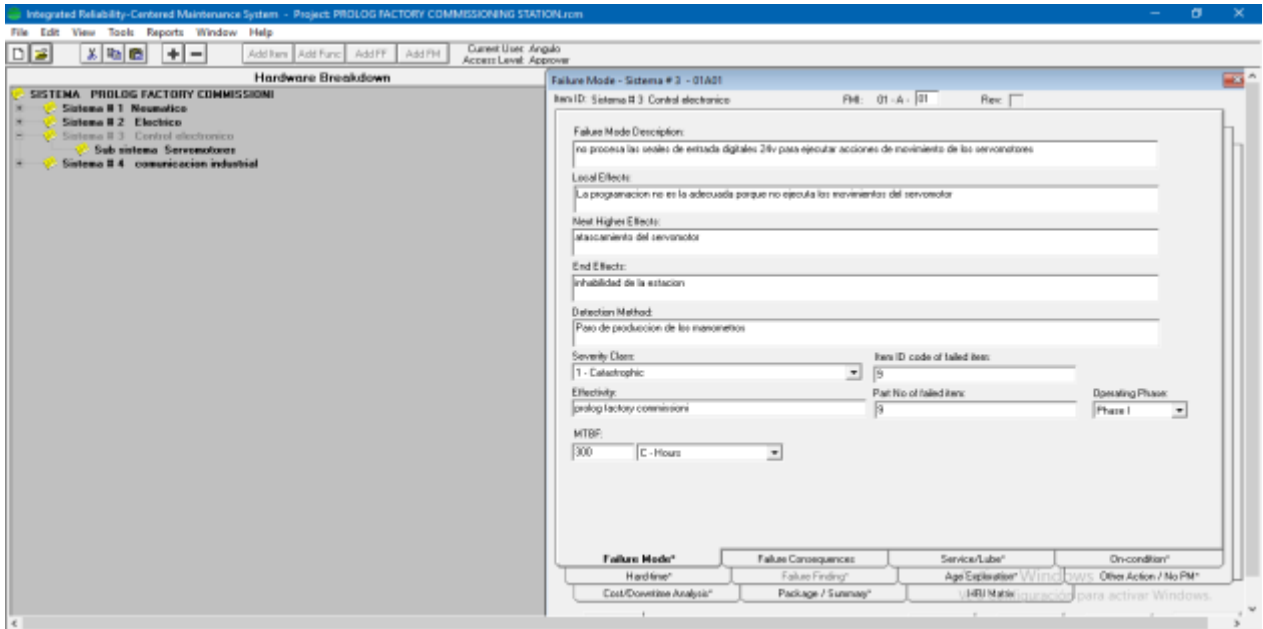
El siguiente paso consiste en desarrollar las diferentes fallas que corresponden a esa Función descrita.

Ilustración 59 - Falla Funcional



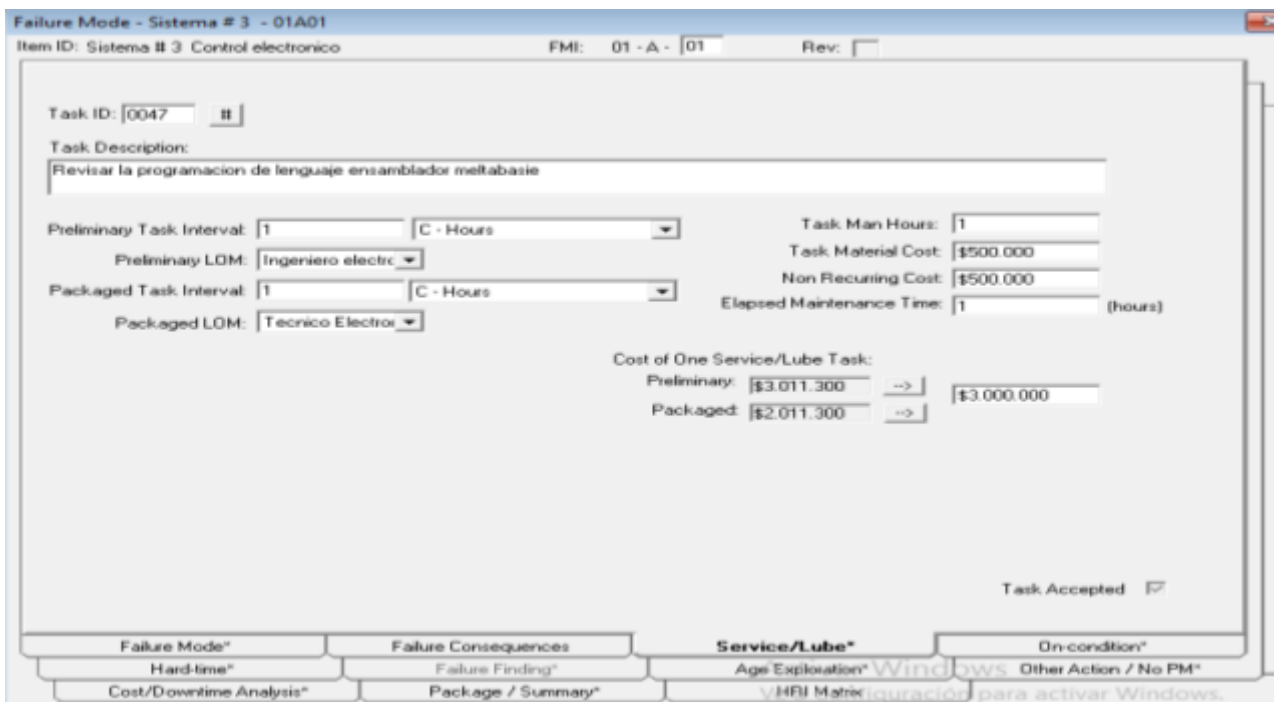
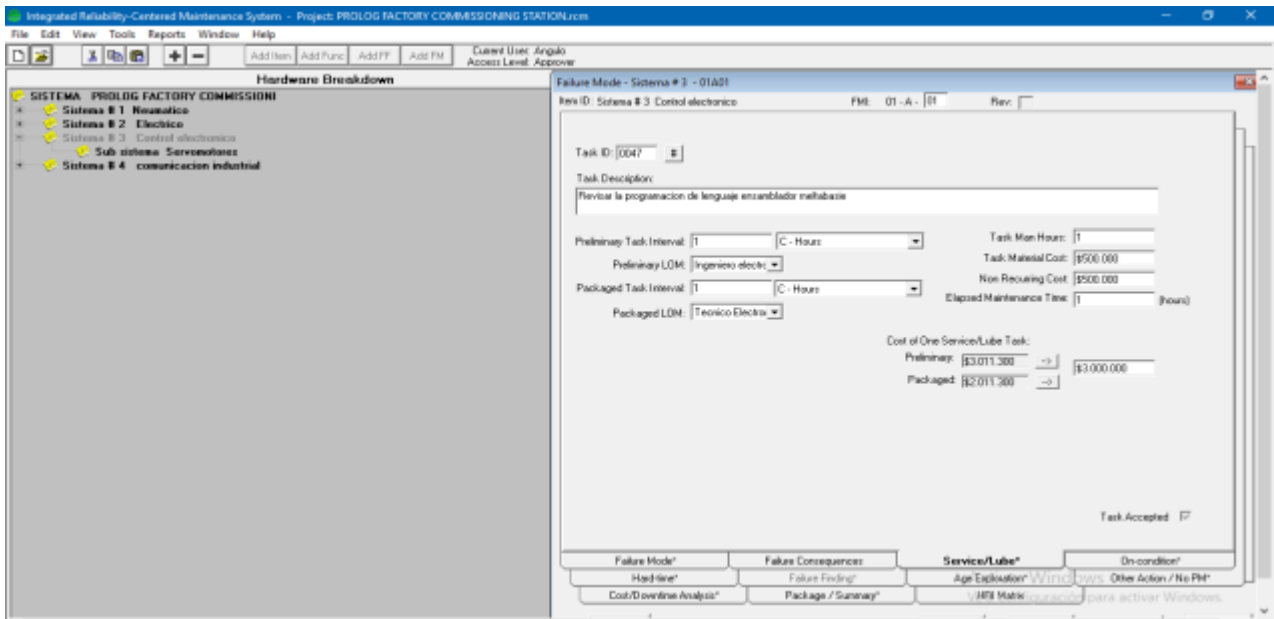
Para posteriormente definir los diferentes modos de falla de esa falla.

Ilustración 60 - Modos de Falla



Por último, se define en cada caso las tareas de mantenimiento. En el caso particular utilizan un servicio de mantenimiento, que chequea el nivel de mantenimiento, un service/lube task. Completando de esta forma el ciclo de RCM: Función - Falla - Modo de Falla - Tarea de mantenimiento.

Ilustración 61 - Trabajos de mantenimiento



3.4 CONCLUSIONES DEL CAPITULO 3

Es importante tener un software como el IRCMS que nos facilite información útil y suficiente para manejo y ordenamiento de información de mantenimiento, se observa las pautas para que el usuario le sea fácil en el momento de ingresar los datos en el programa IRMS, así mismo, en la medida que se avanza durante la digitación de las fallas, modos de fallas y el análisis de los sistemas de estudio, se logra cubrir todos los aspectos del mantenimiento desde lo macro hasta lo micro del equipo que lleven a mejorar en todos los procesos relacionados con las reparaciones, y los mantenimientos planeados del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONI.

De esta forma ya quedan incluidos los datos que se recopilaron durante la operación del equipo PROLOG FACTORY COMMISSIONI, fundamentales para el sistema de funciones, fallas, modos de falla y tareas de mantenimiento en todos los puntos y elementos nombrados.

4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

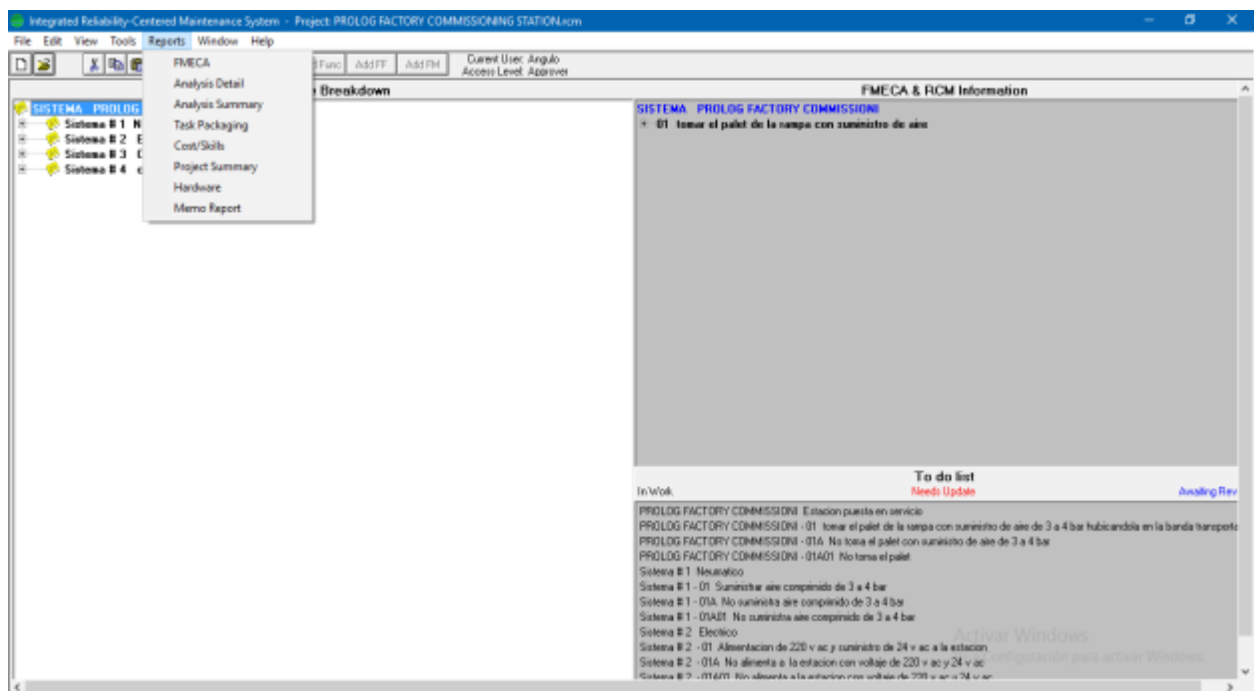
4.1 OBJETIVO 4

Contrastar las acciones de mantenimiento a partir de los resultados obtenidos con el software IRCMS, para garantizar la confiabilidad de los equipos. Nivel 4 - Analizar.

4.2 DESARROLLO

El análisis y manejo de la información se realiza de forma ágil por medio de la herramienta de reportes que posee el software, y así mismo es posible identificar en donde existen factibilidades de mejora en las tareas de mantenimiento.

Ilustración 62 - Lista de Reportes



4.3 ANALYSIS SUMMARY REPORT

A continuación, se muestra uno de los análisis de reporte para la interpretación, estudio y mejora por parte del personal de mantenimiento.

Ilustración 63 - Informes que se generan desde el IRCM

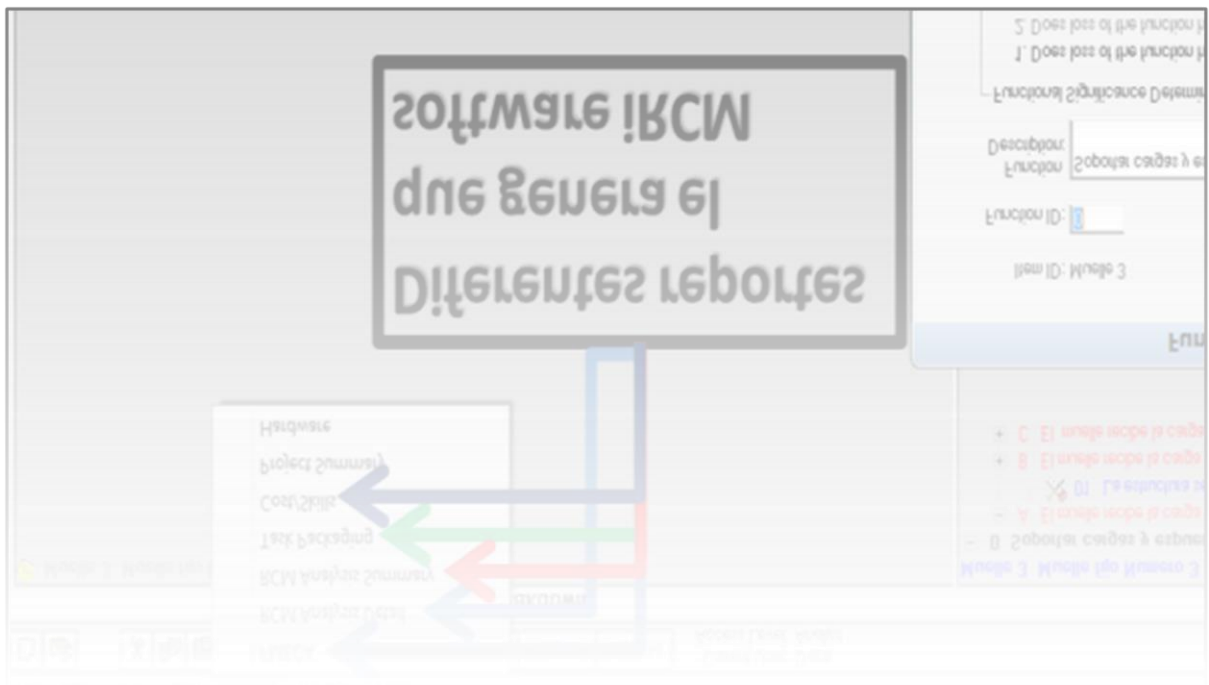
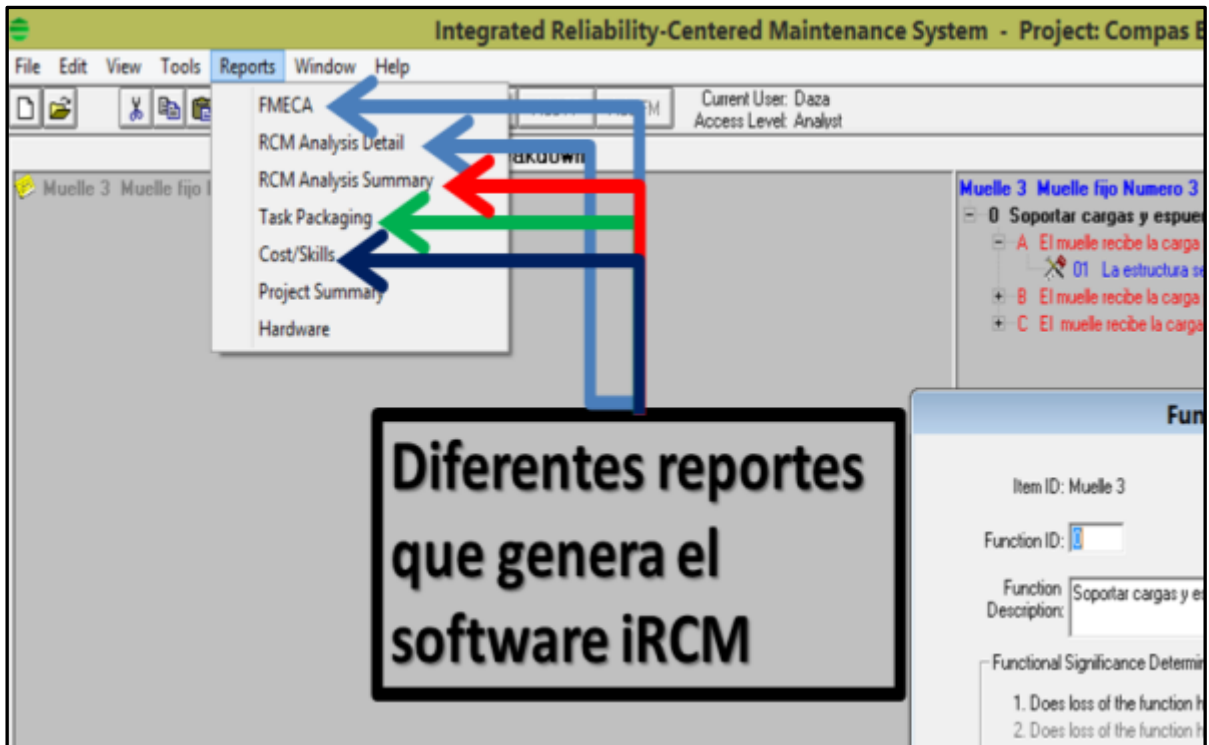


Ilustración 64 - Resumen Estadístico del Proyecto

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: SISTEMA

PROLOG FACTORY COMMISSIONI

Failure Mode: 01A01

No toma el palet

MTBF: 10.000,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

se detiene la producción de manómetros

Failure Detection Method:

caída de presión verificada en el manómetro analógico en la línea de Ingreso, no indica la presión requerida

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By: Jaime Angulo

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EM T/Op Time
->	0002	SL	Verificación y cambio de las líneas de aire comprimido provenientes del compresor hacia la unidad de mantenimiento distribuido por todo el	8,00/C	8,00/C	\$387.500	0,25/C
->	0003	OC	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la línea que presentó la grieta	1,00/C	2,00/C	\$1.551.60	1,00/C
->	0004	HT	desconectar el suministro de aire para realizar el cambio de la línea que presentó la grieta	4,00/C	4,00/C	\$245.761	0,49/C
	0005	FF	desconectar el suministro de aire para realizar el cambio de la línea que presentó la grieta	1,00/C	1,00/C	\$1.557.38	1,00/C
	0007	OA	desconectar el suministro de aire para realizar el cambio de la línea que presentó la grieta			\$0/C	0,00/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$5/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sistema # 1
Neumatico

Failure Mode: 01A01

No suministro de aire comprimido de 3 a 4 bar

MTBF: 5.000,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: 1

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

caída de presión verificada en el manómetro analógico en la línea de ingreso, no indica la presión requerida

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
✓	0007	SL	Verificar el sistema neumático conformado por las líneas, racores, válvulas, manómetros, compresor, unidad de mantenimiento con la	3,00/C	3,00/C	\$1.535.55	1,00/C
✓	0008	OC	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran	2,00/C	3,00/C	/C	1,50/C
✓	0009	HT	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran	6,00/C	6,00/C	\$339.951	0,52/C
✓	0010	FF	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran	2,00/C	2,00/C	/C	1,00/C
	0012	OA	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran			/C	/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			/C	/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sistema # 2
Electrico

Failure Mode: 01A01

No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Package Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0027	SL	verificar las conexiones, sensores, batería	1,00/C	1,00/C	\$1.700.00	1,00/C
->	0028	OC	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable	1,00/C	1,00/C	\$1.701.80	1,00/C
->	0029	HT	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable	1,00/C	1,00/C	\$1.911.76	7,35/C
->	0030	FF	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable	1,00/C	1,00/C	\$1.718.18	1,00/C
	0032	OA	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable			\$28.571/C	0,14/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$667/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sistema # 3
Control electronico

Failure Mode: 01A01

no procesa las seales de entrada digitales 24v para ejecutar acciones de movimiento de los servomotores

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: 1

End Effects:

Inhabilidad de la estacion

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0047	SL	Revisar la programacion de lenguaje ensamblador meltabasle	1,00/C	1,00/C	\$3.000.00	1,00/C
->	0051	OC	Revisar la programacion de lenguaje ensamblador meltabasle, antes de dar inicio a la ejecucion del prolog	1,00/C	1,00/C	\$3.045.45	1,00/C
->	0048	HT	Revisar la programacion de lenguaje ensamblador meltabasle, antes de dar inicio a la ejecucion del prolog	1,00/C	1,00/C	\$3.894.47	5,03/C
	0049	FF	Revisar la programacion de lenguaje ensamblador meltabasle, antes de dar inicio a la ejecucion del prolog	1,00/C	1,00/C	\$3.045.45	/C
->	0051	OA	Revisar la programacion de lenguaje ensamblador meltabasle, antes de dar inicio a la ejecucion del prolog			\$55.556/C	55.555,56/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$1.667/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sistema # 4
comunicacion Industrial

Failure Mode: 01A01

no hay comunicacion entre el controlador y el plc a traves de programacion profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado

MTBF: 300.00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: 1

End Effects:

Inhabilidad de la estacion

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Set	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0056	SL	Revisar la programacion del controlador y el plc con lenguaje profibus	1,00/C	1,00/C	\$4.000.00	1,00/C
->	0057	OC	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1,00/C	1,00/C	\$4.115.36	1,00/C
->	0058	HT	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1,00/C	1,00/C	\$11.206.4	6,90/C
->	0059	FF	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1,00/C	1,00/C	\$4.136.36	1,00/C
->	0061	OA	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc			\$136.364	0,09/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$5.000/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema
Controlador

Failure Mode: 01A01

no Recibe la informacion del plc a traves de lenguaje profibus y la ejecuta en el programa principal

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

Inhabilidad de la estacion

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0065	SL	Revisar la programacion del controlador y el plc con lenguaje profibus	1,00/C	1,00/C	\$4.000.00	1,00/C
->	0067	OC	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1,00/C	1,00/C	\$4.115.36	1,00/C
->	0066	HT	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1,00/C	1,00/C	\$11.206.8	6,90/C
->	0068	FF	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1,00/C	1,00/C	\$4.136.36	1,00/C
->	0070	OA	Revisar la programacion de lenguaje profibus entre el controlador y el plc			\$115.385	0,08/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$5.000/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema

PLC

Failure Mode: 01A01

no se puede programar en lenguaje ladder los movimientos del motor

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: 1

End Effects:

Inhabilidad de la estacion

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
>	0061	SL	revisar la programacion del plc con lenguaje ladder	1,00/C	1,00/C	\$4.000.00	1,00/C
>	0070	OC	Revisar la programacion de lenguaje ladder del plc	1,00/C	1,00/C	\$4.107.14	1,00/C
>	0062	HT	Revisar la programacion de lenguaje ladder del plc	1,00/C	1,00/C	\$11.764.7	7,35/C
>	0063	FF	Revisar la programacion de lenguaje ladder del plc	1,00/C	1,00/C	\$5.500.00	1,00/C
>	0065	OA	Revisar la programacion de lenguaje ladder del plc			\$125.000	0,08/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$5.000/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema
Servomotores

Failure Mode: 01A01

No realiza movimiento en los 6 ejes

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

Inhabilidad de la estación

Failure Detection Method:

Paro de producción de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0052	SL	Revisar la programación de lenguaje ensamblador metabasic	1,00/C	1,00/C	\$3.300.00	1,00/C
->	0071	OC	Revisar la programación de lenguaje ensamblador metabasic, antes de dar inicio a la ejecución del prolog	1,00/C	1,00/C	\$3.357.14	1,00/C
->	0053	HT	Mala programación o desactualización del programa o caída del sistema	1,00/C	1,00/C	\$6.379.31	6,90/C
->	0072	FF	Mala programación o desactualización del programa o caída del sistema	1,00/C	1,00/C	\$4.100.00	1,00/C
	0056	OA	Mala programación o desactualización del programa o caída del sistema			\$80.000/C	0,10/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$2.667/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema

Bateria

Failure Mode: 01A01

no suministra energia electrica al controlador cuando ocurren bajones electricos

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0042	SL	verificar las conexiones entre la bateria y el controlador bateria	1,00/C	1,00/C	\$1.600.00	1,00/C
->	0043	OC	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable entre la bateria	1,00/C	1,00/C	\$1.600.82	1,00/C
->	0044	HT	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable entre la bateria	1,00/C	1,00/C	\$1.176.47	7,35/C
->	0045	FF	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable entre la bateria	1,00/C	1,00/C	/C	1,00/C
	0047	OA	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexonados o cambio de cable entre la bateria			\$12.500/C	0,13/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$333/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema
Sensores

Failure Mode: 01A01

no detecta las seales externas y corriente de 220 v ac en tension que van al controlador

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0037	SL	verificar la conexion de los sensores y realizar limpieza ya que son infrarroj	1,00/C	1,00/C	\$1.650.00	1,00/C
->	0038	OC	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los	1,00/C	1,00/C	\$1.650.71	1,00/C
->	0039	HT	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los	1,00/C	1,00/C	\$1.551.72	6,90/C
->	0040	FF	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los	1,00/C	1,00/C	\$1.661.52	1,00/C
	0042	OA	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los			\$18.750/C	18.750,00/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$500/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub Sistema

Unidad de mantenimiento

Failure Mode: 01A01

No regula, filtra el aire comprimido de 3 a 4 bar proveniente del compresor

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: 1

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

Paro de producción de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0022	SL	Verificar el filtro, regulador y el lubricante de la unidad de mantenimiento	1,00/C	1,00/C	\$1.600.00	1,00/C
->	0023	OC	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumáticos, que se encuentran en condiciones	1,00/C	1,00/C	\$1.601.00	-0,66/C
->	0024	HT	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumáticos, que se encuentran en condiciones	1,00/C	1,00/C	\$1.176.47	7,35/C
->	0025	FF	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumáticos, que se encuentran en condiciones	1,00/C	1,00/C	\$1.608.33	1,00/C
	0027	OA	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumáticos, que se encuentran en condiciones			\$16.667/C	0,17/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$333/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema

Pinza Monoestable

Failure Mode: 01A01

No sujeta los palet a una presion neumatica de 3 a 4 bar

MTBF: 5,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

se detiene la produccion de manómetros

Failure Detection Method:

taponamiento del ducto de la valvula de 3/2 elcualno llega la presion neumatica de 3 a 4 bar

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0017	SL	Verificar el ducto de suministro de aire proveniente de la valvula 3/2	1,00/C	1,00/C	\$1.580.00	1,00/C
->	0018	OC	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se	1,00/	1,00/C	/C	/C
->	0019	HT	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se	1,00/C	1,00/C	\$1.029.41	7,35/C
	0020	FF	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se	1,00/C	1,00/C	\$1.582.42	1,20/C
->	0022	OA	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se			\$20.000/C	0,25/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$16.000/C	0,20/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema
valvula 3/2 vias

Failure Mode: 01A01

No permite el paso de aire comprimido de 3 a 4 bar a la pinza monoestable

MTBF: 3.000,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: 1

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

para de produccion de los manometros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Sel	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
✓	0012	SL	Verificar las vias de paso de aire comprimido a las valvulas de 3/2	1,00/C	1,00/C	\$1.550.00	1,00/C
✓	0013	OC	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en	1,00/C	1,00/C	/C	1,33/C
✓	0014	HT	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en	1,00/C	1,00/C	\$972.222	2,78/C
✓	0015	FF	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en	1,00/C	1,00/C	\$1.562.50	1,00/C
	0017	OA	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en			\$16.667/C	0,33/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$27/C	0,00/C

RCM Analysis Summary Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

End Item: SISTEMAPROLOG FACTORY COMMISSIONI

Item ID: Sub sistema

Conexionado electrico

Failure Mode: 02A01

No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac

MTBF: 300,00 Hours

Safety:

Hidden/Evident:

Severity: I

End Effects:

No hay suministro de los palet

Failure Detection Method:

Paro de produccion de los manómetros

Analysis Status: In Process

Approval Date:

Analyst: Jaime Angulo

Approved By:

Summary Recommendation:

Task Scl	Task Code	Type	Description	Preliminary Interval	Packaged Interval	Cost/Op Time	EMT/Op Time
->	0032	SL	Verificacion de las conexiones al controlador	1,00/C	1,00/C	\$1.602.26	1,00/C
->	0033	OC	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexionados o cambio de cable	1,00/C	1,00/C	\$1.603.16	1,00/C
->	0034	HT	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexionados o cambio de cable	1,00/C	1,00/C	\$1.177.13	7,35/C
->	0035	FF	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexionados o cambio de cable	1,00/C	1,00/C	\$1.611.36	1,00/C
	0037	OA	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexionados o cambio de cable			\$12.500/C	0,13/C
		NO PM	No Preventive Maintenance			\$333/C	333,33/C

El RCM Analysis Summary Report informa de todas las tareas de mantenimiento que se llevan a cabo en el proceso en cada uno de sus informes de 14 páginas.

Ilustración 65 - Informe de Tareas de mantenimiento a desarrollar

Task Package Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM					
SISTEMA	01A01	0002		Verificación y cambio de las líneas de aire comprimido provenientes del compresor hacia la unidad de mantenimiento distribuido por todo el sistema del prolog factory commissioni	N/A	8/C	2	N/A	8/C	3	TPDR/MCR Required	instrumentos	Mantenimiento		
SISTEMA	01A01	0004		desconectar el suministro de aire para realizar el cambio de la línea que presenta la grieta	N/A	4/C	3	N/A	4/C	3		instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 1	01A01	0007		Verificar el sistema neumático conformado por las líneas, racores, válvulas, manómetros, compresor, unidad de mantenimiento con la finalidad de realizar mantenimiento a las piezas que se encuentre en mal estado	N/A	3/C	3	N/A	3/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 1	01A01	0008		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que genera la caída de presión neumática	22/C	2/C	3	33/	3/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Activar Window
Ve a Configuración b

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp /Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM					
Sistema # 1	01A01	0009		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la caída de presión neumática	N/A	6/C	3	N/A	6/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 1	01A01	0010		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las válvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la caída de presión neumática	N/A	2/C	3	N/A	2/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 2	01A01	0027		verificar las conexiones, sensores, batería	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 2	01A01	0028		Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 2	01A01	0029		Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sistema # 2	01A01	0030		Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Activar Win
Ve a Configuración

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM					
Sub sistema	01A01	0012		Verificar las vias de paso de aire comprimido a las valvulas de 3/2	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0013		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	10/C	1/C	3	11/	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0014		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0015		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0017		Verificar el ducto de suministro de aire proveniente de la valvula 3/2	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Activar Windows
Ver Configuración

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	PMI	Task Code	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Part Number
					Int Insp /Uain	Instrl/Uain	LOM	Int Insp/Uain	Instrl/Uain	LOM					
Sub sistema	01A01	0018		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la piza amonostable	10/C	1/	3	11/C	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0019		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la piza amonostable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub Sistema	01A01	0022		Verificar el filtro, regulador y el lubricante de la unidad de mantenimiento	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub Sistema	01A01	0023		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumaticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la piza amonostable	1/C	1/C	3	11/C	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub Sistema	01A01	0024		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumaticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la piza amonostable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Activar Win
Vela Configura

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp./Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp./Units	Intvl/Units	LOM					
Sub sistema	01.A.01	0025		desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumáticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que genera la no movilidad de la pinza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01.A.01	0037		verificar la conexión de los sensores y realizar limpieza ya que son infrarrojo	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01.A.01	0038		Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable, limpieza de los sensores	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01.A.01	0039		Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable, limpieza de los sensores	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01.A.01	0040		Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable, limpieza de los sensores	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01.A.01	0042		verificar las conexiones entre la batería y el controlador batería	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Activar Window
Ve a Configuración

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WF Number	Item Para Number
					1st Insp /Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM					
Sub sistema	01A01	0043		Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable entre la bateria y el controlador	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0044		Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable entre la bateria y el controlador	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	01A01	0045		Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable entre la bateria y el controlador	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	02A01	0032		Verificacion de las conexiones al controlador	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	02A01	0033		Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		
Sub sistema	02A01	0034		Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Activar Windows
Ve a Configuración pa

Task Package Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Codes	SC	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Package Description	Reference Publication	Card/WP Number	Item/Para Number
					1st Insp /Units	Intrvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intrvl/Units	LOM					
Sub sistema	02A01	0035		Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process	instrumentos	Mantenimiento		

Ilustración 666 - Informe de Habilidades, Competencias y Costos

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM								
SISTEMA	01A01	0002	Verificacion y cambio de las lineas de aire comprimido provenientes del compresor hacia la unidad de mantenimiento distribuido por todo el sistema del prolog factory commissioni	N/A	8/C	2	N/A	8/C	3	TPDR/MCR Required		\$387.500	2,00	\$100.000	\$3.100,00 0	N/A	
		0003	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la linea que presento la grieta	23/C	1/C	3	33/C	2/C	3			\$1.551,60 6	1,00	\$50.000	\$1.551,13 0	\$50.000	
		0004	desconectar el suministro de aire para realizar el cambio de la linea que presento la grieta	N/A	4/C	3	N/A	4/C	3			\$245,761	1,00	\$50.000	\$1.554,51 0	\$50.000	
		0006	desconectar el suministro de aire para realizar el cambio de la linea que presento la grieta	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$5	1,00	\$50.000	\$1.551,13 0		
Sistema # 1		0007	Verificar el sistema neumatico conformado por las lineas, racores, valvulas, manometros, compresor, unidad de mantenimiento con la finalidad de realizar mantenimiento a las piezas que se encuentre en mal estado	N/A	3/C	3	N/A	3/C	3	In Process		\$1.535,59 0	3,00	\$100.000	\$4.606,77 0	N/A	

Active Windows
Ve a Configuración para activar

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHours	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				Inst/Usin	Inst/Usin	LOM	Inst/Usin	Inst/Usin	LOM								
Sistema # 1	01A01	0008	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las valvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la caída de presión neumática	2/C	2/C	3	33/	3/C	3	In Process			2,00	\$100.000	\$3.104.510	\$100.000	
		0009	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las valvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la caída de presión neumática	N/A	6/C	3	N/A	6/C	3	In Process		\$339.951	2,00	\$100.000	\$3.113.530	\$100.000	
		0010	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las valvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la caída de presión neumática	N/A	2/C	3	N/A	2/C	3	In Process			2,00	\$100.000	\$3.104.510	\$100.000	
		0011	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de los accesorios, mantenimiento de las valvulas que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la caída de presión neumática	2/C	2/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$1.552.255	2,00	\$100.000	\$3.104.510	\$100.000	

Activar Wi
Ve a Configur

Task Description	1st Insp/Units	Intrl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intrl/Units	LOM	Status	Zone	Type	UP Price	ManHour
verificar las conexiones, sensores, bateria	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			\$1.700.000	1,00
Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process			\$1.701.802	1,00
Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			\$1.911.765	1,00
Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			\$1.718.182	1,00
Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A			N/A	\$971.429	1,00
Revisar la programacion de lenguaje ensamblador metabase	N/A	1/C	2	N/A	1/C	3	In Process			\$3.000.000	1,00
Revisar la programacion de lenguaje ensamblador metabase, antes de dar inicio a la ejecucion del prolog	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process			\$3.894.472	1,00
Revisar la programacion de lenguaje ensamblador metabase, antes de	1/C	1/C	2	N/A	N/A	N/A			N/A	\$1.333.333	1,00

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intrl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intrl/Units	LOM								
Sistema # 3	01A01	0051	Revisar la programación de lenguaje ensamblador metabasis, antes de dar inicio a la ejecución del prolog	1/C	1/C	2	1/C	1/C	2	In Process		\$3.045.455	1,00	\$500.000	\$3.000.000	\$500.000	
Sistema # 4		0056	Revisar la programación del controlador y el plc con lenguaje profibus	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$4.000.000	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	N/A	
		0057	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1/C	1/C	2	1/C	1/C	2	In Process		\$4.115.385	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0058	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$11.206.897	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0059	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$4.136.364	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0060	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1/C	1/C	2	N/A	N/A	N/A		N/A	\$1.454.545	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000		
Sub sistema		0012	Verificar las vías de paso de aire comprimido a las valvulas de 3/2	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.550.000	1,00	\$50.000	\$1.550.000	N/A	
		0013	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	10/C	1/C	3	11/	1/C	3	In Process			1,00	\$50.000	\$1.550.000	\$50.000	

Activar Win
Ve a Configura

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHours	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM								
Sub sistema	01A01	0014	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$972.222	1,00	\$50.000	\$1.550.000	\$50.000	
		0015	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.562.500	1,00	\$50.000	\$1.550.000	\$50.000	
		0016	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar el cambio de la valvula o mantenimiento que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$2.066.667	1,00	\$50.000	\$1.550.000		
		0017	Verificar el ducto de suministro de aire proveniente de la valvula 3/2	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.580.000	1,00	\$80.000	\$1.580.000	N/A	

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHours	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				Inst/Units	Intvl/Units	LOM	Inst/Units	Intvl/Units	LOM								
Sub sistema	01A01	0018	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	10/C	1/	3	11/C	1/C	3	In Process			1,00	\$80.000	\$1.580.000	\$80.000	
		0019	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.029.412	1,00	\$80.000	\$1.580.000	\$80.000	
		0021	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza o el cambio la linea neumatica proveniente de la valvula 3/2 que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pinza monoestable	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$1.580.000	1,00	\$80.000	\$1.580.000	\$80.000	
Sub Sistema		0022	Verificar el filtro, regulador y el lubricante de la unidad de mantenimiento	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.600.000	1,00	\$100.000	\$1.600.000	N/A	

Cost Skills Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				Int Insp/Usim	Intsv/Usim	LOM	Int Insp/Usim	Intsv/Usim	LOM								
Sub Sistema	01A01	0023	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumaticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pieza monoestable	1/C	1/C	3	11/C	1/C	3	In Process			\$1.601.000	1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000
		0024	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumaticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pieza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			\$1.176.471	1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000
		0025	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumaticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pieza monoestable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			\$1.608.333	1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000
		0026	desconectar el suministro de aire del compresor, para realizar la limpieza de los ductos neumaticos, que se encuentran en condiciones no operativas, lo que me genera la no movilidad de la pieza monoestable	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A		\$1.066.667	1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000
Sub sistema		0037	verificar la conexion de los sensores y realizar limpieza ya que son infrarrojo	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			\$1.650.000	1,00	\$150.000	\$1.650.000	N/A

Activar Windows
Ir a Configuración

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHours	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM								
Sub sistema	01A01	0038	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los sensores	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process		\$1.650.711	1,00	\$150.000	\$1.650.000	\$150.000	
		0039	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los sensores	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.551.724	1,00	\$150.000	\$1.650.000	\$150.000	
		0040	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los sensores	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.661.538	1,00	\$150.000	\$1.650.000	\$150.000	
		0041	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajustar los malos conexiados o cambio de cable, limpieza de los sensores	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$1.443.750	1,00	\$150.000	\$1.650.000	\$150.000	
		0042	verificar las conexiones entre la bateria y el controlador bateria	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.600.000	1,00	\$100.000	\$1.600.000	N/A	

Activar Windows
Vea Configuración pa

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHours	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				Int Insp/Ua/m	Intvl/Ua/m	LOM	Int Insp/Ua/m	Intvl/Ua/m	LOM								
Sub sistema	01A01	0043	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajstar los malos conexiados o cambio de cable entre la bateria y el controlador	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process		\$1.600.020	1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000	
		0044	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajstar los malos conexiados o cambio de cable entre la bateria y el controlador	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.176.471	1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000	
		0045	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajstar los malos conexiados o cambio de cable entre la bateria y el controlador	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process			1,00	\$100.000	\$1.600.000	\$100.000	
		0046	Realizar un test verificando la continuidad electrica entre los puntos, reajstar los malos conexiados o cambio de cable entre la bateria y el controlador	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$300.000	1,00	\$100.000	\$1.600.000		
		0052	Revisar la programacion de lenguaje ensamblador metabase	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$3.300.000	1,00	\$300.000	\$3.300.000	N/A	
		0053	Mal programacion o desactualizacion del programa o caída del sistema	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$6.379.310	1,00	\$300.000	\$3.300.000	\$300.000	
		0055	Mal programacion o desactualizacion del programa o caída del sistema	1/C	1/C	2	N/A	N/A	N/A		N/A	\$1.980.000	1,00	\$300.000	\$3.300.000		

Activar Win Configur

Cost Skills Report

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Item Code	FMI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				Int/Inst/Usim	Inst/Usim	LOM	Int/Inst/Usim	Inst/Usim	LOM								
Sub sistema	01A01	0071	Revisar la programación de lenguaje ensamblador metabase, antes de dar inicio a la ejecución del prolog	1/C	1/C	2	1/C	1/C	2	In Process		\$3.357.143	1,00	\$800.000	\$3.300.000	\$800.000	
		0072	Revisar la programación o desactualización del programa o caída del sistema	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$4.100.000	1,00	\$800.000	\$3.300.000	\$800.000	
		0061	revisar la programación del plc con lenguaje ladder	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$4.000.000	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	N/A	
		0062	Revisar la programación de lenguaje ladder del plc	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$11.764.706	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0063	Revisar la programación de lenguaje ladder del plc	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$2.500.000	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0064	Revisar la programación de lenguaje ladder del plc	1/C	1/C	2	N/A	N/A	N/A		N/A	\$3.666.667	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000		
		0070	Revisar la programación de lenguaje ladder del plc	1/C	1/C	2	1/C	1/C	2	In Process		\$4.107.143	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0065	Revisar la programación del controlador y el plc con lenguaje profibus	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$4.000.000	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	N/A	
		0066	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$11.206.897	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0067	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1/C	1/C	2	1/C	1/C	2	In Process		\$4.115.385	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	
		0068	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	N/A	1/C	2	N/A	1/C	2	In Process		\$4.136.564	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000	\$1.500.000	

Activar Wi Ve a Configurar

Cost Skills Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

Item Code	FAI	Task Code	Task Description	Preliminary			Packaged			Task Status	Zone	Skill Type	OpTime	ManHour	Material Cost	Task Cost	Repair Cost
				1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM	1st Insp/Units	Intvl/Units	LOM								
Sub sistema	01A01	0009	Revisar la programación de lenguaje profibus entre el controlador y el plc	1/C	1/C	2	N/A	N/A	N/A		N/A	\$1.230.769	1,00	\$1.500.000	\$4.000.000		
	02A01	0032	Verificación de las conexiones al controlador	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.602.260	1,00	\$100.000	\$1.602.260	N/A	
		0033	Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	1/C	1/C	3	In Process		\$1.603.161	1,00	\$100.000	\$1.602.260	\$100.000	
		0034	Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.177.133	1,00	\$100.000	\$1.602.260	\$100.000	
		0035	Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	N/A	1/C	3	N/A	1/C	3	In Process		\$1.611.351	1,00	\$100.000	\$1.602.260	\$100.000	
		0036	Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$801.130	1,00	\$100.000	\$1.602.260		
		0038	Realizar un test verificando la continuidad eléctrica entre los puntos, reajustar los malos conexiones o cambio de cable	1/C	1/C	3	N/A	N/A	N/A		N/A	\$801.130	1,00	\$100.000	\$1.602.260		

4.4 INFORMES FMECA

Ilustración 67 - FMECA del Proyecto

SISTEMA PROLOG FACTORY COMMISSIONI Project Su

IRCMS

Print Date: 27/10/2017 viernes

Code	Name	In Process	Needs Update	Awaiting Review	Approved	Historical	Total
SISTEMA	PROLOG FACTORY COMMISSIONI	1					1
Sistema # 1	Neumático	1					1
Sistema # 2	Eléctrico	1					1
Sistema # 3	Control electrónico	1					1
Sistema # 4	comunicación industrial	1					1
Sub sistema	Batería	1					1
Sub sistema	Conexión eléctrico	1					1
Sub sistema	Controlador	1					1
Sub sistema	Pinza Monoestable	1					1
Sub sistema	PLC	1					1
Sub sistema	Sensores	1					1
Sub sistema	Servomotores	1					1
Sub sistema	válvula 3/2 vías	1					1
Sub Sistema	Unidad de mantenimiento	1					1
Total		14					14

Activar Windows
Vea a Configuración para

In Work % **Analyzed** % **Historical** %

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT?
		NO.	Descripción	LTR	Descripción	NO.	Descripción		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
SISTEMA	PROLOG FACTORY COMMISSIONI	01	tomar el palet de la rampa con suministro de aire de 3 a 4 bar hubicandola en la banda transportadora para luego ser ubicado en la rampa de entrega	A	No toma el palet con suministro de aire de 3 a 4 bar	01	No toma el palet	Phase 1	No gira el servomotor para tomar el palet y ubicarlo en la banda transportadora	No hay suministro de los palet	se debiene la produccion de manómetros	caída de presión verificada en el manómetro analogo en la línea de ingreso, no indica la presión requerida	1	10.000.00C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT?
		NO.	Descripción	LTR	Descripción	NO.	Descripción		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sistema # 1	Neumatico	01	Suministrar aire comprimido de 3 a 4 bar	A	No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar	01	No suministra aire comprimido de 3 a 4 bar	phase 2	No llega la presión de 3 a 4 bar a todo el sistema del prolog factory commission	no genera movilidad a las pinzas monoestables	No hay suministro de los palet	caída de presión verificada en el manómetro analogo en la línea de ingreso, no indica la presión requerida	1	5.000.00C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sistema # 2	Electrico	01	Alimentacion de 220 v ac y suministro de 24 v ac a la estacion	A	No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac	01	No alimenta a la estacion con voltaje de 220 v ac y 24 v ac	Phase I	No llega el voltaje requerido para que la estacion funcione	No funcionamiento de la estacion	No hay suministro de los palet	Paro de produccion de los manometros	1	300.00/C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sistema # 3	Control electronico	01	procesa las seales de entrada digitales 24v para ejecutar acciones de movimiento de los servomotores	A	no procesa las seales de entrada digitales 24v para ejecutar acciones de movimiento de los servomotores	01	no procesa las seales de entrada digitales 24v para ejecutar acciones de movimiento de los servomotores	Phase I	La programacion no es la adecuada porque no ejecuta los movimientos del servomotor	atascamiento del servomotor	inhabilidad de la estacion	Paro de produccion de los manometros	1	300.00/C

FMECA Report

Print Date: 27/10/2017 viernes

IRCMS

ITEM IDENT NO.	ITEM NOMEN	FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		MISSION PHASE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION	SEV CLASS	MTBF/UNIT
		NO.	Description	LTR	Description	NO.	Description		LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER EFFECTS	END EFFECTS			
Sistema # 4	comunicacion industrial	01	comunicacion entre el controlador y el plc a traves de programacion profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado	A	no hay comunicacion entre el controlador y el plc a traves de programacion profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado	01	no hay comunicacion entre el controlador y el plc a traves de programacion profibus, del plc a los sensores y actuador o servomotor se hace con cableado	Phase I	No programaron el controlador y el plc con lenguaje profibus	atascamiento del servomotor por exceder el limite de giro del rango	inhabilidad de la estacion	Paro de produccion de los manometros	1	300.00/C

4.5 PRIORIZACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

En el iRCM, se define de manera cierta la valoración de Riesgo, mediante la multiplicación Severidad por Ocurrencia, siendo la Probabilidad de Ocurrencia de tipo cuantitativo y la Severidad de tipo cualitativo.

Las principales desarrolladas, se describen a continuación en la siguiente lista.

- Válvula neumática 3/2 vías
 - o Una inspección regular de la válvula y de sus componentes.
 - o Llevar un registro de funcionamiento de cada válvula, anotando cualquier incidencia.
 - o Disponer siempre de juntas de repuesto en stock.
 - o La válvula y las tuberías no deben de estar nunca presurizadas durante su mantenimiento.
 - o La válvula durante su mantenimiento no debe de estar nunca caliente. ¡Peligro de quemaduras.
 - o Para pedir piezas de recambio, es necesario indicar el tipo de válvula, la posición y la descripción de la pieza.
 - o Limpieza válvula: Utilizar guantes de goma durante los procesos de limpieza, no usar productos de limpieza agresivos como la sosa cáustica y el ácido nítrico pueden producir quemaduras en la piel.
- Mantenimiento válvulas 3/2 vías.
 - o Utilice aire limpio: La experiencia nos indica que las partículas de suciedad que llegan con el aire hasta la válvula, son una de las causas más destacadas de averías. Debe utilizarse un filtro en la línea del aire que sea capaz de separar cualquier contaminante, bien sea sólido o líquido. Debe drenarse con frecuencia el líquido que se haya acumulado en el vaso del filtro. Si el filtro estuviese montado en un lugar de difícil acceso para un mantenimiento frecuente, utilícese un filtro de drenaje automático.
 - o Compruebe la proporción de lubricación del aire: Un buen lubricador deberá introducir aceite atomizado en la línea de aire, en proporción

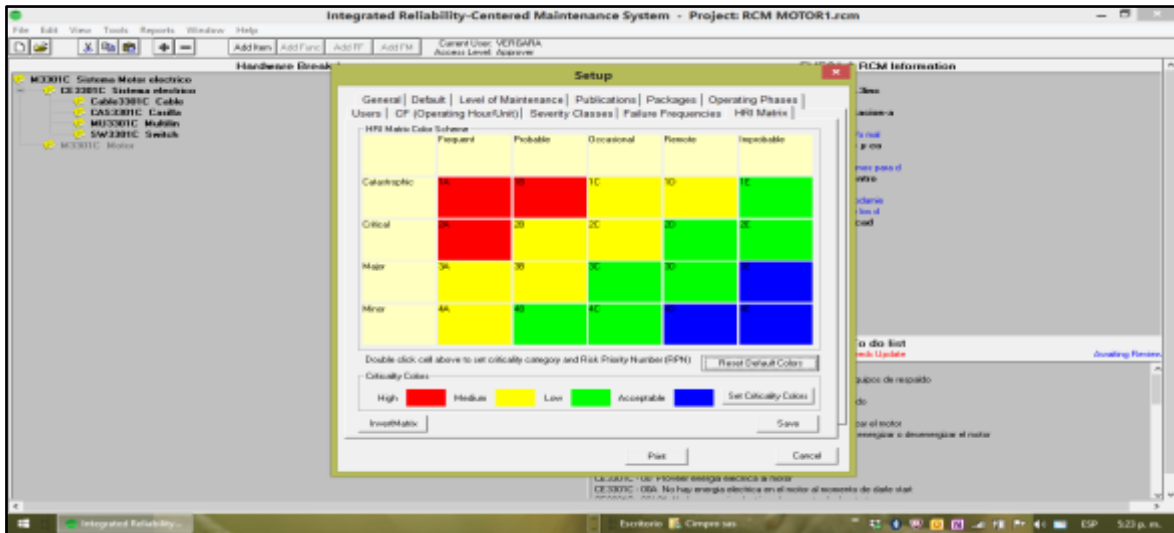
directa al caudal de aire. Una lubricación, excesiva o inadecuada, podrá ser la causa de un mal funcionamiento de la válvula.

- Utilice sólo aceites compatibles: Los mejores aceites para su uso en sistemas neumáticos son aquellos especialmente compuesto para la lubricación de la línea de aire.
- Limpieza de contactos eléctricos: En los circuitos externos eléctricos relacionados con las electroválvulas, manténganse todos los interruptores o contactos de relés en condición óptima a fin de evitar el mal funcionamiento de los electroimanes.
- Reposición de piezas gastadas: En muchos casos no es necesario desmontar la válvula para realizar su mantenimiento. En general, los únicos componentes que necesitarán reposición después de un largo período de trabajo, serán las juntas móviles y posiblemente los muelles.
- Programación PLC al controlador (errores que se presentan durante la programación)
 - No estructurar bien el programa.
 - No hacer un listado de I/O.
 - No entender cómo funciona un PLC.
 - Asignar valor en dos puntos del programa.
 - No tener un método para dar nombres y comentarios.
 - No realizar copias de seguridad y comparar cuando realizas modificaciones.
 - Programar por estados.
 - Desarrollar todo el código y no usar funciones y bucles.
 - No genera un listado correcto de alarmas.
- Unidad de mantenimiento.
 - Efectos que provocan averías a la unidad de mantenimiento.
 - La suciedad del aire comprimido (óxidos, polvo, demás), las partículas líquidas contenidas en el aire, causan un gran deterioro en las instalaciones neumáticas y en todos sus componentes, provocando desgastes exagerados y prematuros en superficies

- deslizantes, ejes, vástagos, juntas, etc., reduciendo la duración de los distintos elementos de la instalación.
- Las conexiones y desconexiones del compresor o compresores, generan oscilaciones en la presión, que impiden un funcionamiento estable de la instalación, de los actuadores, etc.
- Se debe tener en cuenta para un óptimo funcionamiento de la unidad de mantenimiento.
- El caudal total de aire en m³/h es decisivo para la elección del tamaño de unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.
 - La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad.
 - La temperatura no deberá ser tampoco superior a 50 °C (valores máximos para recipiente de plástico).
- Mantenimiento unidad de mantenimiento neumático.
- Filtro: debe examinarse periódicamente el nivel de agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control. de lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla. asimismo debe limpiarse el cartucho filtrante.
 - Regulador: cuando está precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.
 - Lubricador: verificar el nivel de aceite en la mirilla y, si es necesario, suplirlo hasta el nivel permitido. los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.

Ahora lo que se define como estrategia del proyecto consiste en priorizar los trabajos y tareas de mantenimiento acorde a los valores de evaluación del Riesgo, definido por la multiplicación entre Severidad y Probabilidad de Ocurrencia.

Ilustración 68 - Tabla de Riesgo, con Severidad y Ocurrencia en el IRCMS



General | Default | Level of Maintenance | Publications | Packages | Operating Phases | Users | CF (Operating Hour/Unit) | Severity Classes | Failure Frequencies | HRI Matrix

HRI Matrix Color Scheme

	Frequent	Probable	Occasional	Remote	Improbable	
	Ocurrencia					
Severidad	Catastrophic	1A 1	2B 2	6C 6	10D 10	14E 14
	Critical	3A 3	5B 5	9C 9	13D 13	17E 17
	Major	4A 4	8B 8	12C 12	16D 16	19E 19
	Minor	7A 7	11B 11	15C 15	18D 18	20E 20

Double click cell above to set criticality category and Risk Priority Number (RPN)

Criticality Colors

High ■ Medium ■ Low ■ Acceptable ■

La prioridad de realización se lleva a cabo con la priorización numérica del 1 al 20 de la alfanumérica, colocada en el recuadro original del iRCM y validada en las tareas de mantenimiento.

Ilustración 69 - Prioridad de tareas en RCM en el Irma

Casillas				Calificación Ubicación	
1	2	3	4	Código	Nivel de Criticidad
1A				1A	Muy Crítico
1B				1B	Muy Crítico
	2A			2A	Muy Crítico
1C				1C	Medianamente Crítico
1D				1D	Medianamente Crítico
	2B			2B	Medianamente Crítico
	2C			2C	Medianamente Crítico
		3A		3A	Medianamente Crítico
		3B		3B	Medianamente Crítico
			4A	4A	Medianamente Crítico
1E				1E	Criticidad Baja
	2D			2D	Criticidad Baja
	2E			2E	Criticidad Baja
		3C		3C	Criticidad Baja
		3D		3D	Criticidad Baja
			4B	4B	Criticidad Baja
			4C	4C	Criticidad Baja
		3E		3E	Aceptable en Criticidad
			4D	4D	Aceptable en Criticidad
			4E	4E	Aceptable en Criticidad

Los trabajos se llevan a cabo en esta prioridad y orden de realización y esa es la estrategia de definición final del RCM en los equipos de sistemas PROLOG FACTORY COMMISSIONI de los laboratorios del SENA a nivel nacional.

4.6 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4

Los diferentes desarrollos, análisis y estudios propuestos en el objetivo se cumplen con cantidad y calidad, de ellos se deriva una estrategia única y vital la cual consiste en aplicar y fortalecer el análisis de falla en el sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI, se observa los diferentes informes y resultados generales e individuales de cada una de las Funciones Primaria, secundarias, Fallas, Modos de Fallas y Tareas de Mantenimiento respectivas con sus tiempos, costos, recursos y demás parámetros exigidos del RCM y en el software IRCMS, para disminuir los correctivos que son la principal, pérdida de funcionalidad del equipo

Al final del capítulo se programan las actividades de mantenimiento teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través de la herramienta IRCMS, la priorización como la función más relevante del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad de dichas tareas, con bases a las normas del RCM en el caso ALADON del iRCM.

5 CONCLUSIONES

5.1 OBJETIVO

Presentar los principales resultados obtenidos a través de la implementación de RCM en el software de IRCMS, en el sistema PROLOG FACTORY COMMISSIONI ubicado en el SENA a nivel nacional.

5.2 DESARROLLO

El análisis de RCM, implementado a través del software IRCMS, permite detectar en el PROLOG FACTORY COMMISSIONI, las situaciones a mejorar, de mantenimiento, en especial se permite validar el proceso de manera estadística, matemática descriptiva por múltiples métodos y procedimientos, garantizando altamente la validez científica de los aportes.

Se desarrollan todas las etapas requeridas del RCM; manifestándose en cada una de sus facetas individuales y en las diferentes fases de la implementación en software, permite llevar a cabo una cohesión de funciones y personas que colaboraron en el desarrollo de esta etapa inicial del equipo y que posteriormente sigue su proceso lógico.

El proyecto usa muy bien el software IRCMS, definiendo los procesos relevantes para su implementación con ejemplos y casos, se hace uso del IRCM, donde se dan ejemplos de funciones Principales y secundarias, fallas funcionales, modos de fallas, donde se explica las diferentes tareas de mantenimiento, como lubricación, pruebas por parte de operaciones, como mantenimiento autónomo, y preventivos, con pruebas al equipo manteniendo la disponibilidad y confiabilidad del equipo, y así aumentar su tiempo de trabajo lo más largo posible y su priorización de RCM por severidad y ocurrencia, bajo la metodología de la hoja decisional ALADON y el IRCMS.

El proyecto como tal en la metodología táctica del RCM, permite registrar todas las tareas factibles para que no se presenten fallas de tipo imprevisto, con la garantía

de la maximización de las funciones y de su disponibilidad, llevando el equipo a sus mínimos costos operacionales por tener la condición más bajas y menos probable de fallas improbables en el sistema operativo, de tirajes largos de operación.

El funcionamiento del Activo bajo el ciclo de LCC garantiza con la puesta en marcha del RCM, en su etapa de desenvolvimiento la garantía de su mínimo costo en su proceso operacional (véase siguiente ilustración).

La implementación del RCM es fluida y fácil de desarrollar y de llevarla luego al CMMS, de la fábrica o empresa, allí donde se ejecutarán todos los procesos que se planifiquen, un el RCM.

Ilustración 70 - Costos, RCM y ciclo de vida LCC



El proyecto usa a cabalidad el software IRCMS., con equipos propios de la Refinería, definiendo los procesos relevantes de su implementación con ejemplos y casos del sistema de bombeo, se hace un uso intensivo del IRCM, se llevan a cabo ejemplos de funciones principal y secundarias, fallas funcionales, modos de falla y tareas de mantenimiento, de todo tipo, se explica profundamente las diferentes opciones de tareas de mantenimiento como on condition, hard time, age exploration, failure finding, no PM, other action, lubricación, servicios, etcétera, con

el fin de quedarse todo muy claro. Se utilizan en este proyecto todas las características de uso de software en cuanto a Set up, tal como usuarios, unidades, tipos de severidad, frecuencias de fallas, etcétera, todo con el fin de que todo quede muy claro a la hora de reusarlo.

Otra parte que se trabaja intensamente es la información tipo protocolo que se debe llevar del software IRCMS, que es un Planeador Estratégico de Mantenimiento, al software normal de ejecución del mantenimiento, *CMMS*⁵ Computerized Maintenance Management System.

Como tal se explican a fondo todas las pestañas que trabaja el software IRCM y los diferentes informes que puede generar, su utilización y servicio en cada caso, los resultados factibles de los diferentes informes se ilustran en la siguiente gráfica.

Es importante recordar que ambos (CMMS y I- RCM) atienden situaciones diferentes, y no necesariamente debe haber compatibilidad entre el uno y el otro, el IRCMS es un software especializado en la Táctica RCM de mantenimiento, que planifica, prioriza y describe todas las funciones, fallas, modos de falla (causas de falla) y tareas requeridas de mantenimiento para cada modo de falla, pero es hasta ahí, hasta describir la tarea requerida (entre varias opciones que existen) con sus parámetros técnicos de costos y de Tiempos de realización.

Pero no es el IRCMS un software que registra operaciones y actividades de mantenimiento, esto lo hacen lo ERP o softwares normales de mantenimiento, llevan historia, hacen la programación, registran los recursos humanos y materiales, están entrelazados con inventarios, etcétera; es lo que requiere la Operación, Se puede concluir que el IRCMS realiza la Planeación Estratégica y un software normal de Mantenimiento registra la Operación continua del día a día y permite la Administración, Ejecución y Control del mismo CMMS, pero la planeación se hace con el IRCMS.

⁵ *Computerized Maintenance Management System – Sistema de Información Integral de Gestión y Operación de Mantenimiento y Producción.*

BIBLIOGRAFÍA

A situational maintenance model. **Riis, Jens O., Luxhøj, James T. y Thorsteinsson, Uffe. 1997.** Issue 4, Bradford - England : MCB UP Ltd, 1997, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 14, pág. 349 a 366. Estudio EUREKA. ISSN 0265-671X.

AMEF@. 2005. Análisis de Fallas. *GestioPolis*. [En línea] Libre, 2005. <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/amef.htm>.

Barlow, Richard E y Proschan, Frank. 1996. *Mathematical Theory of Reliability*. New York : John Wiley & Sons, Inc, 1996. ISBN 0898713692.

Barringer@, H. Paul. 2005. Availability, Reliability, Maintainability, and Capability. *Availability, Reliability, Maintainability, and Capability*. [En línea] 2005. [Citado el: 11 de Noviembre de 2008.] <http://www.barringer1.com/lcc.htm>.

Bazovsky, Igor. 2004. *Reliability Theory and Practice*. s.l.: Edit. Dover Publications Incorporated, 2004. pág. 304 . ISBN: 0486438678..

Bleazard, Dirk, Hepler, Don y Dearman, Larry. 1998. *Equipment reliability improved at Barrick Goldstrike*. s.l.: Review Mining Engineering, 1998. Vol. 50. ISSN 0026-5187.

Bloom, Benjamín y Gagñé, Robert. 2016. Ensayos y trabajos de investigación. [En línea] 06 de 12 de 2016. [Citado el: 06 de 12 de 2016.] <http://www.buenastareas.com/materias/benjam%C3%ADn-bloom-y-robert-gagne/0>.

Connection, Acquisition Community. 2014. *Acquisition Community Connection*. [En línea] Defense Acquisition University, 18 de Febrero de 2014. [Citado el: 17 de Agosto de 2016.] <https://acc.dau.mil/CommunityBrowser.aspx?id=530600>.

D.G.S. Maintenance Internacional - Presidente de la Asociación Belga de Mantenimiento – Trends in Maintenance Management in Europe - Artículo Ponencia - Simposio Internacional de Ingeniería de Fábricas. De Groote, Patrick. 1994. Medellín - Colombia : Universidad EAFIT - Medellín Colombia, 1994. Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y Mantenimiento. Email patrick.degroote@be.vitalo.net Cell: +32(0)495 77.77.76 Phone: +32(0)51 48.00.11.

Diagnetics@. 1998.. What is Proactive Maintenance? [En línea] 1998. <http://www.maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/OilAnalysis/oa-what.htm>.

Díaz, Matalobos - Ángel. 1992. *Confiabilidad en mantenimiento*. Caracas : Ediciones IESA, C.A., 1992. pág. 110. ISBN: 980-271-068-2.

Didactic, prolog factory Festo y Didactic, Festo. 2016. *prolog factory*. 2016.

Ebeling, Charles E. 2005. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. [ed.] Inc. Waveland Press. New York City : McGraw-Hill Science - Engineering - Math, 2005. pág. 576. ISBN: 1577663861.

Ellis@, Herman. 1999. Principles of the Transformation of the Maintenance Function to World-Class Standards of Performance. [En línea] 1999. <http://www.maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/ezine/principles.htm>.

Energía. 2013. Reguladores de Energía Eléctrica. *Controles*. [En línea] 30 de 09 de 2013. [Citado el: 30 de 09 de 2013.] https://www.google.com.co/search?q=reguladores+de+energ%C3%ADa&source=lms&sa=X&ei=ymRIUqiPHI3Q9ASZ0IGgBg&ved=0CAgQ_AUoAA&biw=1366&bih=624&dpr=1.

ESReDa. 2001. *ESReDa Handook on Maintenance management*. [ed.] Reliability & Data ESReDa - European Safety. Primera de 2001. Hevik - Norway : DET NORSKE VERITAS - ESReDa, 2001. pág. 255. Vol. Uno, Idioma Español. ISBN: 82-515-02705.

ESReDa-Industrial. 1998. *Industrial Application of Strutural Realibility Theory*. [ed.] P. Thoft-Christensen - Det Norske Veritas DNV. ESReDa - European Safety, reliability and Data. Hovik : ESReDa Working Group Report, 1998. pág. 283. Vol. ESReDa Safety Series No. 2. ISBN: 82-515-0233-0.

Estadística aplicada a los Sistemas & Confiabilidad en los Sistemas. **Forcadas, Jorge - Feliu. 1983.** 4, Medellín : Revista SAI - Revista SAI Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos – En: Revista SAI. No.4 Vol.1 – Medellín – Colombia - 1983, 1983, Vol. 1, pág. 41.

Evans, D. W. 1975. *Terotechnology - How can it work*. 1975.

González, Francisco Javier - Fernández. 2004. *Auditoría del manetenimiento e indicadores de gestión*. [ed.] S.A. ARTEGRAF. Primera. Madrid : Fundación CONFEMETAL, 2004. pág. 260. ISBN: 84-96169-36-7.

Herramientas para la estimación de la demanda futura de repuestos de mantenimiento tipo Pull. **Mora, Alberto - Gutiérrez. 2012a.** [ed.] UPADI - Unión

Panmamericana de Ingeniería. La Habana - Cuba : UPADI, 2012a. XXIII Convención Panamericana de Ingeniería. pág. 7. Ponencia escrita y sustentada en Congreso.

Hiatt, Bruce. 2000. A 13 Step Program in Establishing a World Class Maintenance Organization -. *Best Practices Maintenance USA*. [En línea] 2000. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] Email: bhiatt@anesta.com, bhiatt4419@aol.com. <http://www.tpmonline.com/articles/management/13steps.htm>.

Hughes@, Howard. 2008. Biografía de Howard Hughes. *Biografía de Howard Hughes*. [En línea] Libre, 2008. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] <http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/JFKhughesH.htm>.

Husband, Tom M. 1976. *Maintenance Management and Terotechnology*. [ed.] Saxon House. New York : Ashgate Publishing, Limited -, 1976. ISBN 0566-00146-2.

Idhammar@, Torbjorn. 1999. - A New Preventive Maintenance Implementation and Training Concept -. [En línea] Libre, 1999. [Citado el: 20 de Octubre de 2000.] http://maintenanceworld.com/Articles/reliability_jump_start.htm.

IMM@. 2016. The Institute of Asset Management. [En línea] 28 de 03 de 2016. [Citado el: 28 de 03 de 2016.] <https://theiam.org/>.

Improvingt Equipment Reliability at Plant Efficiency through PM Optimisation at Kewaunee Nuclear power Plant. **Johnson, L. P. 1995.** [ed.] The Society for Maintenance & Reliability Professionals (SMRP) -. Chicago - Illinois - Estados Unidos de América : s.n., Octubre de 1995, SMRP 3rd Annual Conference.

Inventarios Cero - MTS MTO MTF. **Mora, Alberto - Gutiérrez. 2013.** Lima - Perú : IPEMAN, 2013. Congreso XII Internacional Ingeniería de Mantenimiento IPEMAN. Lima - Perú - Octubre 17 al 19 -.

iRCM Software, iRCM. 2016. Software iRCM de RCM. 30 de 07 de 2016.

Jones, Richard. 1995. *Risk Based Management: A realibility – Centered Approach - Gulf Publishing Company*. Houston : Gulf Professional Publishing, 1995. pág. 282. ISBN-10 0884157857, ISBN-13 978-0884157854 .

Kapur, Kailash C. y Lamberson, Leonard R. 1977. *Reliability in engineering design*. [ed.] Detroit, MI (USA). Dept. of Industrial Engineering and Operations Research Wayne State Univ. Primera. Detroit USA : John Wiley and Sons, Inc.,New York, 1977. pág. 606. Org Wayne State Univ., Detroit, MI (USA). Dept. of Industrial Engineering and Operations Research. ISBN-13: 978-0-471-51191-5.

Kececioglu, Dimitri. 1995. *Maintainability, Availability, & Operational Readiness Engineering*. New Jersey City : Editorial Prentice-Hall Professional Technical, 1995. ISBN: 0135736277.

Kelly, Anthony y Harris, M. J. 1998. *Gestión del Mantenimiento Industrial*. [ed.] S.A. Gráficas Mar-Car. Madrid : Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar – Traducido por Gerardo Álvarez Cuervo y equipo de trabajo, 1998. pág. 218. ISBN: 84-923506-0-1 – T.

Klusman, Robert A. 1995. *Establishing Proactive Maintenance Management – Review Journal - Water / Engineering & Management*. USA : s.n., 1995. págs. 18 - 20.

Knezevic, Jezdimir. 1996. *Mantenibilidad*. Madrid : Editorial ISDEFE, 1996. ISBN: 84-89338-08-6.

Knezevic, Otro - Lorenz. 2010. *Weibull avanzado*. Varsovia : s.n., 2010.

Langan, George. 1995. *Maintenance automation – Review I.I.E. Solutions*. USA : s.n., 1995. págs. 14-17. Vol. Volumen 27.

Leemis, Lawrence M. 1995. *Reliability: Probabilistic Models and Statistical Methods*. New Jersey City : Editorial Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, 1995. ISBN: 0-13-720517-1.

Lewis, Elmer E. 1995. *Introduction to Reliability Engineering*. Segunda. s.l. : Editorial John Wiley & Sons, Inc, 1995. pág. 435. ISBN: 0471018333.

Maintenance management – an AHP application for centralization/decentralization.
HajShirmohammad, Ali y Wedley, William C. 2004. ISSN 1355-2511, Bradford - England : Emerald Group Publishing Limited, 2004, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 10, pág. 16 a 25.

Management aspects of Terotechnology – Conference de la British Steel Corporation. **Darnell, H y Smith, M. 1975.** [ed.] British Steel Corporation. London - England : s.n., 1975. Vol. Número 185.

Mather, Daryl. 2005. *The Maintenance Scorecard - Creating Strategic Advantage*. [ed.] John Carleo. New York : Industrial Press, Inc., 2005. pág. 257.

Mendoza, Daniel Amador. 2016. I-RCM, Una Nueva Perspectiva. <http://www.wal-eng.com/>. [En línea] 1 de 10 de 2016. <http://wal-eng.com/descargables/IRCM%20Una%20Nueva%20perspectiva%20V.2.0.pdf>.

Modarres, Mohammed. 1993. *What Every Engineer Should Know About Reliability and Risk Analysis.* New York City : Editorial Marcel Dekker, 1993. pág. 351. ISBN: 082478958X.

Moore@, Ron - Rath, Ron. 2008. Fiabilidad, Mantenibilidad y Mantenimiento Proactivo. *La combinación de TPM y RCM. Estudio de un caso práctico.* [En línea] Libre, 2008. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/gai/gratis/04articulo.pdf .

Mora, Alberto - Gutiérrez. 2016. *Inventarios Cero.* Primera. Bogotá : AlfaOmega Editores Internacionales, 2016. pág. 305. ISBN 978-958-778-069-7.

—. **2014.** *Mantenimiento Industrial Efectivo.* Tercera. Medellín : COLDI Limitada, 2014. pág. 348. ISBN 978-958-98902-0-2.

—. **2013.** *Mantenimiento Planeación Ejecución y Control.* Bogotá : AlfaOmega Editore Internacionales, 2013. pág. 380. ISBN 978-958-6 82-769.

—. **2013.** Tópicos de Ingeniería de Fábricas. *Especialización en Mantenimiento Industrial.* Medellín - Universidad EAFIT, 14 de 09 de 2013. Email Luis Alberto Mora cimpro@usa.com lmora@afit.edu.co .

Mora, Luis Alberto. 2012. *Mantenimiento.* Medellin : Editorial CIMPRO, 2012. pág. 482. ISBN: 9789589890202.

Moubray@. 2001. John. About RCM. *Aladon inglaterra.* [En línea] Libre, 2001. [Citado el: 19 de Diciembre de 2008.] <http://www.aladon.co.uk/02rcm.htm>.

Nachlas, Joel. 1995. *Fiabilidad.* Madrid : ISDEFE, 1995. ISBN: 84-89338-07-8.

Nakajima, Seiichi, y otros. 1991. *Introducción al TPM Programa Para El Desarrollo.* [trad.] Traducido por Antonio Cuesta Alvarez. Madrid : Editorial Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar, 1991. ISBN: 84-87022-81-2.

Nakajima5S@. 2005. Total Productive Maintenance. [En línea] 2005. http://iswww.bwl.uni-mannheim.de/Lehre/veranstaltungen/pm/Uebung/Nakajima_III_TPM.

NAVAIR. 1996. *Directrices para la Aviacion Naval en el Proceso del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad.* 1996.

Navarro, Luis - Elola, Pastor, Ana Clara - Tejedor y Mugaburu, Jaime Miguel - Lacabrera. 1997. *Gestión Integral del Mantenimiento.* [ed.] S.A. Vanguard Grafic.

Primera. Barcelona : Editores Marcombo Boixerau, 1997. pág. 112. ISBN 978-84-267-11212.

NS@. 2005. Nist/Sematech - E-Handbook os Statistical Methods. [En línea] September de 2005. [Citado el: 29 de Abril de 2003.] [Http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/](http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/).

O'Connor, Patrick D.T. 2002. *Practical Reliability Engineering*. Cuarta. Stevenage : Wiley - Jhon Wiley & Son, 2002. pág. 540. ISBN: 0-470-84463-9.

OIT, CIUO - 88 -. 1991. *Clasificación Internacional de Ocupaciones*. Ginebra : OIT, 1991.

OREDA. 1997. Offshore Reliability Data Handbook. [En línea] 1997. http://www.dnv.com/publications/oilgas_news/articles/newoffshorereliabilitydatahandbookoreda.asp - 3rd. Det Norske Veritas – Sintef Industrial Management.

—. **2002.** OREDA 2002 - Offshore Reliability Data. *OREDA Offshore Reliability Data*. Fourth - 2002. Trondheim : OREDA & DNV Veritas, 2002, pág. 835.

PAS 55-2:2008, PAS. 2008. *Gestión de Activos - Asset Management*. London - Engliãand : British Standard Institution, 2008. ISBN 978-0-9563934-2-5.

PAS©55.2.2008. 2008. *PAS 55 - 2 2008*. Londres : BSI British Standards Institution, 2008. pág. 57. Vol. Dos. ISBN 978-0-9563934-2-5.

PAS55.1.2008, ©BSI PAS. 2008. *Pas 55 - 1: 2008 Ge4stión de Activos - Asset Management*. Londres : British Standards Instiotution, 2008. pág. 24. ISBN 978-0-9563934-0-1.

Patton, Joseph D. Jr. 1995. *Preventive Maintenance –The International Society for Measurement and Control - Instrument Society of America*. 1995. Vol. Second Edition. ISBN 1-55617-533-7.

Peterson, Brad. 1999. To Centralized or decentralized maintenance, central issue. *Strategic Asset Management Inc. MT-Magazine de MT-Online - Perfiles de Ingeniería*. [En línea] 1999. <http://www.camicorp.com> Email bp0439@aol.com.

Pronósticos de demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos. **Mora, Alberto - Gutiérrez. 2007c.** [ed.] Ultragráficas Ediciones. Medellín : AMG, Diciembre de 2007c. ISBN: 978-958-44-0233-2 .

Ramakumar, Ramachandra. 1996. *Engineering Reliability. Fundamentals and Applications*. New Jersey City : Editorial Prentice-Hall Professional Technical, 1996. pág. 482. ISBN: 0132767597.

RCM and TPM complementary rather than conflicting techniques. **Geraghty, Tony.** 1996. USA : s.n., Junio de 1996, Journal, Vol. 63. ISSN 0141-8602.

RCMScorecard@. 2005. Reliability Centered Maintenance (RCM) Scorecard. *RCM Scorecard.* [En línea] Libre, 9 de Marzo de 2005. <http://www.maintenance-news.com/cgi-script/CSUpload/CSUpload.cgi?database=Reliability%20Centered%20Maintenance%20Managers'%20Forum%20Downloads.db&command=viewupload&id=1>.

Rey de Astaiza, Nelsa Beatriz. 1986. *Diseño de currículos universitarios.* Bogotá : A.C.O.F.I., 1986. págs. 73-76.

Rey, Sacristán Francisco. 2003. *TPM - Mantenimiento Total de la Producción.* [ed.] Fundación Confemetal. Madrid : Fundación Confemetal, 2003. pág. 311. 9788495428493.

Roberts@, Jack. 2008. TPM Total Productive History and Basic Implementation. *TPM ON LINE.* [En línea] Libre, 2008. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] www.tpmonline.com/article/tpm/tpmroberts.htm.

Rocha, Gerardo Murillo. 2016. Plan de Implantación General del RCM. *www.monografias.com.* [En línea] 1 de 10 de 2016. <http://www.monografias.com/trabajos10/implan/implan.shtml>.

Rojas, Jaime - Arias. 1975. *Introducción a la confiabilidad.* Bogotá : Universidad de los Andes, 1975. pág. 214.

Savery@, Thomas. 2008. Wikipedia. *Inventores del reibno Unido - Wikipediaq.* [En línea] 2008. http://es.wikipedia.org/wiki/Thomas_Savery.

Selector. 2013. 123RF. [En línea] Simple, 30 de 09 de 2013. [Citado el: 30 de 09 de 2013.] http://es.123rf.com/photo_11430944_selectores-de-metal-vector.html.

Sistemas de Inventarios con pronósticos de Demanda de Múltiples Referencias. **Mora, Alberto - Gutiérrez.** 2010. ISSN 1657-2432, Medellín : s.n., Cuarto Trimestre de 2010, Zona Logística.

Smith, Anthony M. 1992. *Reliability Centered Maintenance.* Primera. New York : McGraw Hill, Inc. School Education Group, 1992. ISBN 007059046X.

Smith, Anthony M. y Hinchcliffe, Glenn R. 2003. *RCM - Gateway to World Class Maintenance.* Primera. Burlington : Elsevier Butterworth-Heinemann, 2003. ISBN 0-7506-7461-X.

Smith, Charles O. 1983. *Introduction to Reliability in Design*. Malabar : Robert E. Krieger Publishing Company Krieger Publishing Company, 1983. ISBN: 0898745535.

Smith, K. 1998. *Modern concepts and methods in maintenance*. USA : s.n., 1998.

Sotskov, B. 1972. *Fundamentos de la Teoría del Cálculo de la Fiabilidad de Elementos y Dispositivos de Automatización y Técnica del Cálculo*. Moscú : Editorial MIR, 1972. pág. 264.

Sourís, Jean-Paul. 1992. *El mantenimiento: fuente de beneficios – traducido por Diorki, S.A. Madrid de la obra original La maintenance, source de profits*. [trad.] S.A. Madrid de la obra original La maintenance, source de profits Traducido por Diorki. Madrid : Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1992. pág. 183. ISBN 84-7978-021-5.

Stamatis, D. H. 1995. *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA from Theory to Execution*. [ed.] Inc. BookCrafters. Wisconsin : ASQC Quality Press, 1995. pág. 496. ISBN 0-87389-300-X.

Statgraphics. 2016. *Statgraphics*. Medellín, Antioquia, Colombia : s.n., 2016.

Strategic Sourcing: To make or not To make - Fabricar o Subcontratar.
Venkatesan, Ravi. 1992. [ed.] HDBR. 6, Watertown, Massachusetts. U.S.A. - Español Barcelona eSPAÑA : HDBR, Noviembre - Diciembre de 1992, Harvard Deusto Business Review, Vol. 70, pág. 9. En español Revista No. 96 de 1992 - Volumen 52 paginas 52 - 62 del año 1993 - España Barcelona. ISSN 0210-900X.

Tavares, Lourival Augusto - Calixto, Marco A. - Gonzaga, dos Santos, Paulo R. - P. y da Silva, João Esmeraldo. 2007. *Gestión Estratégica en Activos de Mantenimiento*. [ed.] Marco Antonio Alcántara. Primera. Mérida : Ediciones Técnicas, 2007. pág. 180.

Thompson, G. 1980. *Engineering design and Terotechnology*. Manchester : Department of Mechanical Engineering – UMIST, 1980. March 8 - 1980. M601QD - U.M.I.S.T. .

Trends and perspectives in industrial Maintenance management. **Thorsteinsson, Uffe, Luxhojt, James T. y Riis, Jens O. 1997.** 6, 1997, Jopurnal of Manufacturing Systems, Vol. 16.

Troféé@, Mario. 2006. Análisis ISO 14224 OREDA - Relación con RCM - FMEA. *Mantenimiento Mundial*. [En línea] 30 de Mayo de 2006. [Citado el: 21 de Diciembre de 2008.]

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/0605MarioTroffelSO14224.pdf>.

Troyer@, Drew. 2001. RCM and Oil Analysis. *Maintenance Resources*. [En línea] Libre, RCM and Oil Analysis - USA, Marzo de 2001. [Citado el: 19 de Diciembre de 2008.] <http://www.maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/ezone/rcm.htm#up1> . <http://www.maintenanceresources.com/referencelibrary/ezone/rcm.htm>.

Trujillo@, Gerardo. 1999b. El Mantenimiento Proactivo como una herramienta para entender la vida de los equipos - Noria Latin America -. *Noria Latinoamérica*. [En línea] 1999b. E-mail: lubecons@gto1.telmex.com.mx. <http://www.noria.com/sp/recursos/aprendizaje/man6.asp>.

—. **1999a.** Implementación de un programa de Mantenimiento Proactivo - Noria Latin America. *Noria Latin América*. [En línea] Libre, 1999a. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] lubecons@gto1.telmex.com.mx. lubecons@gto1.telmex.com.mx.

Tsuchiya, Seiji. 1995. *Mantenimiento de Calidad: Cero Defectos a través de la gestión del equipo*. USA : Productivity Press Inc, 1995. págs. 2 - 4. ISBN 8487022162, ISBN - 13 9788487022166.

U.S. Army. 1972. *AMCP 706-134 Maintainability Guide for Design*. Washington : U. S. Government Printing Office, 1972. ISBN: AMCP 706-134.

US-NAVAIR. 2016. Manual de Usuario IRCMS 6.3. [En línea] 2016.

Weibull. 2016. Software Weibull. 2016.

White, E. N. 1975. *Terotechnology - Physical Asset Management*. [ed.] Manchester. Inglaterra : s.n., 1975. Libro en Biblioteca de la Universidad EAFIT.

Williams, Patrick,@. 2016. Modelo de Diagnóstico Tridimensional. [En línea] 11 de 01 de 2016. [Citado el: 11 de 01 de 2016.] <http://es.scribd.com/doc/170796959/Modelo-Diagnostico-Tridimensional-de-Patrick-Williams#scribd>.

Wilson, Paul F, Dell, Larry D y Anderson, Gaylor F. 1993. *Root Cause Analysis: A Tool for Total Quality Management - American Society for Quality - AAQ*. Milwaukee : s.n., 1993. pág. 216. ISBN: 0-87389-163-5, ISBN-13: 978-0873891639 .

Wireman, Terry. 2001. *Word class maintenance management*. País Estados Unidos de América : Industrial Press, Inc., 2001. ISBN 0-8311-3025-3.

Yamashina, Hajime. 1995. *Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance TPM - Journal of Quality in Maintenance Engineering.* West Yorkshire : s.n., 1995. Vol. Volumen 1. ISSN: 1355-2511.