

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**ELABORAR PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LINEA DE
EMBOTELLADO APLICANDO RCM (*RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE*) EN
VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento
Industrial

Alumno:

Adrián Agustín Olave Delgado

Profesor guía:

Marcelo Enrique Quiroz Neira

2019

DEDICATORIA

Agradezco a quienes fueron parte de esta etapa tan importante en mi desarrollo académico y profesional. Como también al pertenecer a esta gran institución educativa, al apoyo de profesores.

En especial al apoyo incondicional de mi familia y amigos, quienes fueron partícipes indirectamente en mi formación.

RESUMEN

KEYWORDS: RCM, MANTENIMIENTO, FALLA, PLAN DE MANTENIMIENTO, ANALISIS.

Viña Luis Felipe Edwards, es una empresa dedicada a la elaboración y producción de vinos con la más alta calidad y tecnología en sus procesos productivos.

Cuenta con seis líneas productivas de 0las cuales se estudiara una en particular es una línea de embotellado prácticamente nueva aproximadamente 2 años incluida su puesta en marcha por ende tiene fallas imprevistas y esto afecta enormemente la productiva en relación a la capacidad instalada.

Por ende este proyecto, está basado en elaborar un plan de mantenimiento en línea de embotellado aplicando RCM (Reliability Centred Maintenance).

A mediados del 2019, se da comienzo al estudio de este proyecto con el fin de mejorar la disponibilidad de la línea productiva mediante la reducción de fallas imprevistas.

Este proyecto contempla elaborar un plan de mantenimiento en una línea de embotellado aplicando RCM, estableciendo mejoras significativas para la empresa.

Para ello se determina efectuar un estudio detallado de cómo elaborar de mejor manera la aplicación de RCM, que permita comprobar de manera tangible, si es viable elaborar este plan de mantenimiento.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	4
1.1. VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS	4
1.2. MISIÓN	4
1.3. VISIÓN	4
1.4. NUESTROS VALORES	5
1.5. VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS.	6
1.6. UBICACIÓN	8
1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL LINEA PRODUCTIVA	9
1.7.1. DESPALETIZADOR:	10
1.7.2. MONOBLOCK:	11
1.7.3. LAVADORA EXTERNA.	12
1.7.4. CAPSULADORA:	13
1.7.5. ETIQUETADORA:	14
1.7.6. LOGILOOK, CONTROL DE INSPECCIÓN DE BOTELLAS.	15
1.7.7. DIVISOR DE BOTELLAS:	15
1.7.8. ENCAJONADORA:	16
1.7.9. FORMADORA DE CAJAS:	17
1.7.10. INCERTADORA DE TABIQUE:	18
1.7.11. SELLADORA DE CAJAS:	19
1.7.12. CODIFICADOR DE CAJAS:	19
1.7.13. PALETIZADOR:	20
1.7.14. NAVETA O CARRO DE TRASLADO PALETS.	21
1.7.15. ENVOLVEDOR:	22
1.8. LAYOUT DEL PROCESO	23
1.9. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	24
2. CONTEXTO DESARROLLO DEL PROYECTO.	26
2.1. DESCRIBIR MANTENIMIENTO ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.	26
2.2. PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE MANTENIMIENTO	27
2.2.1. VENTAJAS	27
2.2.2. DESVENTAJAS	27
2.3. DETALLES DE FALLAS.	28
2.4. DETERMINAR PRINCIPALES INDICADORES DE MANTENIMIENTO ACTUAL	29
2.4.1. DISPONIBILIDAD (A): AVAILABILITY.	29
2.4.2. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF):	30
2.4.3. TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR):	30

2.4.4. EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS (OEE)	31
2.5. MARCO TEÓRICO	32
2.5.1. INTRODUCCIÓN DEL MANTENIMIENTO.	32
2.5.2. LA PRIMERA GENERACIÓN:	33
2.5.3. LA SEGUNDA GENERACIÓN:	33
2.5.4. LA TERCERA GENERACIÓN:	33
2.5.5. LA CUARTA GENERACIÓN:	34
2.6. RCM	35
2.7. DESCRIPCIÓN DEL RCM	36
2.7.1. DEFINICIÓN	36
2.8. IMPORTANCIA DEL RCM	37
2.9. COMO APLICAR RCM	38
2.10. FUNCIONES Y PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO	40
2.11. FUNCIONES PRIMARIAS:	40
2.12. FUNCIONES SECUNDARIAS:	40
2.13. FALLAS FUNCIONALES	40
2.14. MODOS DE FALLO	41
2.15. EFECTOS DE FALLA	42
2.16. CONSECUENCIA DE LA FALLA	42
2.17. TAREAS DE REACONDICIONAMIENTO Y SUSTITUCIÓN CÍCLICAS:	44
2.18. TAREAS A CONDICIÓN:	44
2.19. ACCIONES A FALTA DE:	45
2.20. QUE LOGRA EL RCM	46
2.21. HOJA DE INFORMACIÓN AMEF	48
2.22. HOJA DE DECISIÓN DE RCM	49
2.23. CONSECUENCIAS DE FALLA	50
2.24. TAREAS PROACTIVAS	51
2.25. LAS PREGUNTAS "A FALTA DE"	53
2.26. DIAGRAMA DE DECISIÓN	54
 3. ANALISIS DEL PROYECTO	 56
 3.1. DISPONIBILIDAD ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO	 56
3.2. MTBF Y MTTR	58
3.3. OEE	60
3.4. ISHIKAWA	62
3.5. PARETO	66
3.6. HOJA DE INFORMACIÓN AME	69
3.7. HOJA DE DESICIONES RCM	70
 4. EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO	 72

4.1. CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN	72
4.2. PLAN DE MANTENIMIENTO	74
4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	77
5. CONCLUSIONES	80
6. BIBLIOGRAFÍA	81
7. ANEXOS	82
7.1. ANEXO A	82
7.2. ANEXO B	94

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DETALLE DE FALLAS POR EQUIPOS. 28

TABLA 2: DISPONIBILIDAD ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO. 56

TABLA 3: HOJA DE INFORMACIÓN AMEF. 69

TABLA 4: HOJA DE DECISIONES RCM, APLICADAS EN EQUIPO CRÍTICO. 70

Índice de Figuras

FIGURA 1: FACHADA BODEGAS VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS. 5

FIGURA 2: UBICACIÓN DE PLANTA PRODUCTIVA DE ELABORACIÓN DE VINOS. 7

FIGURA 3: UBICACIÓN GEOGRÁFICA VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS. 8

FIGURA 4: DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO EMBOTELLADO. 9

FIGURA 5: DESPALETIZADOR AUTOMÁTICO MASPAC. 10

FIGURA 6: MONOBLOCK BERTOLASO. 11

FIGURA 7: LAVADORA EXTERNA BERTOLASO. 12

FIGURA 8: CAPSULADORA BERTOLASO. 13

FIGURA 9: ETIQUETADORA P.E. LABELLERS. 14

FIGURA 10: CONTROL LOGICS INSPECTOR DE BOTELLAS. 15

FIGURA 11: ENCAJONADORA ROBOTIZADA MASPAC. 16

FIGURA 12: FORMADORA DE CAJAS MASPAC. 17

FIGURA 13: INCERTADORA DE TABIQUES MASPAC. 18

FIGURA 14: SELLADORA DE CAJAS MASPAC. 19

FIGURA 15: PALETIZADOR ACCUPAL 4000, MASPAC. 20

FIGURA 16: NAVETA O CARRO TRASLADO PALETS. 21

FIGURA 17: ENVOLVEDOR TOSA. 22

FIGURA 18: LAYOUT PROCESO PRODUCTIVO EMBOTELLADO. 23

FIGURA 19: FORMULA DISPONIBILIDAD. 29

FIGURA 20: FORMULA MTBF. 30

FIGURA 21: FORMULA MTTR. 30

FIGURA 22: FORMULA OEE. 31

FIGURA 23: FORMULAS GENERALES DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO, CALIDAD. 31

FIGURA 24: EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO 34

FIGURA 25: MODOS DE FALLA EN PALETIZADOR ACCUPAL 4000. 41

FIGURA 26: ESTRUCTURA DE LA HOJA DE INFORMACIÓN DE AMEF MODIFICADO.
(MOUBRAY, 2000) 48

FIGURA 27: HOJA DE DECISIÓN DE RCM. (MOUBRAY, 2000) 49

FIGURA 28: COMO SE REGISTRAN LAS CONSECUENCIAS DE FALLA EN LA HOJA DE
DECISIÓN. 50

FIGURA 29: CONSECUENCIAS DE FALLA. 51

FIGURA 30: CONSECUENCIAS DE FALLA 52

FIGURA 31: LAS PREGUNTAS A FALTA DE. 53

FIGURA 32: DIAGRAMA DE DECISIÓN DE RCM. 54

FIGURA 33: GRAFICO DISPONIBILIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL AÑO 2018. 57

FIGURA 34: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLA, MTBF. 58

FIGURA 35: TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN. 58

FIGURA 36: VELOCIDAD DE BOTELLAS POR HORA EN LÍNEA DE EMBOTELLADO. 59

FIGURA 37: EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA LÍNEA DE EMBOTELLADO AÑO 2018.... 60

FIGURA 38: FORMULA RENDIMIENTO ANUAL LÍNEA DE EMBOTELLADO DE VINOS. 60

FIGURA 39: FORMULA CALIDAD DE LÍNEA DE EMBOTELLADO DE VINOS PERIODO
2018. 60

FIGURA 40: GRAFICO EFICIENCIA OPERACIONAL LÍNEA DE EMBOTELLADO DE VINOS
AÑO 2018. 61

FIGURA 41: CLASIFICACIÓN DE OEE..... 61

FIGURA 42: ISHIKAWA O RCA DE LA LÍNEA DE EMBOTELLADO DE VINOS. 62

FIGURA 43: CLASIFICACIÓN DE RCA POR PORCENTAJE DE ACTIVIDAD. 63

FIGURA 44: DIAGRAMA DE PARETO O 80/20. 66

FIGURA 45: GRAFICO DIAGRAMA DE PARETO O 80/20. 67

FIGURA 46: DIAGRAMA DE PARETO EQUIPO MÁS CRÍTICO, PALETIZADOR ACCUPAL
4000. 68

FIGURA 47: CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES TRIMESTRAL..... 72

FIGURA 48: PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN. 74

FIGURA 49: PLAN DE MANTENIMIENTO PARTE 1..... 75

FIGURA 50: PLAN DE MANTENIMIENTO PARTE 2..... 76

FIGURA 51: RESUMEN ECONÓMICO LÍNEA DE EMBOTELLADO..... 77

FIGURA 52: RESUMEN ECONÓMICO LÍNEA DE EMBOTELLADO..... 78

FIGURA 53: RECUADRO CARGOS, PERFILES, CANTIDAD, SALARIO PERSONAL LÍNEA
EMBOTELLADO. 78

FIGURA 54: INVERSIÓN DE OBRA..... 78

FIGURA 55: FLUJO DE CAJA..... 79

FIGURA 56: VAN Y TIR..... 79

INTRODUCCIÓN

Viña Luis Felipe Edwards, se encuentra ubicada en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins en el Valle de Colchagua, a unos 27 kilómetros al suroeste de la ciudad de San Fernando, donde está ubicada la planta de embotellado de vinos.

La compañía cada vez fue creciendo tanto productivamente como tecnológicamente para elaborar vinos de la más alta calidad, por ende la implementación de una nueva línea productiva a principios del año 2017, se da inicio a la fabricación e instalación de esta con una capacidad de 18.000 botellas por hora, fue sin duda un gran desafío.

Comenzando la puesta en marcha a fines del 2018 y posterior operación a inicios del 2019, pero esto no es solo la implementación esta instalación requiere mantenerse y perdurar en el tiempo.

El mantener en perfectas condiciones la línea productiva, es esencial para el desarrollo de las actividades del área de mantenimiento de la planta productiva.

El sistema requiere contar con un plan de mantenimiento que permita tener confiabilidad en todos los equipos de la línea, por lo que debe asegurarse de aplicar los controles necesarios que garanticen el uso eficiente de estos.

Por este propósito, se ha determinado elaborar un plan de mantenimiento en de línea de embotellado aplicando RCM.

OBJETIVOS**OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar un plan de mantenimiento aplicando la metodología RCM en una línea de embotellado de vinos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir situación actual del proceso productivo.
- Determinar indicadores de mantenimiento del actual sistema de la línea de embotellado.
- Analizar equipos críticos en la línea de embotellado.
- Evaluar beneficios de la implementación de RCM en equipo más crítico.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo, se presentan los antecedentes de la empresa Viña Luis Felipe Edwards.

Además, del principal problema por el cual se pretende desarrollar el proyecto.

1.1. VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS

Viña Luis Felipe Edwards es una empresa dedicada a la elaboración y producción de vinos con la más alta calidad, fue fundada en 1976, es una bodega familiar. Sus operaciones están ubicadas en el reconocido Valle de Colchagua, donde se encuentran partes de sus viñedos los que también abarcan el Valle de Leyda y el Valle del Maule.

Con ventas a más de 85 países con una sólida red de comercialización y un compromiso permanente por elevar la calidad de sus vinos y procesos.

1.2. MISIÓN

Ser la principal fuente de vino chileno en todas las categorías, ofreciendo vinos de la más alta calidad a los mejores precios, para nuestros clientes en todo el mundo. LFE seguirá siendo una empresa familiar, comprometida con la innovación y la sostenibilidad, con nuestros valores y tradiciones familiares reflejados en cada botella.

1.3. VISIÓN

Ser una compañía y referente en elaboración, producción y comercialización de vinos de alta calidad.

1.4. NUESTROS VALORES

- Excelencia, nos enfocamos en el mejoramiento continuo.
- Protegemos y respetamos el medio ambiente.
- Estamos comprometidos con lograr el desarrollo del país y comunidades cercanas a la viña.
- Respetamos y valoramos la diversidad.
- Desarrollamos negocios con integridad, que cuida a los suyos y quienes la rodean.
- Nos preocupamos de las externalidades que sus actividades generan en el entorno.



Figura 1: Fachada bodegas Viña Luis Felipe Edwards.

Fuente: Propia.

1.5. VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS.

Viña Luis Felipe Edwards, empresa familiar, fue creada con el objetivo claro y decidido de conquistar el mercado de los vinos finos de exportación provenientes desde Chile.

Los viñedos y bodega de vinificación se encuentran ubicados en los Valles de Colchagua, Retiro y Leyda, específicamente en Nancagua, Palmilla, Pumanque, Retiro y Leyda. Esta región esencialmente vitivinícola ha sido reconocida por sus finos vinos desde comienzos del siglo 18.

Las primeras plantas destinadas a la producción de uva para vinificación fueron importadas desde Francia antes que las plantaciones de dicho país sucumbieran por la Phylloxera. Nosotros por lo tanto aseguramos que estas plantas madres son algunas de las pocas auténticas Cabernet Sauvignon que quedan en el mundo, de las cuales año tras año hemos obtenido nuevas plantas que han dado origen a las actuales plantaciones.

La viña actualmente, posee una superficie plantada con las cepas Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Shiraz, Carmenere, Petit Verdot, Malbec, Cabernet Franc, Viognier, Sauvignon Blanc, Mouvedre, Grenache, Viognier, Pinot Noir, Riesling, Roussanne, Pinot Noir, Pinot Gris, Petit Syrah, Carignan y Gewurztraminer. Por más de dos décadas, Luis Felipe Edwards entregó la producción de sus viñas a los más importantes productores de vinos finos de Chile. La viña cambió su política de negocios en 1993 y decidió no sólo producir y embotellar el vino directamente, sino también exportarlo bajo su nombre a todo el mundo.

Este cambio se ha traducido en una sustancial inversión en tecnología, la cual ha resultado en una importante expansión de la bodega de vinificación, la cual posee los últimos avances en materia de producción de vinos. En consecuencia, ahora Luis Felipe Edwards obtiene un producto terminado de la más alta calidad, a la par con sus mayores competidores.

Para complementar la capacidad técnica con un destacado equipo profesional, la viña ha contratado aclamados expertos tanto chilenos como extranjeros. En sus visitas a Chile, ellos personalmente supervisan, junto con el equipo chileno, la cosecha, vinificación, maceración y mezcla, para asegurar un producto terminado de alta calidad.

Sin embargo, todo esto no sería posible si la tierra no tuviera características particularmente favorables para la producción de vino en la zona central de Chile.

De hecho, las plantaciones están ubicadas en un valle rodeado de cerros, lo que otorga así un microclima particular, con marcadas diferencias de temperatura entre el día y la noche, y una primavera sin mayores riegos de heladas, patrones de lluvia adecuadas para la textura del suelo y la luminosidad que es única incluso localmente.

En resumen, los vinos de Luis Felipe Edwards recogen el producto de una tierra y clima verdaderamente excepcional y de la más moderna tecnología de vinificación. Estos elementos, intensamente combinados por un grupo profesional altamente

experimentado, rinden un producto que es un crédito para Colchagua, Retiro y Leyda por su excelente fruta y elegancia.

Estos esfuerzos se han traducido en ocupar una importante posición en el mercado internacional, logrando de esta manera que sus vinos sean objeto de importantes premios a la calidad en el extranjero.

El área de vinificación dispone de una capacidad instalada de producción en cubas de acero inoxidable de aprox. 17.725.000 Litros, en cubas de cemento epoxicado de 32.000.000 de litros y para guarda en barricas de maderas nobles aproximadamente 1.440.000 litros.

Para el proceso de embotellado la organización dispone de sus propias instalaciones no contratando servicios externos por ese concepto.

La comercialización es realizada directamente por el Gerente General y por los directores comerciales quienes permanentemente visitan a los clientes.



Figura 2: Ubicación de planta productiva de elaboración de vinos.

Fuente: Google Maps.

1.6. UBICACIÓN

Se encuentra ubicada aproximadamente a 27 Km de la ciudad de San Fernando en la región del Libertador Bernardo O’Higgins.

Se accede a las instalaciones a través de la ruta pública 90 con dirección suroeste desde la ciudad donde se ubica la planta.

También cuenta con campos ubicados en los Valles de Colchagua, Retiro y Leyda, según figura 3.

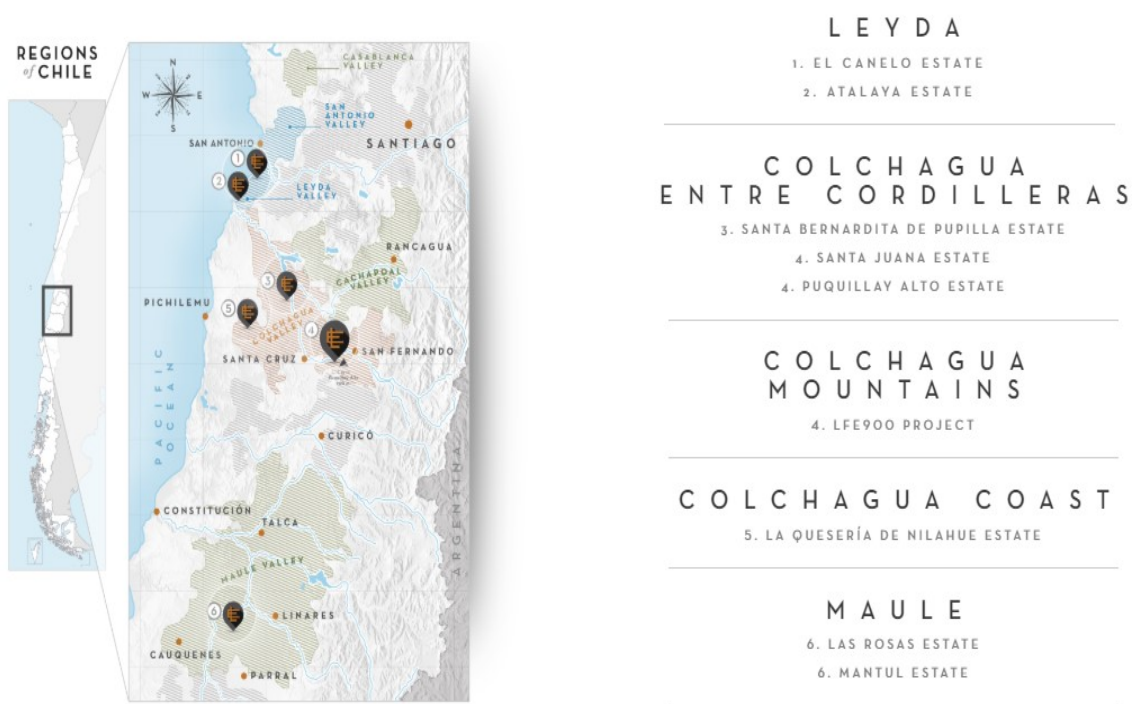


Figura 3: Ubicación geográfica Viña Luis Felipe Edwards.

Fuente: <https://www.lfewines.com/vineyards/>

1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL LINEA PRODUCTIVA

LFE Wines, cuenta con una línea productiva con capacidad instalada de 18.000 botellas por hora, por lo cual cada etapa del proceso es fundamental para llevar a cabo la producción.

El proceso de producción de embotellado consta de quince etapas las cuales se presentan a continuación en el diagrama:

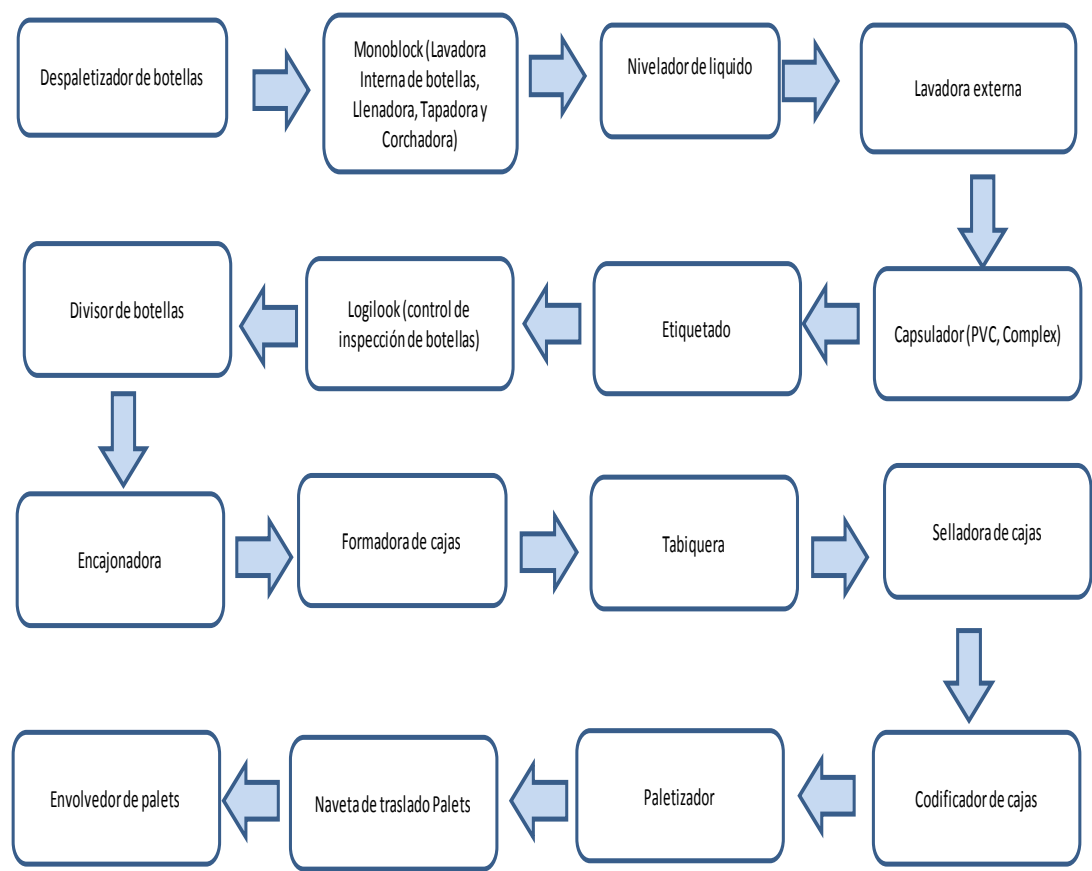


Figura 4: Diagrama de Flujo Proceso embotellado.
Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se describirá cada paso del proceso, para lograr tener una idea más clara de los procesos realizados antes de destinarla al área de embarque.

1.7.1. Despaletizador:

Primer equipo del proceso, el cual recibe el palets de botellas vacias de diferentes formatos, y en conjunto al operador despaletiza las botellas de manera automática y manual para luego llegar al pulmón de acumulación y posterior transporte de las botellas.

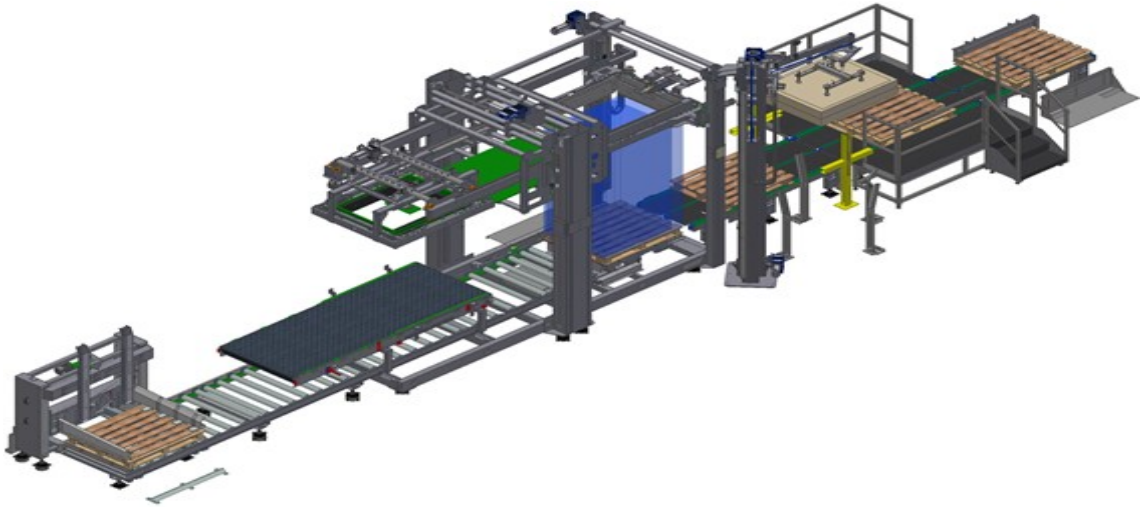


Figura 5: Despaletizador automático Maspack.

Fuente: Manuales Maspack, LFE Wines.

1.7.2. Monoblock:

Segundo equipo, en el cual se produce el lavado de las botellas vacías, posterior llenado, corchado o tapado de las mismas, equipo cuenta con una capacidad de 18.000 botellas por hora, para ser manipulado de forma automática y manual dependiendo de la operación que estime conveniente el operador.



Figura 6: Monoblock Bertolaso.

Fuente: Bertolaso, LFE Wines.

1.7.3. Lavadora externa.

Equipo en el cual, se produce el lavado exterior y posterior secado de la botella, una vez transportada desde la monoblock hasta la lavadora, para luego continuar el proceso.



Figura 7: Lavadora externa Bertolaso.

Fuente: Elaboración Propia.

1.7.4. Capsuladora:

Equipo en el cual se ejecuta el capsulado con PVC o Complex, en el cual se utilizan cabezales térmicos o cabezales con rodela que ajustan las capsulas al cuello de las botellas, equipo automático.



Figura 8: Capsuladora Bertolaso.

Fuente: Elaboración Propia, LFE Wines.

1.7.5. Etiquetadora:

Maquina en la cual se produce el etiquetado frontal o contra de botellas más medallas o algún adicional, cuenta con 4 estaciones, las cuales pueden funcionar simultaneas o independientes para mejor operación o requerimiento del embotellado, proceso completamente automático.



Figura 9: Etiquetadora P.E. Labellers.

Fuente: P.E. Labellers.

1.7.6. Logilook, Control de inspección de botellas.

Equipo autónomo el cual permite el control de inspección del etiquetado y visión en 360° de las botellas, utiliza cámaras para registrar y comparar en cuestión de segundos permitiendo el rechazo de las botellas defectuosas.



Figura 10: Control Logics Inspector de Botellas.

Fuente: Logics and Controls.

1.7.7. Divisor de Botellas:

Equipo en el cual, se distribuyen las botellas por filas de manera dinámica permitiendo distribuir de manera eficiente las botellas en filas las cuales deben calzar de manera correcta para luego ingresar a la encajonadora de botellas.

1.7.8. Encajonadora:

Maquina robotizada que permite tomar de manera simultánea gran cantidad de botellas y las ubica en las cajas, en distintos formatos 12 botellas por cajas o 6 botellas, dependiendo el setup.

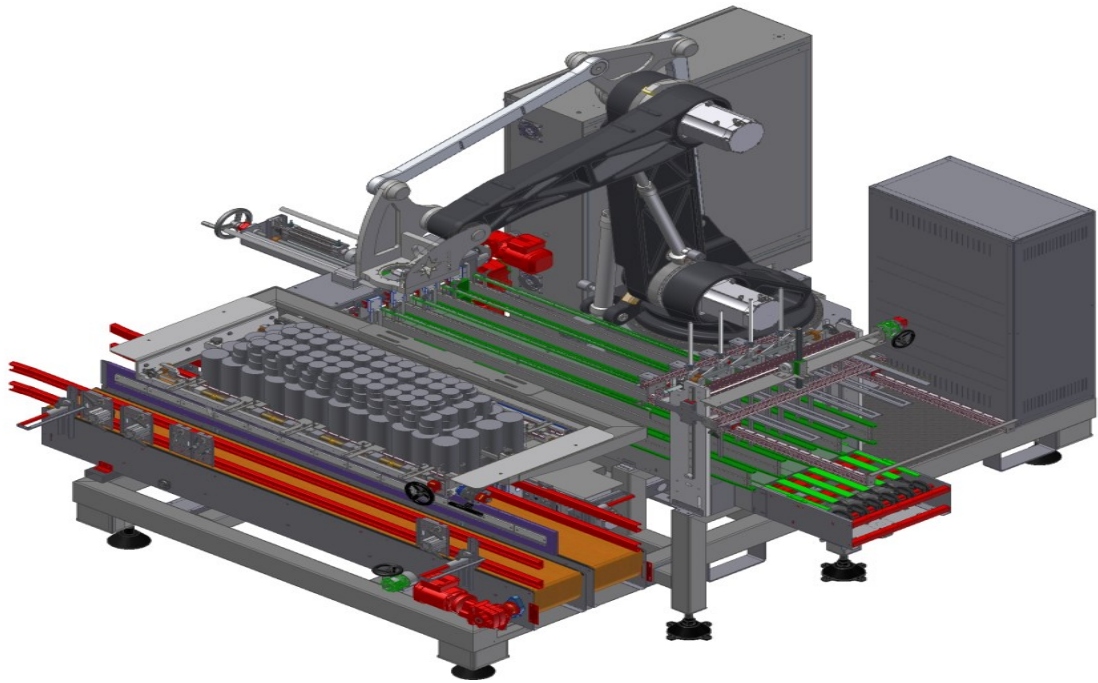


Figura 11: Encajonadora robotizada Maspack.

Fuente: Manuales Maspack, LFE Wines.

1.7.9. Formadora de cajas:

Equipo que forma las cajas de manera automática, en la línea se cuenta con dos equipos para abastecer las necesidades de producción y alimentar la encajonadora.

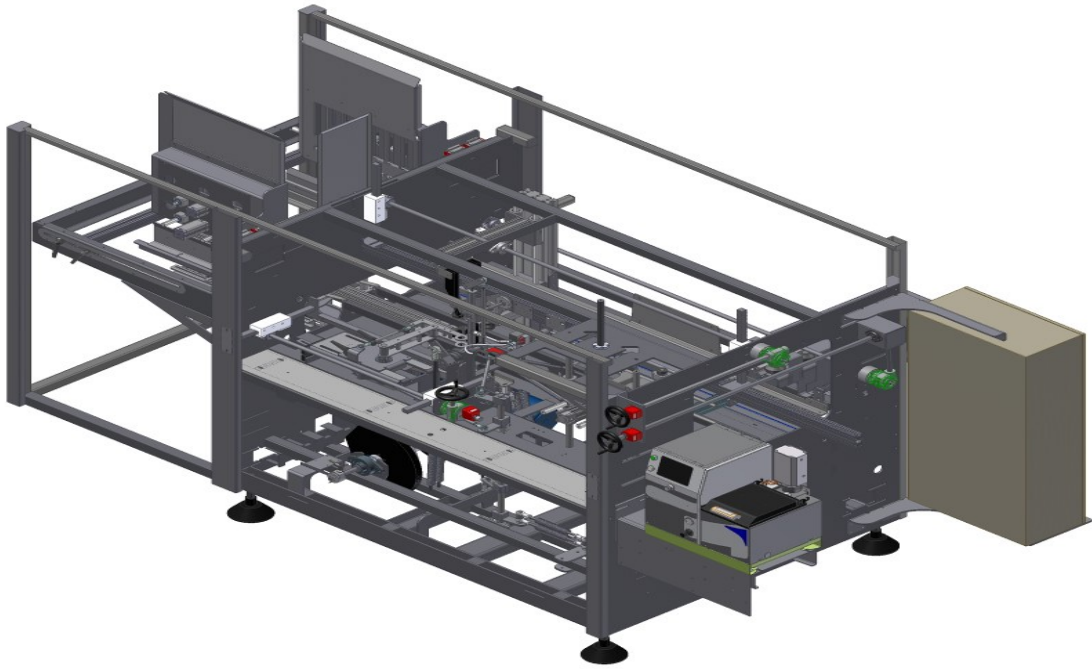


Figura 12: Formadora de cajas Maspack.
Fuente: Manuales Maspack, LFE Wines.

1.7.10. Incertadora de tabique:

Maquina robotizada que ubica el tabique separador de botellas de cartón, permite trabajar con diferentes formatos cubriendo las necesidades de la producción.

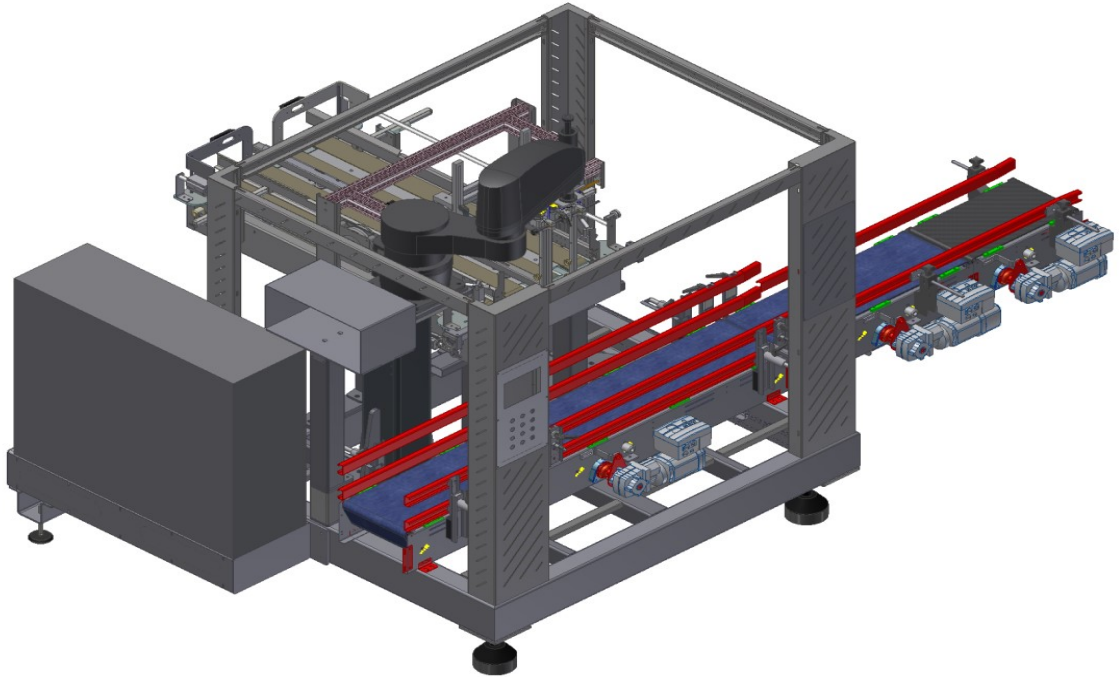


Figura 13: Incertadora de tabiques Maspack.

Fuente: Manuales Maspack, LFE Wines.

1.7.11. Selladora de cajas:

Equipo que sella las cajas con silicona líquida a alta temperatura por medio de un equipo Hot melt, permite sellar una caja a la vez de forma lineal por ende tiene gran capacidad de sellado de las mismas.

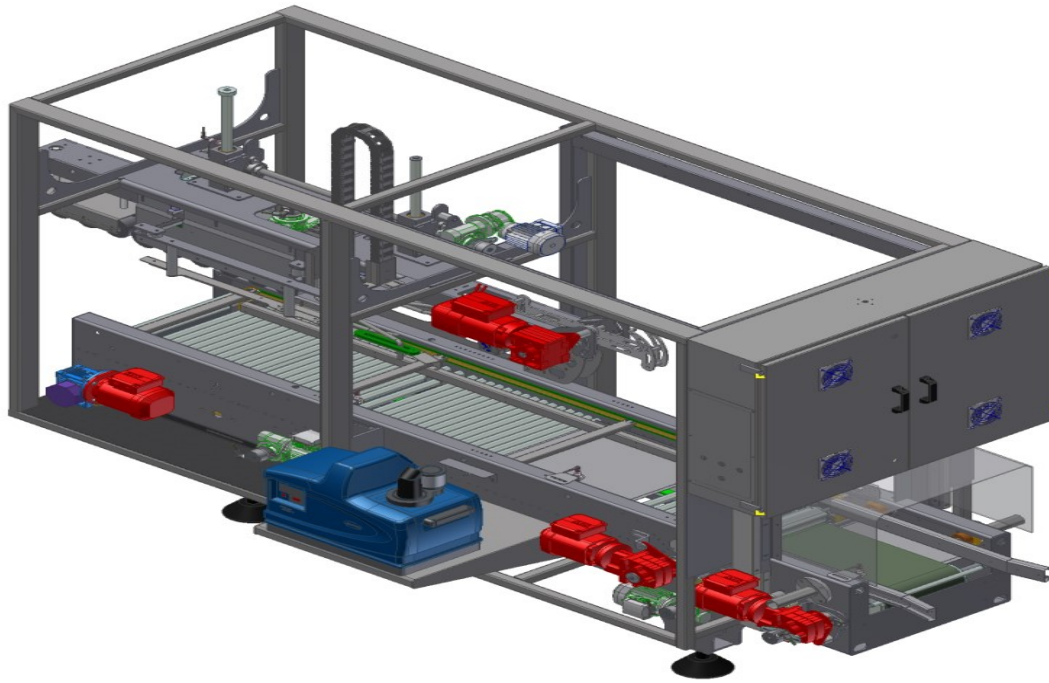


Figura 14: Selladora de cajas Maspack.
Fuente: Manuales Maspack, LFE Wines.

1.7.12. Codificador de cajas:

Permite la codificación de las cajas, identifica cada caja con código de barras y lote, marca entre otras cualidades, con el fin de identificar el lote de cada producción e identificarlo en cualquier parte del mundo.

1.7.13. Paletizador:

Equipo en el cual, se arma el palets de manera automática o manual este cuenta con dos líneas de alimentación de cajas las cuales vienen de única cinta de transporte desde el codificador de cajas. Permite cambiar de formatos tanto de diseño o planos de palets y cajas para embalar de manera adecuada o a requerimiento del cliente.

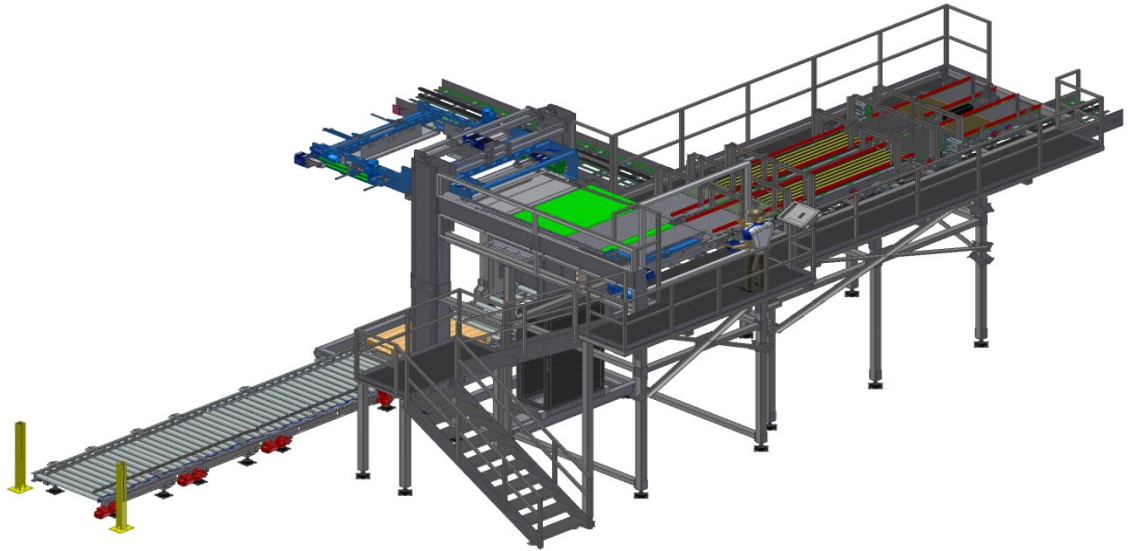


Figura 15: Paletizador accupal 4000, Maspac.

Fuente: Manuales Maspac, LFE Wines.

1.7.14. Naveta o carro de traslado palets.

Una vez armado el palets este debe ser trasladado hacia el envolvedor de palets, y este es el medio más eficiente para ejecutar ese traslado.



Figura 16: Naveta o carro traslado palets.

Fuente: Maspac.

1.7.15. Envolvedor:

Ultimo equipo en el cual se envuelve el palets con film, de manera automática, con el fin de mantener fijas las cajas en el mismo para un correcto traslado en el viaje. Con este último equipo finaliza el proceso de embotellado y posterior embalaje y el palets está listo para enviar al área de embarque.



Figura 17: Envolvedor Tosa.

Fuente: Elaboración Propia, LFE Wines.

1.8. LAYOUT DEL PROCESO

La siguiente figura 18, presenta el Layout del proceso identificando cada equipo con letras las cuales mencionaremos:

- A: Despaletizador de Botellas.
- B: Monoblock.
- C: Lavadora externa de botellas.
- D: Capsulador de botellas.
- E: Etiquetadora.
- F: Divisor de botellas.
- G: Encajonadora.
- H: Formadora de cajas o Armadora de cajas.
- I: Tabiquera.
- J: Selladora de cajas.
- K: Codificador de cajas.
- L: Paletizador.
- M: Naveta.
- N: Envolvedor de pallets.

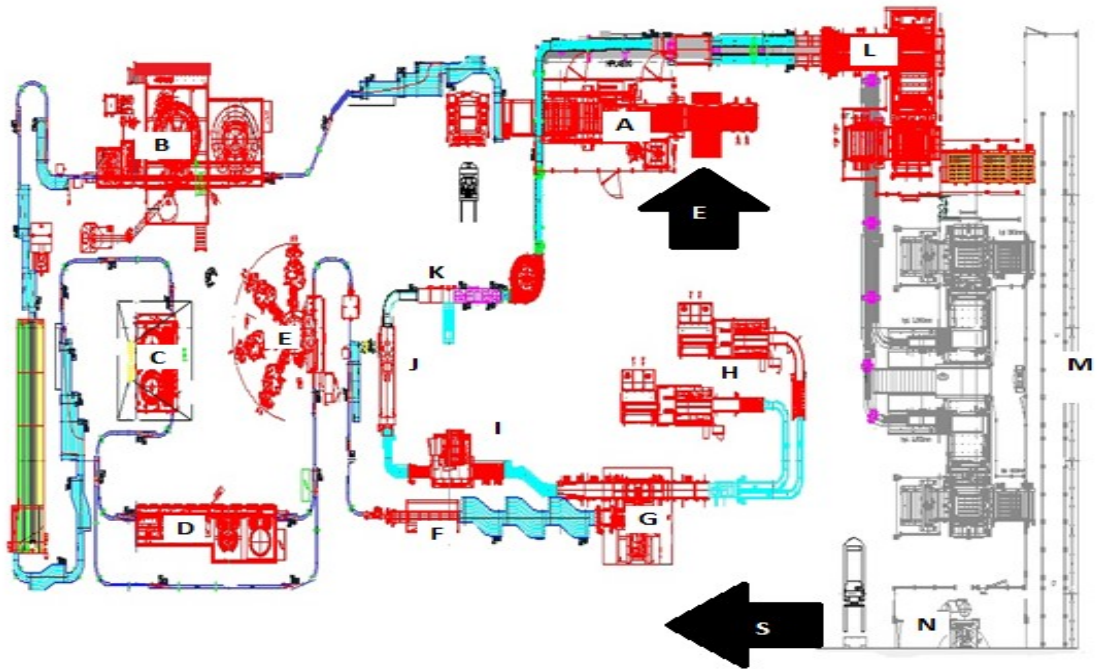


Figura 18: Layout proceso productivo embotellado.

Fuente: Viña LFE.

1.9. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema principal del área de mantenimiento que afecta la línea productiva, se ve reflejado al no contar con un plan de mantenimiento focalizado, solo se realiza mantenimiento correctivo y no hay análisis de equipos críticos. Por esta razón hay problemas operacionales, fallos imprevistos y los equipos no se encuentran disponibles cuando es necesario, esto trae consecuencias en el desarrollo y en la operación de la planta considerando que esta línea de embotellado es la de mayor capacidad en las instalaciones.

Para este caso en particular, será necesario realizar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM con el fin de optimizar los recursos de mejor manera y llevar a cabo el buen funcionamiento de la línea productiva.

CAPÍTULO II: CONTEXTO DESARROLLO DEL PROYECTO

2. CONTEXTO DESARROLLO DEL PROYECTO.

En este capítulo, se presentan el desarrollo del proyecto, descripción de mantenimiento actual del proceso productivo, marco teórico de mantenimiento y RCM.

2.1. DESCRIBIR MANTENIMIENTO ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El actual sistema que aplica el área de mantenimiento en la línea de embotellado consiste en el mantenimiento correctivo, el cual busca corregir la falla en los equipos de línea productiva con el fin de realizar de manera forzosa e imprevista, la reparación del fallo, el cual se lleva a cabo con la mayor rapidez para evitar daños materiales y humanos así como pérdidas de producción.

El cual es ejecutado por personal de mantenimiento de la empresa con gran experiencia en el área pero aun así no es posible prevenir las fallas y detenciones de producción. Este mantenimiento se realiza después de una falla o avería en el equipo que por su condición no puede planificarse a tiempo, presenta costos de reparación y repuestos no considerados, ya que puede implicar en el reemplazo de algunos equipos.

No requiere ninguna planificación, sólo requiere una atención diaria a las averías que deben ser reparadas dentro de la ejecución del proceso. Por lo general, son reiteradas las detenciones de la producción, generando pérdidas por el tiempo invertido y los gastos generados.

También, es necesario disponer de un gran stock de repuestos, ya que de lo contrario, el tiempo de inactividad de la máquina se prolongará en función del plazo de entrega de la nueva pieza en el caso que no esté en bodega.

Hoy en día, muchas empresas incluidas LFE Wines siguen basando su mantenimiento en este método, con el riesgo de que esto implique el cumplimiento de los plazos de entrega, sin establecer ninguna relación de causa o prevención de estos fallos.

2.2. PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE MANTENIMIENTO

2.2.1. VENTAJAS

- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Fiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de operación.
- Menor costo de las reparaciones.

2.2.2. Desventajas

- Es muy probable que algunas fallas se originen en el momento de la ejecución, lo que provoca que se retrase.
- El precio puede ser muy caro, lo que podría afectar la compra de piezas de recursos en el momento en que se necesitan.
- No podemos garantizar cuánto tiempo tomará reparar tales fallas.

2.3. DETALLES DE FALLAS.

La siguiente tabla (Tabla 1); describe el detalle de fallas del año 2018 por equipos el cual fue clave para determinar los principales indicadores de mantenimiento tales como Disponibilidad, Tiempo Medio entre Fallas, entre otras.

DETALLE DE FALLAS POR EQUIPOS		
ITEM	EQUIPOS	N° DE FALLAS
1	Paletizador	27
2	Transporte	10
3	Naveta de traslado palets	7
4	Despaletizador de Botellas	6
5	Logilook	6
6	Envolvedor de palets	6
7	Monoblock	5
8	Formadora de cajas	5
9	Selladora de Cajas	5
10	Lavadora externa	4
11	Divisor de Botellas	4
12	Encajonadora	4
13	Codificador de cajas	4
14	Capsulador (PVC, Complex)	3
15	Tabiquera	3
TOTAL		99

Tabla 1: Detalle de fallas por equipos.
Fuente: Elaboración propia.

2.4. DETERMINAR PRINCIPALES INDICADORES DE MANTENIMIENTO ACTUAL

2.4.1. Disponibilidad (A): Availability.

Se define como la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico. [1].

Se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = (\text{Horas totales} - \text{Horas detención por mantenimiento}) / \text{Horas totales}$$

Figura 19: Formula disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

Horas totales: Tiempo de operación de la planta.

Horas detención por mantenimiento: Tiempo utilizado en mantenimiento.

[1] MORA, Luis, Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control, Primera edición, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 2009.

2.4.2. Tiempo Medio entre Fallas (MTBF):

Es el indicador que muestra la frecuencia con que suceden las fallas en un determinado periodo de tiempo.

$$MTBF = N^{\circ} \text{ de horas totales de operación} / N^{\circ} \text{ de fallas}$$

Figura 20: Formula MTBF.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.3. Tiempo medio de Reparación (MTTR):

Representa el valor medio del tiempo necesario para desarrollar una actividad de mantenimiento a un elemento determinado, calculado como la razón entre horas de paros por fallos y el número de eventos de ese tipo.

$$MTTR = N^{\circ} \text{ de horas de paro por fallos} / N^{\circ} \text{ de fallos}$$

Figura 21: Formula MTTR.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.4. Eficiencia general de los equipos (OEE)

Es el indicador que sirve para conocer la eficiencia productiva en procesos industriales. Este indicador depende de tres factores la disponibilidad, calidad y el rendimiento, además es un estándar de clase mundial que demuestra la competitividad de una planta de producción y en este caso producción de embotellado de vinos.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Figura 22: Formula OEE.
Fuente: Elaboración propia.

$\text{Disponibilidad} = (\text{Horas totales} - \text{Horas detención por mantenimiento}) / \text{Horas totales}$
$\text{Rendimiento} = \text{Velocidad Real} / \text{Velocidad Ideal}$
$\text{Calidad} = \text{Producto conforme} / \text{Total Producido}$

Figura 23: Formulas Generales Disponibilidad, Rendimiento, Calidad.
Fuente: Elaboración propia.

2.5. MARCO TEÓRICO

2.5.1. INTRODUCCIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Durante los últimos años, el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina. Esto se debe principalmente al enorme aumento de los activos físicos (equipamiento, industrias, edificaciones) que deben ser mantenidas en todo el mundo, diseños cada vez más complejos, nuevos métodos de mantenimiento y nuevas tecnologías.

El mantenimiento, también está respondiendo a expectativas cambiantes, estas incluyen una creciente toma de conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los equipos afectan la seguridad y al medio ambiente; conciencia de la relación entre mantenimiento y calidad del producto, la presión de alcanzar una mejor disponibilidad de los equipos y reducir los costos de mantenimiento.

Estos cambios están llevando al límite las actividades y habilidades en todas las áreas de la industria. El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar maneras de pensar completamente nuevas, con el fin de evitar todos los posibles fallos. Al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se hacen cada vez más evidentes, sin importar la tecnología que están usando.

Frente a esta situación de grandes cambios, el personal de mantenimiento en todo el mundo está buscando un nuevo acercamiento al mantenimiento. Quieren evitar inicios fallidos y callejones sin salida que siempre acompañan a los grandes cambios. Buscan en cambio una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga sus necesidades y las de la compañía.

Desde la década del '30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones. El RCM está tornándose rápidamente en la piedra fundamental de la tercera generación, pero esta generación solo se puede ver en perspectiva, y a la luz de la primera y segunda generación del mantenimiento.

En cualquier caso, se pueden distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

2.5.2. La Primera Generación:

La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la segunda Guerra Mundial, aunque todavía se utiliza en muchas industrias. En ese periodo las industrias no estaban mecanizadas, por lo que el tiempo de paradas de equipos no era de importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de las industrias. Por lo que el mantenimiento se ocupa sólo en reparar las averías. Solo se realiza Mantenimiento Correctivo.

2.5.3. La Segunda Generación:

Entre la segunda Guerra Mundial y finales de los años '70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. La presión de los tiempos de guerra aumento la demanda de todo tipo de bienes, al mismo tiempo que decaía el número de trabajadores industriales esto llevo a un aumento en la mecanización.

Por lo que las industrias estaban empezando a depender de ellas, al incrementarse esta dependencia, comenzaron a poner atención en el tiempo de parada de máquina. Esto llevo a la idea de que las fallas en los equipos podían y debían ser prevenidas, dando lugar al concepto de mantenimiento preventivo, comenzando por hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

2.5.4. La Tercera Generación:

Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios "Causa-Efecto" para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo de síntomas para actuar antes de que las consecuencias sean inaceptables. Se comienza a hacer partícipe al área de Producción en las tareas de detección de fallos ellos informar al área de mantenimiento.

2.5.5. La Cuarta Generación:

Aparece a comienzos de los años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

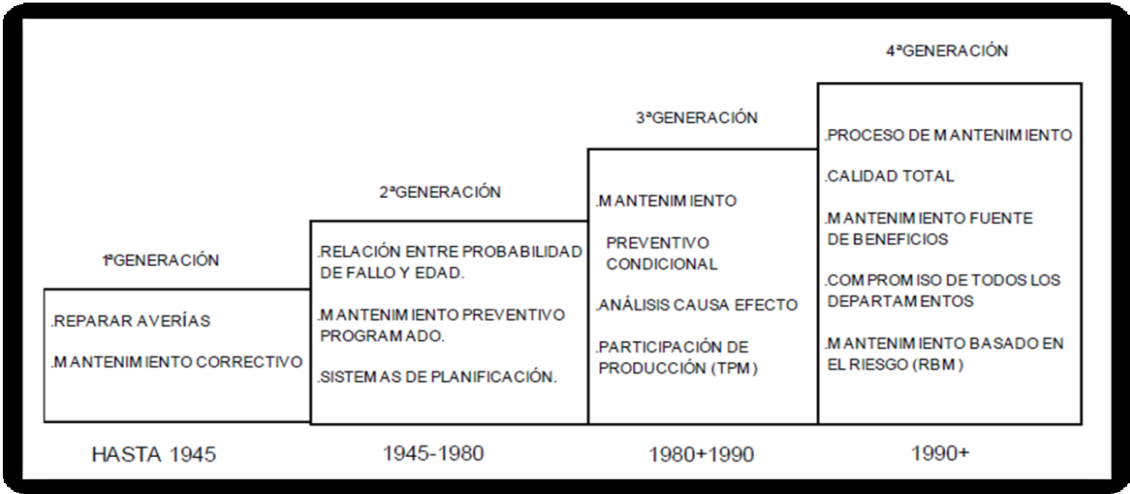


Figura 24: Evolución del mantenimiento
Fuente: Evolución del mantenimiento (Tolentino, 2004).

2.6. RCM

El sistema RCM es una herramienta de gestión del Mantenimiento que inicio en 1951 por el Japonés Genichi Taguchi que introdujo dos conceptos mantenibilidad y confiabilidad.

Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en instalaciones industriales, de diferentes disciplinas generación de energía, petroquímicas, procesos productivos, entre otras.

Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde no se obtenían los resultados más adecuados para la seguridad de la navegación aérea. Posteriormente fue trasladada al campo militar y mucho después al industrial, tras comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.

Durante los últimos años, el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios se deben principalmente al importante aumento en números y variedad de los activos físicos (plantas, equipamientos, procesos) que deben ser mantenidos y preservar en el tiempo.

2.7. DESCRIPCIÓN DEL RCM

2.7.1. Definición

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad es una metodología utilizada para determinar que debe hacerse para asegurar que los equipos continúen operando dentro de rangos o estándares establecidos por el usuario en el contexto operativo presente. La metodología RCM asegura que un equipo continúe operando de forma eficiente, dentro de los límites establecidos y a la capacidad de diseño y la confiabilidad inherente al equipo.

Debemos tener en cuenta que la confiabilidad operativa y la capacidad del equipo no podrán aumentar más allá de su nivel de diseño.

Asimismo para comprobar lo antes expuesto citamos a Anthony Smith, quien define el RCM como:

“Una filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema”. (Smith 2000: 47)[2]

También citamos a John Moubray, quien define RCM, como:

“Un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual”. [3]

Sin embargo no es la única definición que se conoce con respecto al RCM, desde un enfoque más práctico, se dice que es una técnica más, dentro del espectro de posibilidades, para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial, asimismo, presenta otras ventajas importantes con respecto a otras técnicas. [4]

[2] Gestión de proyectos de activos industriales, Luis José Amendola.

[3] Libro Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray, 2000.

[4] www.mantenimientopetroquimica.com/rcm

2.8. IMPORTANCIA DEL RCM

Para conocer la importancia del RCM en la industria primero debemos saber cuál es el objetivo de aplicar RCM.

El objetivo básico de aplicar RCM consiste en incrementar la disponibilidad de los equipos y reducir los costos permitiendo que los equipos trabajen dentro de los estándares establecidos por el fabricante eficientemente. En la actualidad este objetivo es alcanzado con éxito aplicando la metodología RCM, debido a que su alcance va desde conocer al equipo hasta analizar los modos de fallo de los mismos.[5]

Dentro de las principales ventajas que brinda aplicar la metodología RCM se encuentran las siguientes:

Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos.

Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrollar mecanismos que traten de evitarlos, ya sean estas fallas producidas por causas intrínsecas al propio equipo o por manipulación de terceros.

Determina una serie de acciones que permitan una alta disponibilidad de planta.
[6]

También, permite determinar cuáles son las acciones preventivas que evitan fallos, traduciéndose en mayor disponibilidad de planta.

Tarea de mantenimiento que en conjunto forman un plan de mantenimiento

Procedimientos operativos y de mantenimiento bien definidos

Mejoras en los equipos

Determinación del stock de repuestos críticos.

[5] Gestión de Proyectos de activos Industriales.

[6] www.mantenimientopetroquímica.com

2.9. COMO APLICAR RCM

Para aplicar RCM, debemos tener en cuenta que todo se basa en la respuesta a las siguientes 7 preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones y estándares de operación en cada sistema, tomando en cuenta el contexto operacional?
2. ¿Respecto a sus funciones inherentes, como falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
4. ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla?
5. ¿Cuál es el impacto real de cada falla?
6. ¿Cómo se puede prevenir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible prevenir una falla funcional?

Posteriormente de responder a las anteriores preguntas, podremos tener una vista clara de los objetivos a cumplir y las metas a alcanzar, sin embargo es importante reconocer que las preguntas son racionales, cuya respuesta la conforme se desarrolle el capítulo.

RCM es una herramienta muy poderosa con mucho seguimiento pero si no es bien aplicada, también se puede convertir en una carga muy pesada de mantener, en teoría el éxito de aplicarlo es lograr que los equipos no fallen y reducir paradas imprevistas que puedan ocasionar grandes pérdidas en productividad, existen algunos equipos en los que es mucho más rentable esperar a que fallen antes de aplicar un plan de mantenimiento basado en el RCM.

Entonces no debemos dejar de lado que el objetivo de una empresa es producir dinero y si el RCM ha tenido tanta aceptación en la industria se debe a que reduce costos innecesarios y aumenta la confiabilidad de los equipos; esto se traduce en un incremento en las ganancias de la empresa.

Por lo expuesto antes de responder las siete preguntas y entrar a la primera fase del RCM, se debe identificar los equipos críticos en un proceso productivo. Si el RCM no es aplicado en un equipo critico no se obtiene los beneficios antes mencionados y resultaría ineficiente hacer todo el proceso que puede tardar meses y tener alta complejidad y no lograr un impacto de mejora significativo en el proceso.

El peor error que se puede cometer es creer que para iniciar el RCM y evaluar sus resultados se realice en equipos de poca importancia, además de demostrar que no están totalmente decididos a realizar la sustitución de esta metodología.

2.10. FUNCIONES Y PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Antes de poder aplicar un proceso debe hacerse para cualquier activo físico que continúe haciendo lo que los usuarios requieran que hagan en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas:

Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga.

Asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieran que haga.

Por lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer, puede ser dividido en dos categorías:

2.11. FUNCIONES PRIMARIAS:

En esta instancia resume el porqué de la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.

2.12. FUNCIONES SECUNDARIAS:

Se espera que cada activo físico haga más que simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales, y hasta de apariencia del activo.

Los usuarios de los activos generalmente están en la mejor posición para saber que contribuciones físicas y financieras hace el activo para el bienestar de la organización como un todo.

Por ello es esencial que estén involucrados en el proceso de RCM desde el comienzo.

2.13. FALLAS FUNCIONALES

Falla funcional, es la incapacidad de un equipo para cumplir sus funciones, estos serán fácilmente asociados a la lista de funciones, entonces ahora tenemos un posible fallo funcional para cada función del equipo.

Para identificar los posibles fallos funcionales, debemos recurrir al historial de fallas, además de hacer participar al personal de producción involucrado en la operación del equipo, como el personal de mantenimiento también debe colaborar.

Luego de recopilar toda la información, debe ser clasificada y así obtener datos clave.

2.14. MODOS DE FALLO

Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación para que de esta forma, evitar la aparición de posibles fallas.

Para evitar confundir los modos de fallo con los fallos funcionales, se debe tener en cuenta al modo de fallo como parte de los fallos funcionales, es decir, para un fallo funcional pueden existir varios modos de fallo.

“Un Modo de falla es cualquier evento que causa falla funcional”. [7]

Para registrar, los modos de falla, es necesario registrarla en la Hoja de Información AMEF, que se muestra en la figura 25.

AMEF, ANALISIS MODO Y EFECTO DE LA FALLA					
Hoja de información AMEF					Pág. N°: 1 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales de fallo	Causas de fallo
1	Transporte alimentación cajas	1.- Transporte de cajas a la máquina	A) Desgaste de cintas y cadenas	Movilidad reducida	Regulación y ajuste
			B) Motorreductor no funciona	Daño al eje principal	Rodamiento agrietado
			C) Desviación de cajas	Acumulación excesiva de cajas en transporte	Suciedad en sensores
			D) Atascamiento de cajas	Configuración errónea	Regulación y ajuste de guías o barandas
			E) Motorreductor se detiene	Detención de transporte	Freno de motorreductor magnetico dañado
			F) Movilidad reducida cilindros vuelta caja	Volteo de cajas erróneo	Regulación y ajuste de presión de aire
			G) Fuga de aire en mangueras de cilindros	Pérdida de presión en cilindros	Mangueras dañadas, cortadas

Figura 25: Modos de Falla en Paletizador accupal 4000.
Fuente: Elaboración Propia.

[7] Libro Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray, 2000.

2.15. EFECTOS DE FALLA

Consiste en hacer un listado de los efectos de falla, que describen lo que ocurre con cada modo de falla. Esta descripción ayuda la evolución de las consecuencias de la falla, tal como:

- ¿Que evidencia existe de que la falla ha ocurra?
- ¿De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente?
- ¿Qué daños físicos han sido causados por la falla?
- ¿Qué debe hacerse para reparar la falla?

La identificación de funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de falla trae muchas oportunidades de mejora para el rendimiento y la seguridad.

2.16. CONSECUENCIA DE LA FALLA

Consiste en un análisis detallado de consecuencias que podían afectar la calidad del producto, servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente.

Se clasifican en cuatro grupos:

- Consecuencias de fallas ocultas:

Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero en algunos casos con consecuencias serias y hasta catastróficas.

- Consecuencias ambientales y de seguridad:

Esta consiste en si hay consecuencias de daño ambiental o muerte de alguna persona. También está sujeta a normativas y reglamentos ambientales.

- Consecuencias Operacionales:

Está relacionada si afecta la producción (Cantidad, calidad del producto, costos operacionales y además de costos directos por reparaciones).

- Consecuencias No – Operacionales:

NO afectan a la seguridad ni la producción, solo implican el costo directo de la reparación.

Luego el proceso de RCM hace uso de estas categorías como base para la toma de decisiones en el mantenimiento. Obligando a realizar una revisión de las consecuencias de cada modo de fallo en relación con las categorías recién mencionadas, integra los objetivos operacionales, medio ambientales y de seguridad a la función mantenimiento.

Por lo que también amplía la forma de pensar de diferentes maneras de manejar las fallas, más que concentrarnos a prevenir fallas. Las técnicas de manejo de falla se dividen en dos categorías:

- Tareas Proactivas:

Se emplean antes de que ocurra la falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarca lo que se conoce como mantenimiento "predictivo" o "preventivo", aunque en RCM se utilizan los términos de reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, y mantenimiento a condición.

- Acciones a falta de:

Estas acciones son utilizadas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva y tratan directamente con el estado de falla. Las acciones a falta de incluyen búsqueda de fallas, rediseño y mantenimiento a rotura.

La sección siguiente en este capítulo, trata el tema de las tareas proactivas en mayor profundidad.

2.17. TAREAS DE REACONDICIONAMIENTO Y SUSTITUCIÓN CÍCLICAS:

El reacondicionamiento cíclico implica re-fabricar un componente o reparar un elemento antes de un límite de edad específico sin importar su condición en ese momento. Las tareas de sustitución cíclica implican sustituir un componente antes del límite de edad específico, más allá de su condición en ese momento.

Estos dos tipos de tareas son conocidos generalmente como mantenimiento preventivo.

2.18. TAREAS A CONDICIÓN:

Se llaman tareas a condición porque los componentes se dejan en servicio a condición de que continúen alcanzando los parámetros de funcionamiento deseados. El Mantenimiento a condición incluye al mantenimiento predictivo, mantenimiento basado en la condición y monitoreo de condición.

Si son utilizadas correctamente, las tareas a condición pueden ser muy buenas en manejar fallas, pero a la vez pueden ser una pérdida de tiempo muy costosa.

2.19. ACCIONES A FALTA DE:

El RCM reconoce tres grandes categorías de acciones a falta de:

- Búsqueda de fallas:

Implica revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si ha fallado.

- Rediseño:

Implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema. Incluye modificaciones en los equipos y también incide en cambios de procedimientos.

- Ningún Mantenimiento Programando:

Como su nombre lo indica, no se anticipa o previene los modos de falla y se deja que la falla ocurra, para luego repararla.

2.20. QUE LOGRA EL RCM

- Mayor seguridad e integridad ambiental:

RCM considera la importancia ambiental y seguridad por cada falla antes de considerar su efecto en las operaciones. Por tal motivo se actúa para minimizar o eliminar todos los riesgos identificados relacionados con la seguridad de los equipos y el medio ambiente.

- Mejor Funcionamiento operacional (cantidad, calidad de productos y servicio al cliente):

RCM toma todas las medidas necesarias para mejorar el funcionamiento operacional de la planta, esfuerzo de ajustar y focalizar el mantenimiento lleva a grandes mejoras en el desempeño de los activos físicos.

- Mayor costo- eficacia del mantenimiento:

RCM centra su atención en las actividades de mantenimiento que tienen mayor efecto en el desempeño de la planta. Además ayuda asegurar que todo lo que se gasta para mantenimiento se invierta en otras áreas de la compañía y así obtener mejores resultados.

- Mayor vida útil de componentes costosos:

Producto al uso de herramientas de análisis y técnicas de mantenimiento a condición.

- Una base de datos global:

RCM finaliza con un registro global, documentado de los requerimientos de mantenimiento de todos los activos físicos utilizados por la organización. Esto facilita la adaptación a circunstancias cambiantes en el futuro.

Finalmente, la información almacenada en las hojas de decisión RCM reduce los efectos de la rotación de personal y perdida de experiencia que esto provoca.

- Mayor motivación del personal:

Especialmente las personas involucradas en el proceso de revisión. Esto lleva a un entendimiento general del activo en su contexto operacional, y también un sentido de permanencia más amplio de los problemas y soluciones de mantenimiento.

- Mejor Trabajo en equipo:

Provee un lenguaje técnico que es fácil de entender para cualquier persona que tenga alguna relación con el mantenimiento. Esto da al personal de mantenimiento y de operaciones un mejor entendimiento de lo que puede lograr, y que debe hacerse para lograrlo.

2.21. HOJA DE INFORMACIÓN AMEF

Haciendo uso de la información obtenida del AMEF, se puede generar una hoja de diagrama decisión RCM (Figura 26), la que se divide en siete columnas donde quedan registrados el sistema, subsistema, falla funcional, la descripción de funciones, el modo de falla y potencial, efectos potenciales de fallo, y las causas de la falla. Las funciones son enumeradas en orden de importancia.

Las Funciones y los Modos de Falla son registrados numéricamente mientras que las Fallas Funcionales son registradas mediante letras.

AMEF, ANALISIS MODO Y EFECTO DE LA FALLA						
Hoja de información AMEF						Pág. N°: 1 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Falla funcional	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales	Causas de fallo

Figura 26: Estructura de la Hoja de Información de AMEF modificado. (Moubray, 2000)
Fuente: Elaboración propia.

2.22. HOJA DE DECISIÓN DE RCM

Una vez completada la hoja de información AMEF, se puede completar la Hoja de Decisión de RCM, la cual está dividida en dieciséis columnas (Figura 27). Las columnas tituladas F, FF y MF guardan relación con la Hoja de información. Se utilizan para correlacionar las referencias entre las Hojas de Información y las Hojas de Decisión.

HOJA DE DECISIONES RCM										Sistema: Paletizador Accupal 4000										Elaborado por: Adrian Olave Delgado										Página		1 de 5	
										Subsistema: Transporte alimentación cajas																							
Referencia				Evaluación de consecuencias				H1		H2		H3		Acción a falta de						Tarea Propuesta										Intervalo		Ejecuta	
								S1		S2		S3																					
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4		H5		S4																			
						N1	N2	N3																									

Figura 27: Hoja de decisión de RCM. (Moubray, 2000)
Fuente: Elaboración Propia.

- Las columnas tituladas H, S, E, O, son utilizadas para registrar las respuestas a las preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla.
- Las tres columnas siguientes (tituladas H1, H2, H3, etc.) registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva, y si es así, que tipo de tarea.
- Si se hace necesario responder cualquiera de las preguntas "a falta de", las columnas encabezadas con H4 y H5, o la S4 son las que permiten registrar esas respuestas.

Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada, la frecuencia con la que debe hacerse y quien ha sido seleccionado para realizarla. La columna de "Tarea Propuesta" también se utiliza para registrar los casos en los que se requiere rediseño o si se ha decidido que el modo de falla no necesita mantenimiento programado.

2.23. CONSECUENCIAS DE FALLA

Estas preguntas se hacen para cada modo de falla, y las respuestas son registradas en la Hoja de Decisión basándose en lo que a continuación, muestra la Figura 28 y 29.

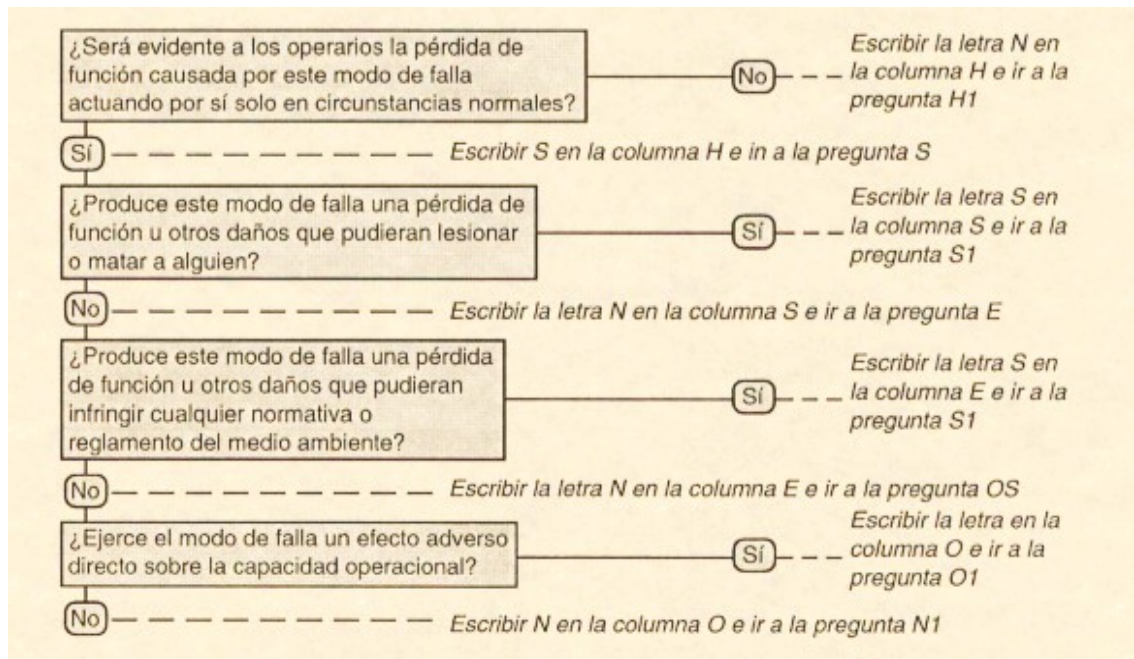


Figura 28: Como se registran las consecuencias de falla en la hoja de decisión.
Fuente: Libro Mantenimiento Centrado en confiabilidad (Moubray, 2000)

La Figura 28, muestra cómo se registran las respuestas a estas preguntas en la Hoja de Decisión.

Notemos que:

- Cada modo de falla es ubicado en una sola categoría de consecuencias. Entonces si es clasificado como que tiene consecuencias ambientales, no evaluamos también sus consecuencias operacionales. Esto significa que, por ejemplo, si se registra una "S" en la columna E, no se registra nada en la columna O.

Referencia de información			Evaluación de consecuencias					
F	FF	FM	H	S	E	O		
3	A	1	N	-	-	-	-	- Una falla oculta: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva (predictiva o preventiva) debe reducir a un nivel tolerable el riesgo de una falla múltiple
5	B	2	S	S	-	-	-	- Consecuencias para la seguridad: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe reducir a un nivel tolerable el riesgo de esta falla por sí sola
2	C	4	S	N	S	-	-	- Consecuencias para el medio ambiente: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe reducir el riesgo a un nivel tolerable de esta falla por sí sola
1	A	5	S	N	N	S	-	- Consecuencias operacionales: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe costar menos que el costo total de las consecuencias operacionales más el costo de la reparación que pretende prevenir a través de un periodo de tiempo
1	B	3	S	N	N	N	-	- Consecuencias no operacionales: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe costar menos que el costo de reparación que pretende prevenir a través de un periodo de tiempo

Figura 29: Consecuencias de falla.

Fuente: Libro Mantenimiento Centrado en confiabilidad (Moubray, 2000)

2.24. TAREAS PROACTIVAS

De la octava columna a la décima son utilizadas para registrar si ha sido seleccionada una tarea proactiva, de la siguiente manera:

- La columna titulada H1/ S1/ 01/ N1 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condition apropiada para anticipar el modo de falla a tiempo como para evitar las consecuencias.
- La columna titulada H2/ S2/ 02/N2 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico apropiada para prevenir las fallas.
- La columna titulada H3/ S3/ 03/ N3 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir las fallas.

H1	H2	H3	
S1	S2	S3	
O1	O2	O3	
N1	N2	N3	
S			¿Es técnicamente factible realizar una tarea a condición para reducir la frecuencia de la falla? ¿Hay alguna clara condición de falla potencial? ¿Cuál es? ¿Cuál es el intervalo P-F? ¿Es suficientemente largo como para ser de utilidad? ¿Es razonablemente consistente? ¿Es posible hacer la tarea a intervalos menores al intervalo P - F?
N	S		¿Es técnicamente factible una tarea de reacondicionamiento cíclico para reducir la frecuencia de la falla (evitar toda falla en el caso en que afecta a la seguridad)? ¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad (todos en el caso de consecuencias para la seguridad o el medio ambiente)? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?
N	N	S	¿Es técnicamente factible una tarea de sustitución cíclica para reducir la frecuencia de la falla (evitar todas las fallas en el caso de que afecte a la seguridad)? ¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad (todos en el caso de consecuencias para la seguridad o el medio ambiente)?

Figura 30: Consecuencias de falla

Fuente: Libro Mantenimiento Centrado en confiabilidad (Moubray, 2000)

Si se selecciona una tarea, se registra una descripción de la tarea y la frecuencia con la que debe ser realizada como se explica más adelante en este capítulo y el modo de falla.

2.25. LAS PREGUNTAS "A FALTA DE"

Las columnas tituladas H4, H5 y S4 en la Hoja de Decisión, son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas "a falta de". Como se responde a estas preguntas se resume en la Figura 31.

Referencia de Información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de					
F	FF	FM	H	S	E	O	S1 O1 N1	S2 O2 N2	S3 O3 N3		H4	H5	S4		
3	A	1	N				N	N	N		S	-	-	-	¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de búsqueda de falla?
Registrar "Sí" si es posible realizar la tarea y resulta práctico hacerlo con la frecuencia requerida y reduce el riesgo de la falla múltiple a un nivel tolerable.															
4	B	4	N				N	N	N		S	-	-	-	¿Podría la falla múltiple afectar la seguridad o el medio ambiente?
4	C	2	N				N	N	N		N	-	-	-	(Sólo se hace esta pregunta si la respuesta a la pregunta H4 es "NO".) Si la respuesta a esta pregunta es "SI", el rediseño es obligatorio. Si la respuesta es "NO", la acción "a falta de" es no realizar mantenimiento preventivo , pero el rediseño puede ser deseable
5	B	2	S	S			N	N	N		S	-	-	-	¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una combinación de tareas?
2	A	5	S	S			N	N	N		N	-	-	-	Si si una combinación de dos o más tareas proactivas cualquiera reduce el riesgo de falla a un nivel tolerable (esto rara vez sucede). Si la respuesta es "NO", el rediseño es obligatorio.
1	A	5	S	N	N	S	N	N	N		-	-	-	-	En estos dos casos, las consecuencias de la falla son puramente económicas y no se pudo encontrar una tarea proactiva apropiada. Como resultado, la decisión "a falta de" inicial es no realizar mantenimiento programado , pero el rediseño puede ser deseable
1	B	3	S	N	N	N	N	N	N		-	-	-	-	

Figura 31: Las Preguntas a falta de.

Fuente: Libro Mantenimiento Centrado en confiabilidad (Moubray, 2000)

2.26. **DIAGRAMA DE DECISIÓN**

El Diagrama de Decisión de RCM (Figura 32), muestra el camino a seguir para tomar una decisión dentro de un marco de trabajo estratégico y estructurado; y da respuesta a las siguientes preguntas:

- Que tareas propuestas se plantean para responder ante cada falla funcional, con qué frecuencia será realizado y quién lo hará.
- Que fallas son lo suficientemente críticas como para justificar el rediseño, por ejemplo, alguna falla que pueda causar la muerte de un trabajador o un impacto medioambiental.

En qué casos es más factible esperar que ocurra una falla y aplicar un mantenimiento correctivo a implementar algún tipo de mantenimiento proactivo.

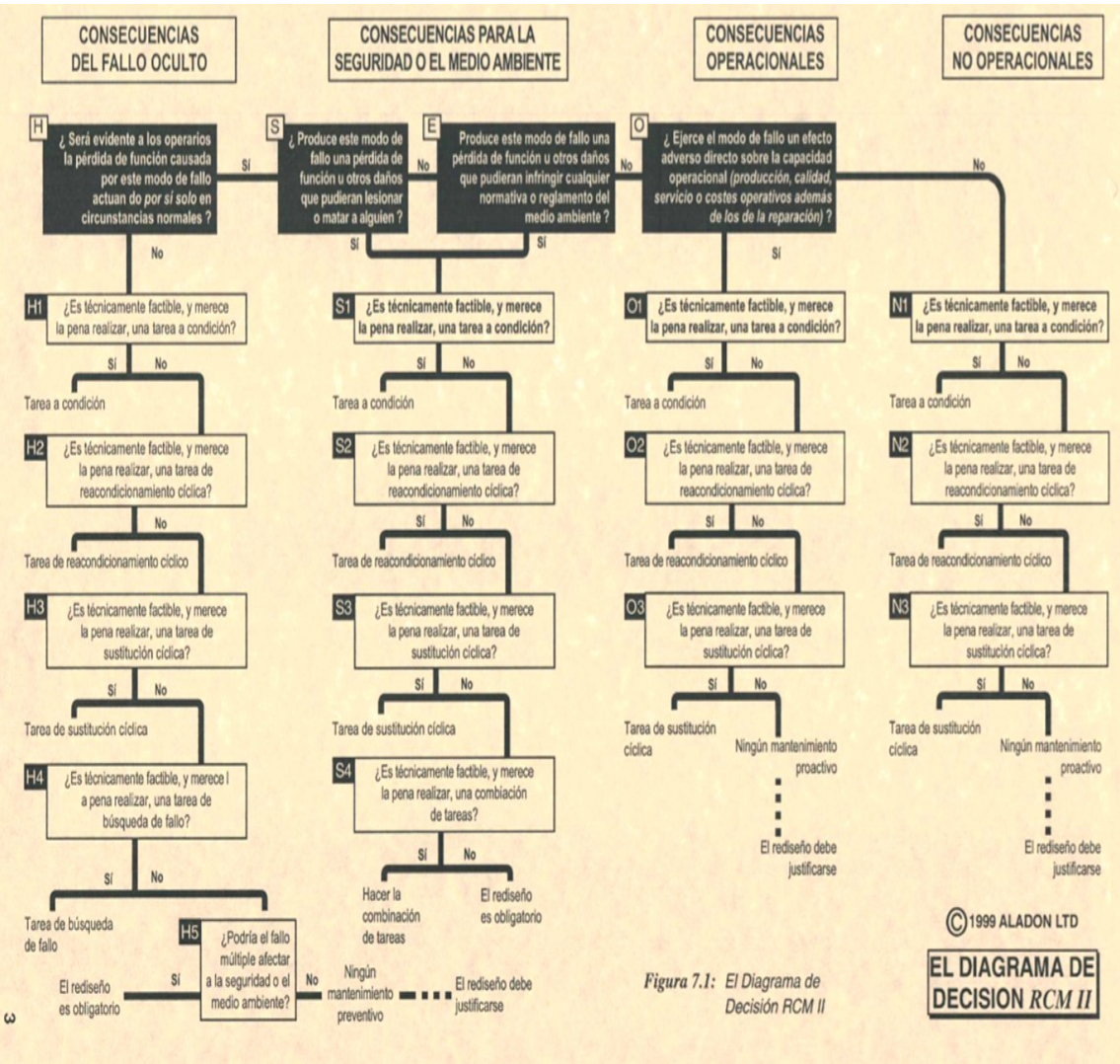


Figura 32: Diagrama de decisión de RCM.

Fuente: Libro Mantenimiento Centrado en confiabilidad (Moubray, 2000).

CAPÍTULO III: ANALISIS DEL PROYECTO

3. ANALISIS DEL PROYECTO

En este capítulo, se realizara todo el análisis del actual proceso productivo, estado de OEE, entre otros.

Métodos de análisis de fallas Ishikawa, Pareto, AMEF y decisión RCM.

3.1. DISPONIBILIDAD ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

En la siguiente tabla (Tabla 2), mencionada disponibilidad, se consideran los datos recopilados desde Enero a Diciembre del año 2018, donde se indican las horas de operación, detenciones por mantenimiento, imprevistos de operación, detenciones por calidad, y detenciones totales.

Con el fin de determinar, el promedio de disponibilidad de la línea productiva de embotellado con un promedio de 80 % anual.

DISPONIBILIDAD							
MES	AÑO	HRS DE OPERACIÓN	HRS DETENCION POR MANTENIMIENTO	HRS POR IMPREVISTOS DE OPERACIÓN	HRS DETENCION CALIDAD	HRS TOTALES DETENCIONES	DISPONIBILIDAD
ENERO	2018	189	27	25	3	55	70,90%
FEBRERO	2018	236	16	13	3	32	86,44%
MARZO	2018	240	6,4	37	3	46,4	80,67%
ABRIL	2018	213	8	54	2	64	69,95%
MAYO	2018	240	39	23	5	67	72,08%
JUNIO	2018	221	11	3	3	17	92,31%
JULIO	2018	229	12	12	2,4	26,4	88,47%
AGOSTO	2018	238	7,4	51	2	60,4	74,62%
SEPTIEMBRE	2018	240	47	57	0	104	56,67%
OCTUBRE	2018	240	17	12	2	31	87,08%
NOVIEMBRE	2018	240	8	7	3	18	92,50%
DICIEMBRE	2018	230	7,9	18	1	26,9	88,30%
						PROMEDIO	80,00%

Tabla 2: Disponibilidad actual del proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia.

Por tal motivo, graficamos estos datos para verificar los mes de mayor y menor disponibilidad de la línea productiva del año 2018, teniendo mayor disponibilidad en el mes de Noviembre con un porcentaje de 92,50% y el mes de menor disponibilidad en Septiembre con un porcentaje de 56,67%.

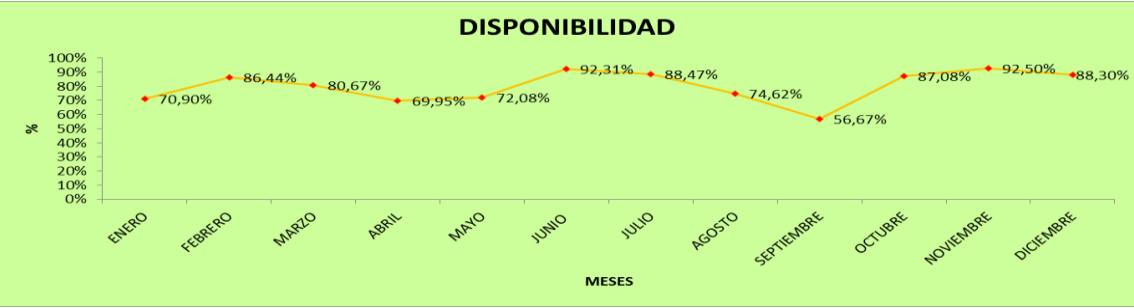


Figura 33: Grafico Disponibilidad del proceso productivo del año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

3.2. MTBF Y MTTR

Adicional a la disponibilidad obtenemos el tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR), de igual manera fueron evaluados de Enero a Diciembre 2018, considerando horas de operación y números de fallas por cada mes, obteniendo un promedio de 37 en los MTBF. Según Figura 34.

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLA O MTBF													
MES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	promedio
AÑO	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	
HRS OPERACIÓN	189	236	240	213	240	221	229	238	240	240	240	230	
N° FALLAS	8	11	7	21	13	7	9	5	3	5	6	4	
LÍNEA EMBOTELLADO	24	21	34	10	18	32	25	48	80	48	40	58	37

Figura 34: Tiempo Medio entre Falla, MTBF.
Fuente: Elaboración propia.

Y en relación al MTTR, tiempo medio de reparación del año 2018, nos dio como resultado 3 horas. Como pueden ver en la figura siguiente (Figura 35).

TIEMPO MEDIO EN REPARACIONES O MTTR													
MES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Promedio
HRS DETENCIONES	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	
N° FALLAS	27	16	6,4	8	39	11	12	7,4	47	17	8	7,9	
LÍNEA EMBOTELLADO	8	11	7	21	13	7	9	5	3	5	6	4	
LÍNEA EMBOTELLADO	3	1	1	0	3	2	1	1	16	3	1	2	3,0

Figura 35: Tiempo Medio de Reparación.
Fuente: Elaboración propia.

Para poder desarrollar todo el análisis, se evaluó la velocidad de botellas por hora en la línea de embotellado, datos de los cuales fueron fundamentales para poder llevar a cabo este estudio, con el fin de poder implementar de manera más detallada y con la veracidad real de las condiciones actuales de la línea de embotellado. Ver figura 36, donde detalla botellas por hora de producción, diaria, semanal, mensual y anual.

Todo esto, considerando, que la línea productiva trabaja en único turno, el cual se desarrolla de Lunes a Viernes de 08:00 a 20:00 horas incluyendo las 2 horas extras diarias legales, en total 12 horas de productividad. Sin descontar horario de colación al personal, ya que se realizan reemplazos en esos periodos.

VELOCIDAD BOTELLAS POR HORA	
BOTELLAS POR HORA	18.000
BOTELLAS POR DIA 12 HORAS	216.000
BOTELLAS POR SEMANA	1.080.000
BOTELLAS POR MES	21.600.000
BOTELLAS POR ANUAL	259.200.000

Figura 36: Velocidad de botellas por hora en línea de embotellado.
Fuente: Elaboración propia.

3.3. OEE

La eficiencia operacional de los equipos, fue clave para evidenciar y clasificar la condición actual de la línea de embotellado, la cual fue determinada por la Disponibilidad, Rendimiento y Calidad; Obteniendo un porcentaje OEE anual de 61,46 %, (Figura 37) con estos datos evaluamos la condición en la clasificación de los OEE, la cual se muestra más adelante en este capítulo.

EFICIENCIA =	DISPONIBILIDAD X RENDIMIENTO X CALIDAD		
OEE ANUAL	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD
OEE ANUAL	80%	90%	85%
OEE ANUAL	61,46%		

Figura 37: Eficiencia Operacional de la línea de embotellado año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38, se muestra la formula con la cual fue calculado, el rendimiento anual de la línea productiva de embotellado de vinos, donde por medio de la velocidad real partido la velocidad ideal obtenemos el rendimiento anual con un porcentaje de 90 %.

RENDIMIENTO ANUAL =	VELOCIDAD REAL / VELOCIDAD IDEAL	
RENDIMIENTO ANUAL =	234.276.005	259.200.000
RENDIMIENTO ANUAL =	0,90	90%

Figura 38: Formula rendimiento anual línea de embotellado de vinos.
Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura 39, muestra la formula con la cual, se calculó la calidad de la línea de embotellado, donde el producto conforme partido el total producido y como resultado obtenido de calidad anual fue de un 85%.

CALIDAD ANUAL =	PRODUCTO CONFORME / TOTAL PRODUCIDO	
CALIDAD ANUAL =	199.134.604	234.276.005
CALIDAD ANUAL =	0,85	85%

Figura 39: Formula Calidad de línea de embotellado de vinos periodo 2018.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo, a los datos obtenidos para registrar e interpretar de manera más amigable, graficamos estos datos, como se muestran en la siguiente figura 40.

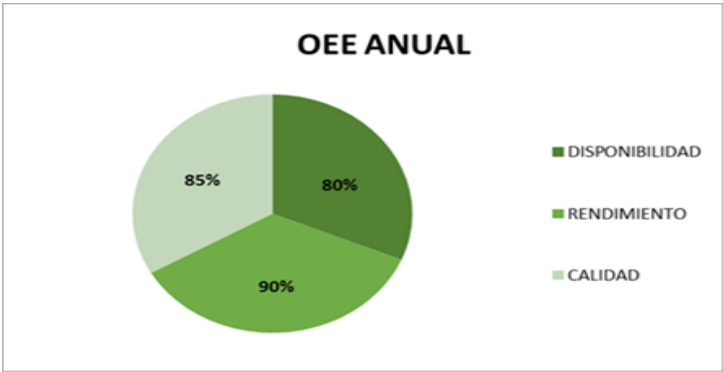


Figura 40: Grafico Eficiencia Operacional Línea de embotellado de vinos año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

Tal como indicamos anteriormente, el resultado de la eficiencia operacional anual de la línea de embotellado, este debe ser clasificado por la siguiente figura (Figura 41), la cual es fundamental para continuar el análisis de muestra aplicación de RCM.

En relación al OEE anual obtenido de un 61,46%, la clasificación que se encuentra el proceso analizado esta es menor al 65% lo cual es inaceptable, percibe importantes pérdidas y hay baja competitividad.

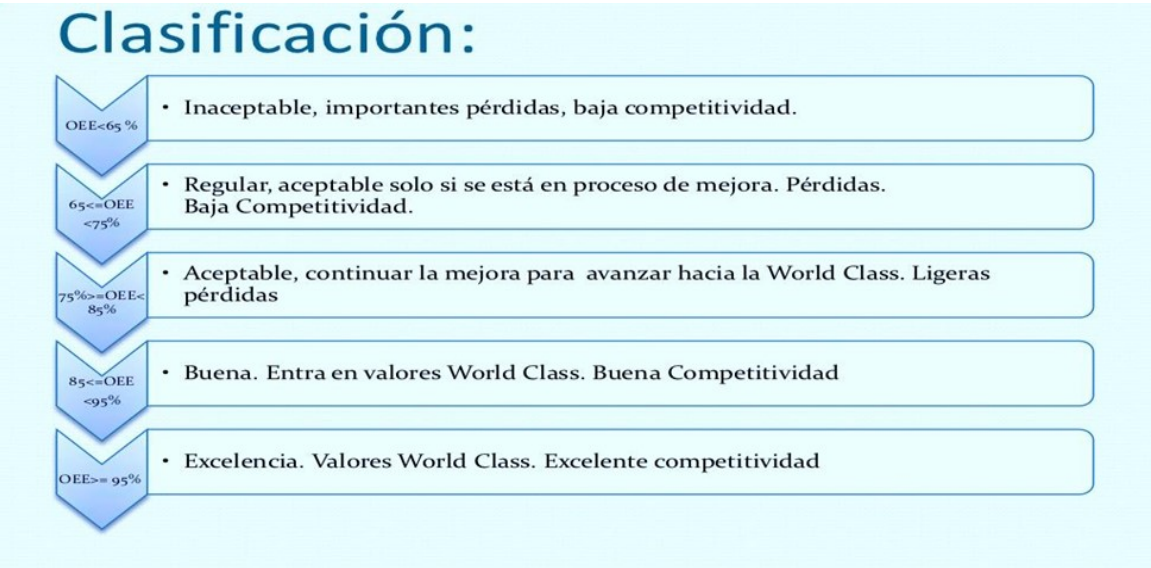


Figura 41: Clasificación de OEE.
Fuente: <https://steemit.com/spanish/@adiazrojas13/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef>.

3.4. ISHIKAWA

Una vez analizados los OEE, podemos determinar por medio de un análisis de causa raíz (RCA) o Ishikawa, para llegar a las causas posibles en la línea estudiada.

En la cual, se consideraron diferentes condiciones: Método, Entorno, Maquinaria, Materia Prima, Personal y por ultimo llegar a la causa de los problemas que es la baja confiabilidad de los equipos. Ver figura siguiente de Ishikawa (Figura 42).

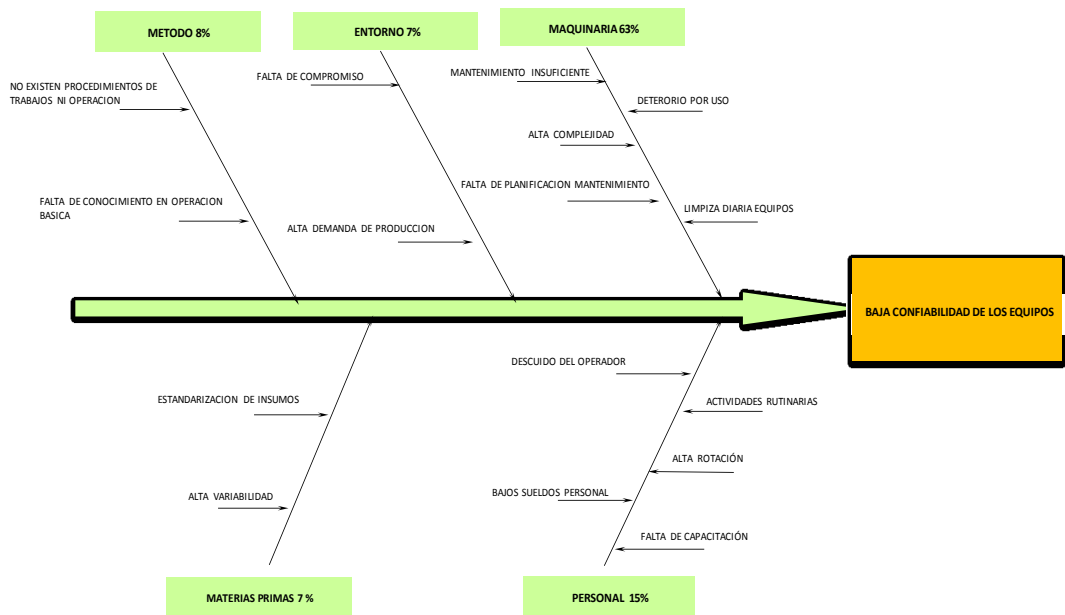


Figura 42: Ishikawa o RCA de la línea de embotellado de vinos.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura (Figura 43), se desarrolla de la clasificación y análisis de la aplicación Ishikawa, donde se recopilan datos de Enero a Diciembre del año 2018, con el fin de obtener porcentajes de las posibles causas del problema en el caso estudiado.

Clasificación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Porcentaje
Personal	3	1	0	2	1	4	0	1	0	2	1	0	15	15%
Maquinaria	4	4	3	10	2	2	11	9	5	7	6		63	63%
Metodo	0	1	2	0	1	0	1	0	1	1	0	1	8	8%
Entorno	0	0	2	1	0	0	1	0	1	1	0	1	7	7%
Materias primas	0	0	1	2	0	0	1	0	2	0	1	0	7	7%
														100%

Figura 43: Clasificación de RCA por porcentaje de actividad.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación mencionaremos y explicamos los problemas, que se desarrollan el mantenimiento directamente en relación al proceso productivo.

- Baja confiabilidad en los equipos.
Este problema se debe a las fallas intermitente de los equipos en cualquier momento, esto hace que la línea siempre este expuesta a cualquier imprevisto y tenga que ajustar su producción a posibles fallas que ocurriesen eventualmente.

CAUSAS

- Falta de capacitación del personal operativo.
Desconocimiento del funcionamiento básico de los equipos y parámetros únicos de funcionamiento.
- No existen procedimientos operativos y de mantenimiento Establecidos
Cada persona desarrolla su labor a su manera y tienen diferentes reacciones frente a una emergencia y simplemente no pueden solucionar las fallas.
- Falta compromiso
Personal solo hace lo mismo que realizaba todos los años y no tiene nuevos objetivos.

Todas estas causas traen como consecuencia lo siguiente:

- Pérdidas económicas en relación a las detenciones por fallas.

Este problema, es consecuencia directa de las fallas en los equipos por cada hora de detenciones de la línea, deja de producir y por ende deja de ganar dinero y si consideramos la capacidad de línea por la horas de maquina parada por falla, como resultado obtenemos importantes pérdidas económicas por ello es un problema crítico.

- Incremento de stress laboral debido a la presión de trabajo.

La presión de trabajo por corregir las fallas correctivas en el menor tiempo posible y así volver a reiniciar proceso, genera tensión en el trabajo y esto puede inducir a errores y a su vez a accidentes por pasar por alto las precauciones y medidas de seguridad de cada acción operativa.

Cada falla no controlada, en otras palabras nuevas porque no se tiene claro el modo de falla, trae consigo una lista de acciones inmediatas que incurren en gastos que no son estimados y la necesidad de volver a reiniciar proceso obliga dejarse llevar y esto eleva los costos de la línea de embotellado de vinos.

- Incremento del stock mínimo en el inventario.

Como no se sabe cuándo puede fallar un equipo ni por qué parte puede fallar se compra todas las piezas posibles y en algunos casos se abusa del almacén teniendo como resguardo prácticamente otro equipo desarmado en stock.

- Aumento de horas extras, tanto para personal de mantenimiento como operaciones.

Este problema surge de la necesidad de realizar el trabajo lo más pronto posible colocando más personas para encontrar la falla dejando otras tarea pendientes que luego se regularizara en horas extras.

- Incremento de mermas de producción.

Este problema, se debe a que el incremento de paradas de línea o fallas es directamente proporcional a la cantidad de mermas de producción.

- Incumplimiento de pedidos a fin de mes.

Si no se llega a completar el pedido en el caso de exportación o cubrir la necesidad en el caso de embotellado nacional, la empresa empieza dejar espacios para que ingresen otros productos al distribuidor final.

- Retrasos en los inicios de producción.

Si existen alarmas o fallas potenciales el arranque de la línea es suspendido para evitar iniciar y luego parar e incurrir en mermas innecesarias

3.5. **PARETO**

Una vez determinada la causa raíz de los problemas presentes en la línea de embotellado, aplicamos el diagrama de Pareto, el cual representa el 80/20.

El 80% de los problemas que ocurren en cualquier actividad son ocasionados por el 20% de los elementos que intervienen en producirlos.

Por esta razón, se realizó un análisis de las fallas en todos los equipos de la línea productiva en el año 2018, con el fin de identificar cada uno de ellos, además de obtener la cantidad de fallas totales, las cuales se les da porcentajes de fallas, con el fin de representar el 100 por ciento de ellas. Además se obtiene acumulado y porcentajes de acumulado, como muestra en la Figura 44, siguiente:

DIAGRAMA DE PARETO LINEA DE EMBOTELLADO					
ITEM	SISTEMA GENERAL	N° DE FALLAS	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
1	Paletizador	27	27%	27	27%
2	Transporte	10	10%	37	37%
3	Naveta de traslado palets	7	7%	44	44%
4	Despaletizador de Botellas	6	6%	50	51%
5	Logilook	6	6%	56	57%
6	Envolvedor de palets	6	6%	62	63%
7	Monoblock	5	5%	67	68%
8	Formadora de cajas	5	5%	72	73%
9	Selladora de Cajas	5	5%	77	78%
10	Lavadora externa	4	4%	81	82%
11	Divisor de Botellas	4	4%	85	86%
12	Encajonadora	4	4%	89	90%
13	Codificador de cajas	4	4%	93	94%
14	Capsulador (PVC, Complex)	3	3%	96	97%
15	Tabiquera	3	3%	99	100%
TOTAL		99	100%		

Figura 44: Diagrama de Pareto o 80/20.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura (Figura 45), denominada Diagrama de Pareto, podemos identificar El equipo más crítico y el número de fallas acumuladas en el periodo evaluado.

Los datos obtenidos, se ordenan de tal manera que nos ayuda a identificar y seleccionar los aspectos prioritarios que hay que tratar en este caso, el equipo más crítico de la línea de embotellado que se determina identificando por la cantidad de fallas que este tiene, el cual es el Paletizador con 27 fallas en el año 2018.

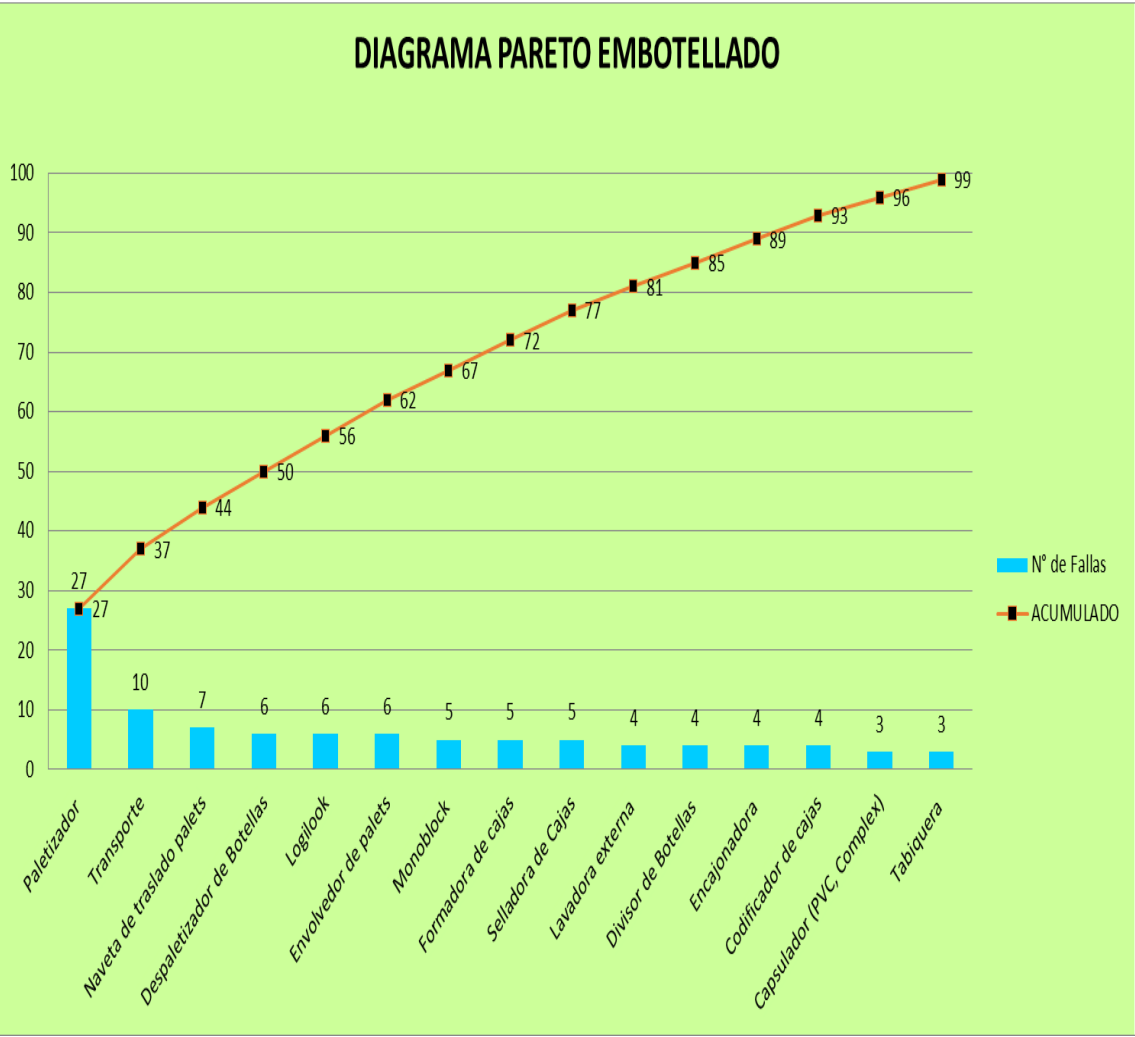


Figura 45: Grafico Diagrama de Pareto o 80/20.
Fuente: Elaboración propia.

Por esta razón, realizamos nuevamente, Pareto para identificar el subsistema de nuestro equipo, el cual se divide en 5 subsistemas:

- 1. Transporte de alimentación de cajas
- 2. Empujador de cajas
- 3. Cabezal
- 4. Elevación de cabezal
- 5. Transporte de pallets

Como podemos ver en la figura 46, siguiente, este realiza la misma labor anterior identificar las causas, números de fallas, porcentajes entre otros.

DIAGRAMA DE PARETO EQUIPO MÁS CRÍTICO PALETIZADOR					
ITEM	SUBSISTEMA	N° DE FALLAS	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
1	TRANSPORTE ALIMENTACIÓN CAJAS	9	33%	9	33%
2	EMPUJADOR CAJAS	7	26%	16	59%
3	CABEZAL	6	22%	22	81%
4	ELEVACIÓN CABEZAL	3	11%	25	93%
5	TRANSPORTE PALLETS	2	7%	27	100%
TOTAL		27	100%		

Figura 46: Diagrama de Pareto equipo más crítico, Paletizador accupal 4000.
Fuente: Elaboración propia.

3.6. HOJA DE INFORMACIÓN AME

En la siguiente tabla (Tabla 3), nombrada como hoja de información AMEF, muestra el análisis llevado a cabo después de haber obtenido el equipo más crítico con el fin de realizar un análisis más detallado del equipo, como por ejemplo falla funcional, función que desempeña, modo de fallo, efecto potenciales de fallo y causa de fallo.

Esto es esencial, ya que nos ayuda a tomar mejores decisiones en la aplicación de RCM, se consideran los subsistemas del equipo crítico, y se analizan cada uno de ellos.

AMEF, ANALISIS MODO Y EFECTO DE LA FALLA						
Hoja de información AMEF						Pág. N°: 1 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Falla funcional	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales de fallo	Causas de fallo
1	Transporte alimentación cajas	1.- Sin alimentación de cajas en transporte	1.- Transporte de cajas a la máquina	A) Desgaste de cintas y cadenas	Movilidad reducida	Regulación y ajuste
				B) Motorreductor no funciona	Daño al eje principal	Rodamiento agrietado
				C) Desviación de cajas	Acumulación excesiva de cajas en transporte	Suciedad en sensores
				D) Atascamiento de cajas	Configuración errónea	Regulación y ajuste de guías o barandas
				E) Motorreductor se detiene	Detención de transporte	Freno de motorreductor magnetico dañado
				F) Movilidad reducida cilindros vuelta caja	Volteo de cajas erroneo	Regulación y ajuste de presión de aire
				G) Fuga de aire en mangueras de cilindros	Pérdida de presión en cilindros	Mangueras dañadas, cortadas
Hoja de información AMEF						Pág. N°: 2 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Falla funcional	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales de fallo	Causas de fallo
2	Empujador de cajas	1.- Empujador de cajas defectuoso	1.- Carro o soporte de traslación horizontal de cajas	A) Desgaste excesivo ruedas y guías	Deslizamiento erroneo del carro de traslación	Material inadecuado de fabricación
				B) Juego entre terminales y brazo traslación.	Cortes de pernos	Fractura por fatiga
				C) Soltura de brazo traslación	Caída de cajas	Vibración excesiva
				D) Movilidad reducida de brazo traslación	Deslizamiento erroneo del brazo de traslación	Falta Lubricación
Hoja de información AMEF						Pág. N°: 3 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Falla funcional	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales de fallo	Causas de fallo
3	Cabezal	1.- Compactación defectuosa de cabezal	1.- Conjunto de estructuras que permiten la compactación de cajas a distintas alturas	A) Motorreductor se detiene	Activación de rele termico	Sobre consumo energetico
				B) Agrapamientos de rodamientos	Ruido excesivo	Falta de lubricación
				C) Corte cadena de transmisión	Desgaste excesivo de rodillos o eslabones	Esfuerzos periodicos provocando fractura de eslabones
				D) Movilidad reducida de compactadores	Retardo en compactación	Falta de lubricación
Hoja de información AMEF						Pág. N°: 4 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Falla funcional	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales de fallo	Causas de fallo
4	Elevador de Cabezal	1.- Elevador defectuoso	1.- Permite traslación vertical al cabezal	A) Elevador no detiene en altura correcta	Caída de cajas en pallets	Sensores opticos sucios
				B) Agrapamiento rodillos cadena de transmisión	Ruido al transmitir movimiento	Falta de lubricación y limpieza de cadena
				C) Resbalamiento de cadena	Desgaste de rodillos o eslabones	Esfuerzos periodicos de tensión
Hoja de información AMEF						Pág. N°: 5 de 5
Sistema: Paletizador Accupal 4000	Subsistema	Falla funcional	Función que desempeña	Modo de fallo y potencial	Efecto potenciales de fallo	Causas de fallo
5	Transporte de pallets	1.- Transporte detenido pallets	1.- Conjunto de rodillos que por medio de motorreductores da movilidad a los pallets	A) Atascamiento de pallets	Desnivel de base que soporte rodillos	Regulación y ajuste de nivel de soportes
				B) Desgaste de bujes	Movimiento descontrolado de pallets	Exceso de polvo dañan bujes, falta limpieza
				C) Resbalamiento de cadena transmisión rodillos	Movilidad reducida	Regulación y ajuste de cadena
				D) Motorreductor con fuga	Deterioro de retenes	Retenes dañados
				E) Corte de cadena	Desgaste excesivo de rodillos o eslabones	Esfuerzos periodicos provocando fractura de eslabones

Tabla 3: Hoja de información AMEF.
Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO Y ACCIONES DE
MANTENIMIENTO

4. **EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO Y ACCIONES DE**

MANTENIMIENTO

En este capítulo; se realizara un cronograma de capacitaciones y se implementara el plan de mantenimiento, con el fin de mejorar la eficiencia en el proceso productivo en la línea de embotellado de vinos.

Además, se desarrollara la evaluación económica con el fin de evaluar factibilidad económica del proyecto.

4.1. **CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN**

De acuerdo a la implementación de RCM, una de las acciones preventivas, es realizar capacitaciones al personal tanto de mantenimiento como de producción con el fin de mejorar la confiabilidad de los equipos y así aumentar la eficiencia en la línea de embotellado por esta razón realizaremos un cronograma de capacitación, el cual se llevara a cabo de la siguiente manera como pueden ver en figura 47.

CAPACITACIÓN TRIMESTRAL RCM Y OTROS																
PERSONAL CAPACITADO	DICIEMBRE				MARZO				JULIO				SEPTIEMBRE			
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jefe Mantenimiento																
Encargado de Mantenimiento																
Analista RCM																
Tecnico Mecanico																
Tecnico Electricos																
Tecnico Instrumentistas																
Jefe de Producción																
Encargado de Producción																
Operadores																
Personal Limpieza																

Figura 47: Cronograma de capacitaciones trimestral.
Fuente: Elaboración Propia.

Este cronograma de capacitaciones, considera capacitaciones a todo el personal involucrado en realizar mantenimiento y Operaciones, el cual se realizara de manera trimestral los meses de proyectados Diciembre, Marzo, Julio y Septiembre.

Estas capacitaciones consideran aplicación de RCM, manejo de equipamiento de análisis, registró y control del mantenimiento, desarrollo de actividades mantenimiento y operaciones, evaluaciones de lo expuesto, actividades prácticas de operación y mantenimiento de los equipos de la línea de embotellado, como utilizar herramientas de manera correcta, procedimiento de operación y mantenimiento.

Además, de evaluar de manera conjunta las mejoras que se pueden desarrollar para aportar mejoras a los planes elaborados.

Es sumamente importante entregar todas las herramientas al personal para que pueda ser implementado este plan de mantenimiento por tal razón desarrollamos este cronograma.

4.2. PLAN DE MANTENIMIENTO

Una vez realizado la hoja de decisión RCM, podemos poner en marcha el plan de mantenimiento en la línea de embotellado, el cual fue considerado ser implementado dentro del año 0, con el fin de realizar las capacitaciones previas para que todo el personal involucrado tenga los conocimientos adecuados y estén todos alineados con la estrategia de mantenimiento que se está aplicando en la compañía. Este plan (según figura 49 y 50), se implementara en las instalaciones dentro de los primeros 5 meses, ya que se considera que en los primeros 4 meses es periodo de capacitaciones y contratación de los analistas de RCM.

Será ejecutado por el propio personal de la empresa, el cual consiste en personal de mantenimiento y producción, según figura 48.

CARGO	PERFIL DE CARGO	CANTIDAD
Jefe Mantenimiento	Ingeniero civil Industrial	1
Encargado de Mantenimiento	Ingeniero Mantenimiento Industrial	1
Analista RCM	Ingeniero Mantenimiento Industrial	2
Tecnico Mecanico	Tecnico Profesional Mecanico	2
Tecnico Electricista	Tecnico Profesional Electricista	2
Tecnico Instrumentistas	Tecnico Profesional Instrumentista	2
Jefe de Producción	Ingeniero comercial	1
Encargado de Producción	Tecnico Profesional Administración de empresas	1
Operadores	Tecnicos Nivel Medio Areas Mecanicas, Electrica	15
Personal Limpieza	Cuarto Medio	3

Figura 48: Personal de Mantenimiento y Producción.
Fuente: Elaboración Propia.

Este plan de mantenimiento, considera un detalle de iniciativas, actividades o labores a realizar tanto por personal de mantenimiento y producción, el cual indica la frecuencia de actividad en horas de producción u horas de funcionamiento de los equipos, que se debe realizar, una vez realizada se ingresa a este plan y de esta manera se va desarrollando el registro y se va descontando de manera automática la actividad ejecutada con el fin de evidenciar que el 100 % de estas actividades se lleven a cabo y se logre el propósito de esta implementación de manera eficiente. En el caso de este plan, tiene un registro de actividad de 43 que corresponden al 100% de nuestro plan de mantenimiento, como pueden ver en figuras 49 y 50.

Linea embotellado	Nombre iniciativa		PLAN DE MANTENIMIENTO			
	Área responsable		MANTENIMIENTO			
0 No terminado 1 Terminado Iniciativas, tareas y actividades	Responsable	Frecuencia	Total tareas programadas	Total tareas ejecutadas	Cumplimiento	Status
PALETIZADOR ACCUPAL 4000						
Regulación, ajustes de barandas y guías acuerdo a formatos de cajas	Operador	CADA CAMBIO DE FORMATO	43	43	100%	1
Limpieza de sensores en equipo	Operador	24 HORAS	100%			1
Inspección visual de componentes (alimentador de cajas, elevador cabezal, cabezal, transposte de pallets)	Operador/Mecanico	24 HORAS				1
Regulación y ajuste de barandas	Operador	24 HORAS				1
Limpieza de cintas o transportes	Operador	24 HORAS				1
Inspeccionar condición de puntos de engrase	Operador	24 HORAS				1
Lubricar puntos de lubricación engrase o aceite, según corresponda Transporte alimentación cajas	Operador/Mecanico	120 HORAS				1
Lubricar puntos de lubricación engrase o aceite, según corresponda Empujador de cajas	Operador/Mecanico	120 HORAS				1
Lubricar puntos de lubricación engrase o aceite, según corresponda cabezal	Operador/Mecanico	120 HORAS				1
Lubricar puntos de lubricación engrase o aceite, según corresponda Elevador de cajas	Operador/Mecanico	120 HORAS				1
Lubricar puntos de lubricación engrase o aceite, según corresponda Transporte de pallets	Operador/Mecanico	120 HORAS				1
Limpieza de cadenas de transmisión, Transporte de pallets	Operador	120 HORAS				1
Inspección de instrumentos de medición y ajustes de presión de aire en equipo	Mecanico	150 HORAS				1
Reajuste general de pernos	Mecanico	150 HORAS				1
Verificar estado de volteador de cajas	Mecanico	150 HORAS				1
Verificar condición de tubing de neumaticos	Mecanico	150 HORAS				1
Todos los puntos del control de las 120 horas	Mecanico	240 HORAS				1
Inspección y análisis de vibraciones a ejes de motorreductores	Mecanico	240 HORAS				1
Inspección y análisis termografico de motorreductores	Mecanico	240 HORAS				1
Inspección y análisis termografico de tablero de control	Mecanico	240 HORAS				1
Todos los puntos de control anterior	Mecanico	300 HORAS				1
Inspección y ajuste de cadenas de transmisión	Mecanico	300 HORAS				1
Revisión y Cambio de filtro FLR, si es necesario	Mecanico	300 HORAS				1
Inspección y ajuste de pernos en brazo traslación	Mecanico	300 HORAS				1
Todos los puntos de control de las 240 hrs.	Mecanico	480 HORAS				1
Revisión de tubing neumaticos y componentes neumaticos	Mecanico	480 HORAS				1
Todos los puntos de control de 240 y 480 hrs.	Mecanico	1440 HORAS				1
Cambio de ruedas y guías en carro	Mecanico	1440 HORAS				1
Todos los puntos de control anterior	Mecanico	2880 HORAS				1
Inspección y ajuste de nivel de base rodillos	Mecanico	2880 HORAS				1
Inspección y estado de rodillos (Limpieza de bujes)	Mecanico	2880 HORAS				1
Inspección y chequeo de reductores	Mecanico	2880 HORAS				1
Verificación de instalaciones eléctricas	Mecanico	2880 HORAS				1
Cambio de pernos	Mecanico	3000 HORAS				1
Todos los puntos anteriores	Mecanico	4980 HORAS				1
Inspección y evaluación de condición de cadenas para posible cambio	Mecanico	4980 HORAS				1
Todos los puntos anteriores	Mecanico	8500 HORAS				1
Cambio de valvulas neumaticas	Mecanico	8500 HORAS				1
Cambio de cilindros	Mecanico	8500 HORAS				1
Cambio de todos los tubing neumaticos	Mecanico	8500 HORAS				1
Cambio de terminales de carro empujador	Mecanico	10000 HORAS				1
Cambio articulación esferica	Mecanico	10000 HORAS				1
Cambio de piñones	Mecanico	17000 HORAS				1

Figura 49: Plan de Mantenimiento parte 1.
Fuente: Elaboración Propia.

4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

El propósito de evaluar económicamente este proyecto, es ver qué tan factible es realizar o no este proyecto y así determinar si es viable económicamente esta implementación.

El objetivo del proyecto es lograr mejorar la disponibilidad de línea a través de una reducción en las horas de detenciones por mantenimiento, logrando así incrementar la confiabilidad operativa de la línea de embotellado.

Por este motivo, se desarrolló la siguiente figura 51 y 52, con el propósito claro de evitar detenciones por mantenimiento sin planificar, como pueden ver este resumen económico evidencia los meses de enero a diciembre, horas detención por mantenimiento y horas de parada por mantenimiento proyectado como objetivo alcanzar, esto netamente es para reducir los tiempos de MTBF y MTTR mencionados en capítulos anteriores.

Además, con este resumen obtenemos, el costo de HH por detención analizando el formato de 6 botellas por cajas, las cuales, se emban en pallets de 150 cajas. Considerando un promedio de 12 pallets por hora a un valor de 750 pesos la botella producida. Datos anteriores mencionados fueron claves para determinar el valor de costo por detención de 1 hora, el cual fue de \$8.100.000 pesos. Además, con esta información de costo de HH de detención nos ayuda a calcular el costo de anual por parada de mantenimiento.

Además, de determinar el ahorro anual para la compañía considerando el promedio mensual de 15 horas promedio mensual.

RESUMEN ECONOMICO LINEA DE EMBOTELLADO			
MESES /AÑO 2018	HORAS DETENCION POR MANTENIMIENTO	HH PARADAS POR MANTENIMIENTO (OBJETIVO A ALCANZAR)	
ENERO	27	15	
FEBRERO	16	15	
MARZO	6,4	15	
ABRIL	8	15	
MAYO	39	15	
JUNIO	11	15	
JULIO	12	15	
AGOSTO	7,4	15	
SEPTIEMBRE	47	15	
OCTUBRE	17	15	
NOVIEMBRE	8	15	
DICIEMBRE	7,9	15	
	206,7	180	TOTAL DE HH AL AÑO
	\$ 8.100.000	\$ 8.100.000	COSTO POR HH DE DETENCIÓN
	\$ 1.674.270.000	\$ 1.458.000.000	COSTO ANUAL POR PARADA DE MANTENIMIENTO
		216.270.000	AHORRO ANUAL PARA LA COMPAÑÍA
	17,23	15,00	PROMEDIO HH MENSUAL

Figura 51: Resumen económico Línea de Embotellado.
Fuente: Elaboración Propia.

6	BOTELLAS X CAJA
150	CAJAS POR PALLETS
12	PALLETS POR HORA
\$ 750	COSTO BOTELLA PRODUCIDA
13	HH POR MANTENIMIENTO
2	HH POR CONTINGENCIA

Figura 52: Resumen Económico Línea de Embotellado.
Fuente: Elaboración Propia.

La figura siguiente 53, muestra los cargos, los perfiles de cargo y salario neto de cada personal involucrado para el desarrollo de la aplicación este personal, ya está trabajando en la compañía menos el analista RCM. Además se identifica el costo neto mensual por cada uno de ellos y costo anual por el personal que actualmente trabaja, para esto se consideran valores aproximados de acuerdo a mercado.

CARGO	PERFIL DE CARGO	CANTIDAD	SALARIO NETO	TOTAL MENSUAL
Jefe Mantenimiento	Ingeniero civil Industrial	1	\$ 3.550.000	\$ 3.550.000
Encargado de Mantenimiento	Ingeniero Mantenimiento Industrial	1	\$ 1.822.000	\$ 1.822.000
Analista RCM	Ingeniero Mantenimiento Industrial	2	\$ 1.466.000	\$ 2.932.000
Tecnico Mecanico	Tecnico Profesional Mecanico	2	\$ 750.000	\$ 1.500.000
Tecnico Electricista	Tecnico Profesional Electricista	2	\$ 750.000	\$ 1.500.000
Tecnico Instrumentistas	Tecnico Profesional Instrumentista	2	\$ 750.000	\$ 1.500.000
Jefe de Producción	Ingeniero comercial	1	\$ 1.322.400	\$ 1.322.400
Encargado de Producción	Tecnico Profesional Administración de empresas	1	\$ 1.062.000	\$ 1.062.000
Operadores	Tecnicos Nivel Medio Areas Mecanicas, Electrica	15	\$ 660.000	\$ 9.900.000
Personal Limpieza	Cuarto Medio	3	\$ 504.000	\$ 1.512.000
TOTAL MENSUAL				\$ 26.600.400
TOTAL ANUAL				\$ 319.204.800

Figura 53: Recuadro Cargos, Perfiles, Cantidad, Salario personal línea embotellado.
Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente figura (figura 54), muestra la inversión de obra, la cual considera recursos, costos HH, HH implementación la cual fue clave para realizar esta estudio económico, con un valor de \$4.191.185 pesos.

INVERSIÓN DE OBRA					
#	RECURSOS	ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO HH	HH IMPLEMENTACIÓN	COSTO TOTAL
1	Jefe Mantenimiento	Apoyo creación plan de mantenimiento, Reciben Capacitación	\$ 27.611	30	\$ 828.325
1	Encargado de Mantenimiento	Apoyo creación plan de mantenimiento, Reciben Capacitación	\$ 14.171	30	\$ 425.129
2	Tecnico Mecanico	Apoyo creación plan de mantenimiento, Reciben Capacitación	\$ 5.833	30	\$ 349.997
2	Tecnico Electricos	Apoyo creación plan de mantenimiento, Reciben Capacitación	\$ 5.833	30	\$ 349.997
2	Tecnico Instrumentistas	Apoyo creación plan de mantenimiento, Reciben Capacitación	\$ 5.833	30	\$ 349.997
1	Jefe de Producción	Reciben Capacitación	\$ 10.285	30	\$ 308.557
1	Encargado de Producción	Reciben Capacitación	\$ 8.260	30	\$ 247.798
15	Operadores	Reciben Capacitación	\$ 5.133	15	\$ 1.154.988
3	Personal Limpieza	Reciben Capacitación	\$ 3.920	15	\$ 176.398
TOTAL			\$ 86.880	240	\$ 4.191.185

Figura 54: Inversión de Obra
Fuente: Elaboración Propia.

Luego de obtener los datos anteriores, se desarrolla el flujo de caja, el cual evalúa el proyecto a 5 años, evidencia los ingresos y egresos, en los ingresos está el ahorro obtenido implementando este plan de mantenimiento y en los egresos considera todos los costos asociados como por ejemplo inversión inicial, analista RCM, los cuales deben ser contratados. Incentivos, ya que el personal al tener mayor responsabilidad, debe ser incentivado. Equipamiento, ya que hay que comprar análisis de vibraciones y otros equipos necesario que hoy no se cuenta con ellos. (Según anexo A). Capacitaciones de las cuales, se mencionaron anteriormente. (Según anexo B) Ver figura 55, flujo de caja.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS						
AHORRO	\$0	\$216.270.000	\$216.270.000	\$216.270.000	\$216.270.000	\$216.270.000
TOTAL INGRESOS	\$0	\$216.270.000	\$216.270.000	\$216.270.000	\$216.270.000	\$216.270.000
EGRESOS						
INVERSIÓN INICIAL	\$4.191.185	\$4.191.185	\$4.191.185	\$4.191.185	\$4.191.185	\$4.191.185
ANALISTA RCM	\$70.368.000	\$70.368.000	\$70.368.000	\$70.368.000	\$70.368.000	\$70.368.000
INCENTIVOS	\$10.100.000	\$10.100.000	\$10.100.000	\$10.100.000	\$10.100.000	\$10.100.000
EQUIPAMIENTO	\$15.932.553	\$15.932.553	\$15.932.553	\$15.932.553	\$15.932.553	\$15.932.553
CAPACITACIÓN	\$15.090.000	\$15.090.000	\$15.090.000	\$15.090.000	\$15.090.000	\$15.090.000
TOTAL EGRESOS	\$115.681.738	\$115.681.738	\$115.681.738	\$115.681.738	\$115.681.738	\$115.681.738
FLUJO CAJA	-\$115.681.738	\$100.588.262	\$100.588.262	\$100.588.262	\$100.588.262	\$100.588.262

Figura 55: Flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el ahorro anterior, se estimó una tasa del 15%, ya que no se puede saber exactamente la cantidad que margina la empresa. Sin embargo de ser mayor podríamos mejorar aún más el resultado obtenido.

Finalmente calcularemos el VAN y TIR, resultado que validaremos si VAN mayor a cero, nuestro proyecto es rentable.

Como podemos ver en figura 56, el VAN Y TIR tienen resultados positivos lo cual nuestro proyecto de implementar RCM en línea de embotellado es viable y rentable, por ende es factible llevarlo a cabo.

VAN	\$ 221.505.718
TIR	83%

Figura 56: VAN y TIR.
Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado en la línea de embotellado, tuvimos la oportunidad de estudiar a fondo el proceso de embotellado de vinos y emplear varias herramientas de gestión que nos permitieron desarrollar este proyecto, como por ejemplo Ishikawa, Pareto, AMEF, OEE, Disponibilidad, MTBF, MTTR y varios más que fueron claves para tomar decisiones certeras en el análisis de fallas de componentes u equipos.

Además de aprender cómo aplicar, desarrollar, analizar y elaborar un plan de mantenimiento con una gran herramienta de gestión del mantenimiento, que es Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM.

Tales herramientas fueron fundamentales para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo aplicando RCM, con el fin de obtener mejoras significativas en la compañía.

Luego de conocer los aspectos generales y técnicos del proyecto, más los factores económicos involucrados, es posible llegar a la conclusión que la implementación es posible.

El plan de mantenimiento preventivo aplicando RCM, permite mejorar sin duda, los actuales indicadores de mantenimiento y OEE.

En el aspecto financiero, según los índices económicos obtenidos en la evaluación, se determina que el proyecto es viable económicamente con un VAN de \$221.505.718 pesos y un TIR del 83%.

En definitiva, de acuerdo a estos índices, se puede concluir que la implementación del proyecto es viable y no representa una pérdida económica para la empresa, sino una solución aceptable en donde la inversión a utilizar permite un ahorro considerable en la compañía.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] MORA, Luis, Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control, Primera edición, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 2009.

[2] Gestión de proyectos de activos industriales, Luis José Amendola.

[3] Libro Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray, 200.

[4] www.mantenimientopetroquimica.com/rcm

[5] Gestión de Proyectos de activos Industriales.

[6] www.mantenimientopetroquímica.com

[7] Libro Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray, 2000.

Libro Mantenimiento Industrial, Jorge Gamarra Tolentino, 2004.
<https://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino/libro-demantenimientoindustrial-24925104>

Información proporcionada por Viña Luis Felipe Edwards.

Manuales Maspack Paletizador accupal 4000.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO A



INSTRUMENTACION ELECTRONICA LTDA.
Importaciones, Exportaciones y Venta de Art. Electrónicos
96.692.430-6

COTIZACION

Señor(es) : ADRIAN AGUSTIN OLAVE DELGADO N° Cot. : 29883 PG-ADROL-810-PTI120-TIS20+
Atención : Adrián Olave Fecha : Santiago, 8 de enero de 2020

N°	Modelo	Descripción	Entrega	Garantía	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
1	810	Medidor de vibraciones FLUKE con tecnología de Diagnóstico Automático de las 4 fallas más recurrentes (rodamientos, desalineación, desequilibrio y holguras) Incluye: acelerómetro triaxial TEDS, soporte magnético para el acelerómetro, kit de montaje con adhesivo para el acelerómetro, cable de desconexión rápida del acelerómetro, tacómetro láser, juego de baterías inteligentes con cable y adaptadores, correa para hombro, correa de mano ajustable, software de aplicación Viewer, cable mini USB a USB, maletín de transporte rígido y Certificado de calibración del acelerómetro	3 Dias	3 Años	1	USD 13.424,37	USD 13.424,37
2	CERTCAL_810	Certificado de Calibración Trazable con Reporte de Datos En Fabrica Fluke Usa.	3 Dias		1	USD 550,00	USD 550,00
3	FLK-PTI120_9HZ	Cámara termográfica de bolsillo Fluke • Completamente radiométrica. Resolución de infrarrojos de 120 x 90 (10.800 pixeles) • Rango de medida de temperatura de -20 °C a 150 °C • Pantalla táctil LCD de 3,5 pulgadas para facilitar la resolución de problemas • Organice y archive automáticamente imágenes térmicas con la función de etiquetado de activos de Fluke Connect® • Puede resistir caídas desde una altura de 1 m • Protección de la carcasa IP54	3 Dias	2 Años	1	USD 1.350,00	USD 1.350,00
4	CERTCAL_PT12	Certificado de Calibración trazable al SI para modelo PT1120	3 Dias		1	USD 243,00	USD 243,00
5	FLK-TIS20+_9HZ	Cámara termográfica Fluke TIS20+, resolución infrarroja 120x90 (10.800 pixeles), LCD de 320 x 240, 9 Hz, -20 °C a 150 °C, IFOV 7.6 mRad, Enfoque fijo, Conectividad Inalámbrica, compatible con Fluke Connect. Incluye: Cámara Fluke TIS20+ Batería y Cargador Estuche Blando de transporte Cable USB	30 Dias		1	USD 2.362,49	USD 2.362,49
6	CERTCAL_TIS20	Certificado de Calibración con Trazabilidad A Fluke-Nist-SI para Modelo TIS20	30 Dias		1	USD 243,00	USD 243,00

CODICIONES GENERALES
- CONDICIONES DE PAGO: Contado contra entrega

- VALIDEZ OFERTA : 30 Dias

- PLAZO DE ENTREGA : 48 horas para productos en Stock, salvo venta previa. A pedido, desde 4 semanas.

- PRECIOS : Los precios en dólares (USD) son pagaderos en pesos chilenos (CLP), calculados al valor dólar observado publicado en Banco Central el día de compra.

- Condición de Entrega : Precios puestos en Santiago.

S.E.u.O.

Sub-Total:	USD	18.172,86
Descto.: %0,00	USD	0,00
Neto:	USD	18.172,86
Iva 19%:	USD	3.452,84
Total:	USD	21.625,70

OBSERVACIONES

- Los productos cotizados no incluyen Certificado de Calibración a menos que se coticen o se indique expresamente, si requiere de este documento con posterioridad , o para mayor información, favor contactarse con nuestro Laboratorio de Calibración, fono 56-2 2927 44 60, email servicio@intronica.com
- Soporte de Servicio Técnico Oficial y Laboratorio de Calibración exclusivo para equipos comercializados por INTRONICA o su red de Distribuidores.
- Se adjunta información Técnica de lo cotizado.

Patricio Gaete S.

INTRONICA LTDA.
56-2 29274430
pgaete@intronica.com
www.intronica.com

DATOS TÉCNICOS

Analizador de vibraciones Fluke 810



Características y ventajas

- La identificación y localización conjunta de las averías mecánicas más comunes (cojinetes, alineación incorrecta, desequilibrio, holguras) concentra los trabajos de mantenimiento en el origen del problema, con lo que se reducen los tiempos de parada no planificados.
- El nivel de vibración general le permite evaluar de manera rápida el funcionamiento global de la máquina, directamente desde la pantalla de diagnóstico.
- Los cuatro niveles de la escala de gravedad de las fallas lo ayudan a establecer prioridades entre los trabajos de mantenimiento.
- Las recomendaciones de reparación les sugieren a los técnicos cuáles son las medidas correctivas que se deben implementar.
- Los informes detallados de diagnóstico, junto con los diagramas espectrales, ayudan a confirmar la calidad de los datos y a acotar las posibilidades para determinar la causa que dio origen a la falla.
- La ayuda en pantalla sensible al contexto ofrece un conjunto de consejos en tiempo real y sirve de guía a los usuarios nuevos.
- La configuración flexible de la velocidad de la máquina le brinda la posibilidad de evaluar una amplia gama de elementos que incluyen sistemas de transmisión, cajas de cambios y engranajes cónicos.
- La memoria integrada ampliable de 2 GB proporciona el espacio suficiente para los datos de su máquina.
- La función de autocomprobación garantiza un rendimiento óptimo y más tiempo en el trabajo.
- El tacómetro láser proporciona precisión en la medición de la velocidad de los equipos y favorece un diagnóstico seguro.
- El acelerómetro triaxial reduce el tiempo de medición en 2/3, en comparación con los acelerómetros axiales de eje único.
- El software Viewer para PC amplía la capacidad de almacenamiento de datos y el seguimiento de los equipos.

La herramienta de solución de problemas más avanzada para los equipos de mantenimiento mecánico que necesitan una respuesta inmediata. La exclusiva tecnología de diagnóstico lo ayuda rápidamente a identificar y priorizar los problemas mecánicos y pone a su alcance la experiencia de un analista en vibraciones.

Se sentirá orgulloso de su instalación, de su equipo y de su trabajo. A pesar de hacer todo lo posible por mantener sus equipos en marcha, a veces no se dispone ni del tiempo suficiente ni de los recursos necesarios para estar al día con la carga de trabajo y, mucho menos, para ser proactivo en el mantenimiento mecánico. Disfrute de la ventaja que le ofrece el analizador de vibraciones Fluke 810 al combinar un poderoso motor de diagnóstico con un sencillo proceso, paso a paso, para generar informes sobre las fallas específicas de la máquina y su gravedad la primera vez que se realizan las mediciones, sin historial de medición previo. Las mediciones de vibración general y los diagramas espectrales le permiten a los técnicos evaluar rápidamente el funcionamiento de la máquina, mientras que los informes mejorados y las recomendaciones prácticas le brindan la confianza que necesita para atender primero los problemas más críticos.

Use el analizador de vibraciones Fluke 810 para las siguientes tareas:

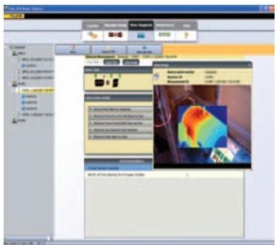
- Solucionar rápidamente los problemas que presentan los equipos y comprender la causa principal de las averías.
- Inspeccionar el equipo antes y después del mantenimiento planificado y confirmar la reparación.
- Poner en marcha los equipos nuevos y garantizar una instalación correcta.
- Proporcionar una prueba cuantificable de las condiciones de trabajo de los equipos e impulsar las inversiones para la reparación o sustitución de los equipos.
- Priorizar y planificar las reparaciones y trabajar con mayor eficiencia.
- Anticiparse a la aparición de averías en los equipos y tener el control sobre el inventario de piezas de recambio.
- Formar a técnicos nuevos o con menor experiencia para mejorar la propia confianza y las habilidades en el seno del equipo de mantenimiento.



Especificaciones del analizador		
Especificaciones de diagnóstico		
Averías estándar	Desequilibrio, holgura, alineación incorrecta y averías en los rodamientos	
Análisis para	Motores, ventiladores, correas y cadenas de transmisión, cajas de cambios y engranajes, acoplamientos, bombas (centrífugas, de pistón, de paletas deslizantes, de propulsión, de tornillo, de rotación de rosca, de engranajes, lobulares), compresores de pistón, compresores centrífugos, compresores de tornillo, máquinas con acoplamientos compactos, husillos	
Rango de velocidad de rotación de la máquina	200 rpm a 12.000 rpm	
Detalles de diagnóstico	Diagnósticos claros con indicaciones de gravedad de la avería (leve, moderada, grave, crítica), detalles de reparación, picos experimentados, espectros	
Especificaciones eléctricas		
Rango	Automático	
Convertidor A/D	4 canales, 24 bits	
Ancho de banda usable de alta frecuencia	5 Hz a 20 kHz	
Funciones de procesamiento de señales digitales	Filtro anti-alias configurado automáticamente, filtro paso alto, eliminación, superposición, presentación en ventana, FFT, cálculo de la media	
Frecuencia de muestreo	2,56 kHz a 51,2 kHz	
Rango dinámico	128 dB	
Relación señal/ruido	100 dB	
Resolución FFT	800 líneas	
Ventanas espectrales	Hanning	
Unidades de frecuencia	Hz, órdenes, cpm	
Unidades de amplitud	in/seg, mm/seg, VdB (EE. UU.), VdB* (Europa)	
Memoria no volátil	Tarjeta de memoria micro SD, 2 GB de memoria interna + almacenamiento de 2 GB adicional a través de ranura accesible para el usuario	
Especificaciones generales		
Dimensiones (AxPxAN)	18,56 cm x 7 cm x 26,72 cm (7,3 pulg. x 2,76 pulg. x 10,52 pulg.)	
Peso (con batería)	1,9 kg (4,2 lb)	
Pantalla	¼ VGA, 320 x 240 color (5,7 pulg. en diagonal) TFT LCD con retroiluminación de LED	
Conexiones de entrada/salida	Conexión de sensor triaxial	Conector M12 de 4 patillas
	Conexión de sensor de eje único	Conector BNC
	Conexión de tacómetro	Conexión mini DIN de 6 patillas
	Conexión a PC	Conector mini 'B' USB (2.0)
Batería	Tipo de batería	Ión-litio, 14,8 V, 2,55 Ah
	Tiempo de carga de la batería	Tres horas
	Tiempo de descarga de la batería	Ocho horas (en condiciones normales)
Adaptador de red CA	Tensión de entrada	100 V CA a 240 V CA
	Frecuencia de entrada	50/60 Hz
Sistema operativo	WinCE 6.0 Core	
Idiomas	Inglés, francés, alemán, italiano, japonés, portugués, chino simplificado, español	
Garantía	Tres años	
Medioambiental		
Temperatura de funcionamiento	0 °C a 50 °C (32 °F a 122 °F)	
Temperatura de almacenamiento	-20 °C a 60 °C (-4 °F a 140 °F)	
Humedad de funcionamiento	De 10 a 95 % H.R. (sin condensación)	
Certificaciones reconocidas	CHINA RoHS, CSA, CE, C TICK, RAEE	
Compatibilidad electromagnética	EN 61326-1:2006, EN 61010-1:2001 2a edición.	



Especificaciones del sensor		
Tipo de sensor	Acelerómetro	
Sensibilidad	100 mV/g (± 5 %, 25 °C)	
Rango de aceleración	Pico de 80 g	
No linealidad en amplitud	1 %	
Respuesta en frecuencia	Z	De 2 a 7000 Hz ± 3 dB
	X, Y	De 2 a 5000 Hz ± 3 dB
Requisitos de alimentación (IEPE)	18 V CC a 30 V CC, 2 mA a 10 mA	
Tensión de salida de polarización	12 V CC	
Conexión a tierra	Carcasa con conexión a tierra	
Diseño del elemento sensor	Cerámicas piezoeléctricas/corte	
Material del estuche	Acero inoxidable 316L	
Soporte montaje	Tornillo prisionero de cabeza redonda 10-32, imán de tierras raras de 2 polos (resistencia a la tracción de 21,7 Kg)	
Conector de salida	M12 de 4 patillas	
Conector de acoplamiento	M12 - F4D	
Memoria no volátil	Compatible con TEDS 1451.4	
Límite de vibración	Pico de 500 g	
Límite de impacto	Pico de 5000 g	
Sensibilidad electromagnética, equivalente en g	100 µg/gauss	
Sellado	Hermético	
Rango de temperatura	-50 °C a 120 °C (-58 °F a 248 °F) ± 7 %	
Garantía	Un año	
Especificaciones del tacómetro		
Dimensiones (PxAN)	2,86 cm x 12,19 cm (1,125 pulg. x 4,80 pulg.)	
Peso	96 g (3,4 oz) con cable	
Alimentación	Alimentación a través del analizador de vibraciones 810	
Detección	Diodo láser clase 2	
Rango	6,0 rpm a 99.999 rpm	
Precisión	6,0 rpm a 5999,9 rpm	± 0,01 % y ± 1 dígito
	5999,9 rpm a 99.999 rpm	± 0,05 % y ± 1 dígito
Resolución	0,1 rpm	
Rango efectivo	1 cm a 100 cm (0,4 pulg. a 39,27 pulg.)	
Tiempo de respuesta	1 segundo (> 60 rpm)	
Controles	Botón transparente de encendido/apagado de la medición	
Interfaz	Mini DIN 6 patillas	
Longitud del cable	50 cm (19,586 pulg.)	
Garantía	Un año	
Accesorios del tacómetro	Cinta reflectante: 1,5 cm x 52,5 cm (0,59 pulg. x 20,67 pulg.)	
Software Viewer para PC		
Requisitos mínimos del hardware	1 GB de RAM	
Requisitos del sistema operativo	Windows XP, Vista, Windows 7	



Software Viewer para PC

El analizador de vibraciones Fluke 810 incluye el software Viewer para PC que amplía su capacidad de almacenamiento de datos y de seguimiento. Con el software Viewer usted podrá:

- Generar informes de diagnóstico y realizar un seguimiento de la gravedad del estado de su máquina.
- Crear configuraciones de equipos cómodamente, a través del teclado y el ratón, y transferir los datos a su analizador de vibraciones 810.
- Ver con mayor detalle los espectros de diagnóstico y vibración.
- Importar y almacenar imágenes en JPEG e imágenes térmicas en IS2 de Fluke para lograr una visualización más completa del estado de su máquina.



Formación líder en la industria, a su medida

El analizador de vibraciones Fluke 810 diagnostica con precisión los problemas mecánicos más comunes, lo que permite una mejor comprensión de la vibración y de su impacto en el equipo, para que su personal sea más consciente de los problemas que pueden aparecer en el futuro. Fluke se ha asociado con Mobius Institute, líder de la industria en formación sobre vibraciones, para ofrecerle un programa de formación autodidacta en DVD que utiliza las galardonadas herramientas de formación interactiva de Mobius Institute. Este DVD está disponible a la venta y le permitirá aprender más sobre las cuestiones básicas de la vibración, a la vez que le mostrará cómo sacar el máximo provecho de las características y funcionalidad del analizador de vibraciones Fluke 810.



Información para realizar pedidos

Fluke-810 Analizador de vibraciones

Accesorios incluidos

Analizador de vibraciones con tecnología de diagnóstico, acelerómetro triaxial TEDS, soporte magnético para el acelerómetro, kit de montaje con adhesivo para el acelerómetro, cable de desconexión rápida del acelerómetro, tacómetro láser y bolsa de almacenamiento, juego de baterías inteligentes con cable y adaptadores, correa para hombro, correa de mano ajustable, software Viewer para PC, cable mini-USB a USB, guía de introducción, guía rápida de referencia ilustrada, manual de usuario en CD-ROM, DVD de capacitación y maletín de transporte rígido.



Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.*

Fluke Corporation
Everett, WA 98206 EE.UU.

Latin America
Tel: +1 (425) 446-5500
Web: www.fluke.com/laam

Para obtener información adicional póngase en contacto con:
En EE. UU. (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116
En Europa/Medio Oriente/África
+31 (0)40 267 5100 o
Fax +31 (0)40 267 5222
En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax +1 (425) 446-5116
Acceso a Internet: www.fluke.com

©2015 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos. Información sujeta a modificación sin previo aviso.
5/2015 3564541d_LAES

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.



INSTRUMENTACION ELECTRONICA LTDA.
Importaciones, Exportaciones y Venta de Art. Electrónicos
96.692.430-6

COTIZACION

Señor(es) : ADRIAN AGUSTIN OLAVE DELGADO N° Cot. : 29885 PG-ADROL-370FC
Atención : Adrián Olave Fecha : Santiago, 8 de enero de 2020

N°	Modelo	Descripción	Entrega	Garantía	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
1	374_FC	Amperímetro de Tenaza Fluke, True RMS, 600 A AC/DC, 1000V AC/DC, 6 Kohm, 1000uF. Incluye Puntas de pruebas y estuche. Compatible con Aplicación Fuke Connect™, permite conectividad inalámbrica a dispositivos móviles : smartphone (iPhone y Android)	3 Dias	5 Años	1	USD 464,37	USD 464,37
2	375_FC	Amperímetro de Tenaza Fluke, True RMS, 600 A AC/DC, 1000V AC/DC, 60 Kohms, 500Hz, 1000uF. Incluye Puntas de pruebas y estuche. Compatible con Aplicación Fuke Connect™, permite conectividad inalámbrica a dispositivos móviles : smartphone (iPhone y Android)	3 Dias	1 Año	1	USD 525,47	USD 525,47
3	FLUKE-376_FC_	Amperímetro de tenaza Fluke True RMS, 1000A AC/DC, 1000V AC/DC, 60 KOhm, 500Hz, 1000microF. Filtro pasabajos para trabajo en ambientes de ruido electromagnético. Con función Fuke Connect™, permite conectividad inalámbrica (Bluetooth) a dispositivos móviles : smartphone (iPhone y Android) y a otros instrumentos Fluke, para registro, informes y administración de las mediciones. Incluye: Sonda flexible de 2500 A AC (12500-18) Destornillador de estrella aislado N° 1, 75 mm., 1000 V (IPHS1) Correa magnética para colgar el instrumento Puntas de prueba TL75 Estuche.	3 Dias	3 Años	1	USD 586,58	USD 586,58

Tabla de Certificados Opcionales (valores sin IVA)

374_FC	Certificado Calibración 600a Ac/Dc Trms Wireless Clamp	USD	154,00	Sub-Total:	USD	1.576,42
375_FC	Certificado Calibración 600a Ac/Dc Trms Wireless Clamp	USD	154,00	Neto:	USD	1.576,42
FLUKE-376_FC_IPHS	Certificado de Calibración con Trazabilidad a FLUKE-NIST-SI para Modelo 376FC	USD	191,00	Iva 19%:	USD	299,52
				Total:	USD	1.875,94

CODICIONES GENERALES
- CONDICIONES DE PAGO: Contado contra entrega
- VALIDEZ OFERTA : 30 Dias
- PLAZO DE ENTREGA : 48 horas para productos en Stock, salvo venta previa. A pedido, desde 4 semanas.
- PRECIOS : Los precios en dólares (USD) son pagaderos en pesos chilenos (CLP), calculados al valor dólar observado publicado en Banco Central el día de compra.
- Condición de Entrega : Precios puestos en Santiago.

S.E.u.O.

OBSERVACIONES

- Los productos cotizados no incluyen Certificado de Calibración a menos que se coticen o se indique expresamente, si requiere de este documento con posterioridad , o para mayor información, favor contactarse con nuestro Laboratorio de Calibración, fono 56-2 2927 44 60, email servicio@intronica.com
- Soporte de Servicio Técnico Oficial y Laboratorio de Calibración exclusivo para equipos comercializados por INTRONICA o su red de Distribuidores.
- Se adjunta información Técnica de lo cotizado.

FLUKE®

DATOS TÉCNICOS

Pinzas amperimétricas inalámbricas de CA/CC de verdadero valor eficaz Fluke serie 370 FC







REGISTRO Y OBSERVACIÓN DE LAS TENDENCIAS DE LAS MEDICIONES
Transmita los resultados de manera inalámbrica con la aplicación para mediciones Fluke Connect®

TRABAJE DE FORMA SEGURA
Capte mediciones fuera del área del arco eléctrico con conectividad Bluetooth a sus dispositivos Apple o Android

FILTRO DE PASO BAJO
El filtro de paso bajo integrado para VFD (incluido en los modelos Fluke 376 FC y 375 FC) permite realizar mediciones precisas de los accionadores de motor

VERDADERO VALOR EFICAZ
Verdadero valor eficaz de tensión y corriente para obtener mediciones exactas en señales no lineales

GARANTÍA
Tres años

- La nueva serie 370 FC (376 FC, 375 FC y 374 FC) de Fluke ofrece un rendimiento avanzado para la solución de problemas.** La sonda de corriente flexible iFlex® permite que las conexiones de los cables sean más sencillas en espacios reducidos. Además, las tres pinzas ahora forman parte de la familia de herramientas de prueba inalámbricas de Fluke Connect®. Ahora usted puede:
- Registrar y observar las tendencias de las mediciones para localizar las fallas intermitentes
 - Transmitir los resultados de manera inalámbrica con la aplicación para mediciones Fluke Connect®
 - Crear y enviar informes directamente desde el terreno
 - Captar mediciones fuera del área del arco eléctrico con conectividad Bluetooth a sus dispositivos Apple o Android

Características del producto

- Conecte el medidor al smartphone con la aplicación para mediciones Fluke Connect, con el fin de incrementar el poder para solucionar problemas de su pinza
- Lea mediciones en el teléfono a una distancia segura, con menos equipos de protección individual (EPP) mientras que el medidor se lleva todos los riesgos
- Registre los resultados directamente en el teléfono y en Fluke Cloud™
- Capte los fallos intermitentes mientras realiza otras tareas con las capacidades de registro de los modelos Fluke 376 FC y 375 FC
- Cree y comparta informes desde el terreno mediante correo electrónico o hable en tiempo real con las videollamadas ShareLive™



Todas las marcas registradas son propiedad de sus respectivos propietarios



- La sonda de corriente flexible iFlex expande el rango de medición a 2500 A CA; proporciona acceso a grandes conductores ubicados en espacios reducidos (viene incluida con el modelo 376 FC y es compatible con los modelos 375 FC y 374 FC)
- La correa magnética para colgar TPAK (incluida con el modelo 376 FC y compatible con los modelos 375 FC y 374 FC) permite colgar cómodamente la pinza cuando se utilizan las sondas
- El filtro de paso bajo integrado para accionadores de frecuencia variable (VFD, por sus siglas en inglés) (incluido en los modelos Fluke 376 FC y 375 FC) permite realizar mediciones precisas de los accionadores de motor
- La exclusiva tecnología para mediciones de arranque para filtrar el ruido y captar la corriente de arranque del motor exactamente como la percibe la protección de circuitos
- Categoría de seguridad eléctrica CAT IV 600 V, CAT III 1000 V
- Tres años de garantía
- Estuche de transporte flexible

Capacidad de las mediciones

- Mediciones de corriente de 1000 A CA y CC (376 FC); 600 A CA y CC (375 FC y 374 FC)
- Mediciones de corriente de 2500 A CA con la sonda de corriente flexible iFlex®
- Medición de tensión de 1000 V CA y CC
- Verdadero valor eficaz de tensión y corriente para obtener mediciones exactas en señales no lineales
- Mediciones de frecuencia de hasta 500 Hz con mordaza y tecnología iFlex (376 FC y 375 FC)
- Mediciones de resistencia de hasta 60 kΩ (376 FC y 375 FC) o 6.000 Ω (374 FC), con detección de continuidad
- Grabación de arranque mín., máx. y promedio para capturar las variaciones automáticamente
- Rango de medición de 500 mV CC para interactuar con otros accesorios (376 FC y 375 FC)
- Mediciones de capacitancia de 1000 µF



2 Fluke Corporation Pinzas amperimétricas inalámbricas de CA/CC de verdadero valor eficaz Fluke serie 370 FC



Cuadro de comparación

	Fluke 376 FC	Fluke 375 FC	Fluke 374 FC
Clasificación CAT	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V
Intervalo de A CA	999,9 A con mordazas de pinza 2500 A con pinza de corriente flexible iFlex®	600 A con mordazas de pinza 2500 A con pinza de corriente flexible iFlex® opcional	600 A con mordazas de pinza 2500 A con pinza de corriente flexible iFlex® opcional
Intervalo de A de CC	999,9 A	600 A	600 A
Máxima resolución	0,1 A	0,1 A	0,1 A
Intervalo de V CA	1000 V	1000 V	1000 V
Intervalo de V CC	1000 V	1000 V	1000 V
Rango de mV CC	500 mV	500 mV	
Rango de ohmios	60,00 kΩ	60,00 kΩ	6.000 Ω
Frecuencia	5-500,0 Hz	5-500,0 Hz	
Capacitancia	1 µF / -1000 µF	1 µF / -1000 µF	1 µF / -1000 µF
Desactivación automática	•	•	•
Verdadero valor eficaz	•	•	•
Retención de pantalla	•	•	•
Mediciones de arranque	•	•	•
Luz de fondo	•	•	•
CC a cero	•	•	•
Valores mínimo y máximo	•	•	•
Filtro de paso bajo para VFD	•	•	
Registro	•	•	
Pinza de corriente flexible iFlex®	Se incluye	Opcional	Opcional
Compatible con Fluke Connect®	•	•	•

Especificaciones

Especificaciones generales	
Tensión máxima entre cualquier terminal y tierra	1000 V
Tipo de batería	2 baterías alcalinas AA, NEDA 15A, IEC LR6
Temperatura	En funcionamiento: -10 °C a +50 °C (14 °F a 122 °F) Almacenamiento: -40 °C a +60 °C (-40 °F a + 140 °F)
Humedad de funcionamiento	Sin condensación (< 10 °C [50 °F]), ≤90 % HR (a 10 °C hasta 30 °C [50 °F a 86 °F]), ≤75 % HR (a 30 °C hasta 40 °C [86 °F hasta 104 °F]), ≤45 % RH (a 40 °C hasta 50 °C [104 °F hasta 122 °F])
Altitud	En funcionamiento: 3000 m (9842 pies) Almacenada: 12 000 m (39 370 pies)
Dimensiones	24,9 cm (9,8 pulg.) x 8,5 cm (3,3 pulg.) x 4,5 cm (1,7 pulg.)
Peso	395 g (13,9 oz)
Apertura de la mordaza	34 mm (1,3 pulg.)
Diámetro de la sonda de corriente flexible	7,5 mm (0,29 pulg.)
Longitud del cable de la sonda de corriente flexible (desde la cabeza hasta el conector de aparatos electrónicos)	1,8 m (70,8 in)
Seguridad	IEC 61010-1, grado de contaminación 2 IEC 61010-2-032: CAT III 1000 V/CAT IV 600 V IEC 61010-2-033: CAT III 1000 V/CAT IV 600 V
Clasificación IP	IEC 60529: IP30, en reposo
Certificación de radiofrecuencia	FCC ID:T68-FBLE IC:6627A-FBLE

3 Fluke Corporation Pinzas amperimétricas inalámbricas de CA/CC de verdadero valor eficaz Fluke serie 370 FC

Continuación de las especificaciones generales	
Compatibilidad electromagnética (EMC)	Internacional: IEC 61326-1: Portátil, entorno electromagnético, IEC 61326-2-2 CISPR 11: Grupo 1, Clase A Corea (KCC): Equipo de Clase A (equipo de comunicación y difusión industrial) EE. UU. (FCC): 47 CFR 15 subsección B. Este producto se considera un dispositivo exento según la cláusula 15.103.
Coefficientes de temperatura	Sumar 0,1 x la precisión especificada por cada grado centigrado por arriba de 28 °C o por debajo de 18 °C

Función	Rango	Resolución	Exactitud	Factor de cresta	Nivel de activación
Corriente CA por medio de mordaza	374 FC y 375 FC: 600,0 A 376 FC: 999,9 A	0,1 A	2 % ± 5 dígitos (10 Hz a 100 Hz)	3 a 500 A (solo en los modelos 375 FC y 376 FC) 2,5 a 600 A 1,42 a 1000 A (solo en 376 FC) Agregar un 2 % para C.F. >2	
Corriente CA a través de la sonda de corriente flexible	2500 A	374 FC y 375 FC: 0,1 A (≤ 600,0 A), 1 A (≤ 2500 A) 376 FC: 0,1 A (≤ 999,9 A), 1 A (≤ 2500 A)	3 % ± 5 dígitos (5 Hz a 500 Hz)	3,0 a 1100 A (solo en los modelos 375 FC y 376 FC) 2,5 a 1400 A 1,42 a 2500 A Agregar un 2 % para C.F. >2	
Corriente de CC	374 FC y 375 FC: 600,0 A 376 FC: 999,9 A	0,1 A	2 % ±5 dígitos		
Tensión de CA	1000 V	0,1 V (≤600,0 V) 1 V (≤1000 V)	1,5 % ±5 dígitos (20 Hz a 500 Hz)		
Tensión de CC	1000 V	0,1 V (≤600,0 V) 1 V (≤1000 V)	1 % ±5 dígitos		
mV CC	500,0 mV	0,1 mV	1 % ±5 dígitos		
Frecuencia mediante la mordaza	375 FC y 376 FC: 5,0 Hz a 500,0 Hz	0,1 Hz	0,5 % ±5 dígitos		5 Hz a 10 Hz, ≥10 A 10 Hz a 100 Hz, ≥5 A 100 Hz a 500 Hz, ≥10 A
Frecuencia a través de la sonda de corriente flexible	375 FC y 376 FC: 5,0 Hz a 500,0 Hz	0,1 Hz	0,5 % ±5 dígitos		5 Hz a 20 Hz, ≥25 A 20 Hz a 100 Hz, ≥20 A 100 Hz a 500 Hz, ≥25 A
Resistencia	374 FC: 6000 Ω 375 FC y 376 FC: 60 kΩ	374 FC: 0,1 Ω (≤600 Ω), 1 Ω (≤6000 Ω) 375 FC y 376 FC: 0,1 Ω (≤600 Ω), 1 Ω (≤6000 Ω), 10 Ω (≤60 kΩ)	1 % ±5 dígitos		
Capacitancia	1.000 µF	0,1 µF (≤100 µF), 1 µ F (≤1000 µF)	1 % ±4 dígitos		



Información para realizar pedidos

- Pinza amperimétrica inalámbrica de verdadero valor eficaz de 600 A CA/CC 374 FC
- Pinza amperimétrica inalámbrica de verdadero valor eficaz de 600 A CA/CC 375 FC
- Pinza amperimétrica inalámbrica de verdadero valor eficaz de 1000A CA/CC 376 FC con iFlex®

Se incluye

- Sonda de corriente flexible iFlex® de 18 pulgadas (solo en el modelo 376 FC)
- Correa magnética para colgar TPAK (solo en 376 FC)
- Estuche de transporte flexible
- Puntas de prueba TL75
- Dos pilas alcalinas AA
- Tarjeta de instrucciones revestida
- Hoja de información sobre seguridad

Accesorios opcionales

- Correa magnética para colgar TPAK (incluida con 376 FC)
- Sonda de corriente flexible iFlex® de 18 pulgadas (incluida con 376 FC)



Cree y mantenga prácticas de mantenimiento preventivo con facilidad para ayudarle a supervisar su complejo mundo con el sistema de software y con las herramientas de prueba inalámbricas Fluke Connect®.

- Aumente al máximo el tiempo de actividad y tome decisiones seguras de mantenimiento con datos confiables que puede rastrear.
- Guarde las mediciones en Fluke Cloud™ y asícelas con un activo para que su equipo pueda consultar tanto las mediciones históricas como las actuales desde un solo lugar.
- Colabore con facilidad con la opción de compartir sus datos con otras personas mediante correos electrónicos y videollamadas ShareLive™.
- Realice transferencias de mediciones en un solo paso y de manera inalámbrica con las mediciones AutoRecord™, que eliminan la necesidad de utilizar portapapeles y papeleos.
- Consulte las vistas de resumen de todos los activos en el tiempo para identificar fácilmente las fallas correlativas o periódicas, con el fin de hacer que la priorización del trabajo de mantenimiento sea más sencilla.
- Genere informes con tipos distintos de mediciones para proporcionar el estado de las recomendaciones de trabajo.

Obtenga más información en flukeconnect.com

Descargue la aplicación en:



El smartphone no está incluido en la venta.

Fluke. Manteniendo su mundo en marcha.®

Fluke Ibérica, S.L.
Pol. Ind. Valportillo
C/ Valgrande, 8
Ed. Thanworth II - Nave B1A
28108 Alcobendas
Madrid
Tel: 91 4140100
Fax: 91 4140101
E-mail: info.es@fluke.com
Acceso a Internet: www.fluke.es

©2015 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos.
Información sujeta a modificación sin previo aviso.
08/2015 6005995A_LAES

No se permite ninguna modificación de este documento sin permiso escrito de Fluke Corporation.

7.2. ANEXO B



Propuesta Técnica y
Económica

Curso Internacional

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)

Para

Señor
Adrián Olave Delgado
Ingeniero de Mantenimiento

Mail: olaveadrian.d@gmail.com

7 de enero 2020

Oferta válida hasta marzo 2020



Estimado Adrián.

De acuerdo a lo solicitado, tenemos el agrado de presentar a continuación nuestra propuesta actualizada para desarrollar, en modalidad cerrada, nuestro curso sobre “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)”, para **Adrián Olave Delgado**, a realizar en **San Fernando**.

INFORMACIÓN DEL CURSO

Nombre:	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)		
Formadores Alternativos:	José B. Durán	Johanna López-Durán (Venezuela)	
Duración:	15 horas (en dos días completos)		
Org. Capacitador:	CIDES Corpotraining Ltda.	RUT:	77.334.850-2
Nº Participantes:	30 aprox.		
Lugar de Realización:	San Fernando , En dependencias proporcionadas por CLIENTE .		
Fecha de Realización:	A convenir de Mutuo Acuerdo.		
Horario Propuesto:	A convenir de Mutuo Acuerdo.		

VALOR DEL CURSO

\$ 5.490.000.- (Cinco millones cuatrocientos noventa mil pesos) hasta **30** participantes.

EL VALOR INCLUYE:	CORRESPONDERÍA POR PARTE DE CLIENTE :
♦ La presentación del curso por parte de uno de nuestros facilitadores. ♦ Material para cada participante, con material de apoyo y complementario a los temas tratados. ♦ Diploma de participación otorgado por Cides Corpotraining a cada participante. ♦ Traslado Aéreo del Facilitador desde Venezuela - Santiago. ♦ Alojamientos y cenas de nuestro Facilitador en San Fernando y en Santiago. ♦ Traslado desde Santiago – San Fernando – Santiago del Facilitador. ♦ Traslados desde Hotel en San Fernando al lugar de realización del Curso del Facilitador, (en la ciudad.	♦ La sala de conferencias equipada con: • Mesas y sillas para los participantes y el Facilitador • Telón de proyección • Pizarra acrílica blanca y plumones ♦ Los equipos audiovisuales requeridos: • Proyector Multimedia ♦ Almuerzo y coffee break para los participantes y el Facilitador.

Esperando que esta propuesta sea de vuestra plena satisfacción, la saludan muy cordialmente,

Eugenio Balmaceda H.
Director, Gerente General
ebh@cides.cl
Tel: (56-2) 2373 0170

Alejandra González A.
Gestión Comercial
alegonzalez@cides.com
Tel: (56-2) 2373 0170
Celular: +569 62383508





Curso Internacional

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)

Facilitadores alternativos

José Durán (Venezuela)

Héctor Sulentic (Venezuela)

Johanna López-Durán (Venezuela)

CIDES Corpotraining - www.cides.cl - contacto@cidos.com - +562 23730170

Av. Providencia 2370, Of. 36, Providencia, Santiago, Chile

CAPACITACIÓN Y DESARROLLO CORPORATIVO LTDA.



Curso Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)

José Durán - Héctor Sulentic - Johanna López-Durán

Presentación

El **RCM Plus**: Herramienta basada en riesgo, que garantiza resultados más rápidos que el RCM antiguo y tradicional y que hace más sencilla su aplicación, fue creado en 1998. Se actualizó en el 2000 según el proyecto Europeo MACRO en técnicas Costo-Riesgo-Beneficio y norma **SAE JA 1011**. Se volvió a actualizar en el 2004 para ser compatible con la BSi PAS 55 Asset Management. Ha venido aplicándose con gran éxito en las mejores empresas de los más variados rubros: mineras, petroleras, energía, transporte, manufactura, etc.

El **RCM +** permite, de una manera sistemática, metodológica y auditable, hallar las tareas de mantenimiento / operaciones y cambios requeridos para hacer que nuestros activos cumplan sus funciones bajo su contexto operacional. Por otra parte, logra una estrategia unificada y justificada por costo/riesgo. Está enmarcado en planes generales de Confiabilidad Integral del Activo, lo cual involucra uso de técnicas de Identificación, Control y Optimización.

Este Curso da Respuesta a las 7 Preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares deseados de desempeño del activo en su contexto operativo actual? (Funciones).
2. ¿De qué maneras el activo puede dejar de cumplir sus funciones? (Fallas Funcionales).
3. ¿Qué causa cada falla funcional? (Modos de Falla).
4. ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional? (Efectos de Falla).
5. ¿En qué formas afecta cada falla funcional? (Consecuencias de Falla)
6. ¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla funcional? (Tareas proactivas y Frecuencias).
7. ¿Qué debería hacerse si no se pueden hallar tareas preventivas/predictivas aplicables? (Tareas por Omisión).

Objetivo general

Al término del curso los asistentes podrán:

- Comprender el proceso del RCM + y aplicar sus principios en la práctica en sus instalaciones.
- Trabajar en “vivo” con casos reales de sus activos identificando beneficios inmediatos.

Objetivos específicos

- Identificar las oportunidades de mejora del presente y las amenazas del futuro.
- Identificar y caracterizar los mecanismos de deterioro presentes en sus activos.
- Identificar/clasificar los tipos de causas de falla.
- Seleccionar tareas de mejoramiento a los mecanismos de deterioro y sus consecuencias en el negocio.
- Agrupar tareas y hacer estudios de costo, riesgo, beneficio.
- Estimar beneficios potenciales.
- Preparar la presentación de resultados.
- Generar un plan de implementación de recomendaciones.

Dirigido a

Ejecutivos, profesionales y técnicos con responsabilidades en:

- Operación y mantenimiento de activos.
- Diseño y puesta en marcha instalaciones nuevas
- Asset Management.
- Confiabilidad Operacional.
- Sistemas de información para mantenimiento
- Almacenes de repuestos y materiales.
- Higiene, Seguridad y Ambiente.

Programa del Curso

Curso Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)

1. Introducción (Fundamentos del RCM PLUS)

Al final de este módulo el participante podrá conocer los elementos y fundamentos básicos que justifican la introducción de esta metodología en la industria.

Temas a cubrir:

- Manejar los conceptos del Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad Plus (RCM+).
- Conocer los orígenes e historia del RCM+.
- Conocer la existencia de la Norma SAE JA 1011.
- Rumbo a la Gerencia de Activos

2. El RCM Plus y la Gestión de Activos

Al final de este módulo el participante podrá conocer cómo el RCM Plus se puede convertir en pilar de la gestión de activos, y cómo está éste basado en riesgo, tal cual lo exige la norma ISO 55000.

Temas a cubrir:

- Norma ISO 55000 en gestión de Activos.
- Elementos de ISO 55000 cubiertos por RCM+.

3. Implantación del RCM PLUS

Al final de este módulo el participante podrá conocer los elementos básicos de implementación real del RCM+ en una planta.

Temas a cubrir:

- Quiénes forman los grupos o equipos de trabajo
- Funciones de los miembros de los grupos de trabajo
- Análisis de plantas complejas
- El expediente de planta y de sistemas

4. Análisis Funcional

Al final de este módulo el participante conocerá cómo analizar una instalación compleja con una visión sistemática.

Temas a cubrir:

- Análisis Entrada Funciones Salida de plantas y sistemas
- Análisis Funcionales de plantas y sistemas
- Hacer la diferencia entre criterios de operación de diseño, construcción y estado actual de la planta
- Establecer los valores de operación normal de la planta/proceso.
- Creando el Cerebro Entero para el equipo de trabajo

5. Evaluación de Mejorabilidad

Al final de este módulo el participante podrá conocer cómo jerarquizar, con método basado en riesgo, tal cual lo exige la norma ISO 55000.

Temas a cubrir:

- Diferencia entre equipo /sistema crítico e importante y los mejorables
- La Mejorabilidad como posibilidad de mejoramiento adecuado
- Jerarquías por posibilidad de mejoramiento
- Los usos posibles de un estudio de Mejorabilidad

6. Análisis de Modos y Efectos de Fallas y Criticidad (FMECA)

Al final de este módulo el participante podrá conocer cómo las posibles formas de falla y sus causas, pueden afectar las funciones de los activos.

Temas a cubrir:

- Identificación numérica de funciones de equipos/sistemas
- Fallas Funcionales
- Modos de Falla
- Causas de Falla
- Efectos de Falla

7. Árbol Lógico de Decisión Evaluación del Impacto de Falla

En este módulo se conoce una lógica para evaluar las consecuencias de falla y las tareas a recomendar para disminuir el riesgo.

Temas a cubrir:

- Uso del árbol lógico de decisión para trabajar con RCM Plus
- Evaluar las Consecuencias de Falla
- Distinguir fallas ocultas de evidentes
- Reconocer las consecuencias de falla operacionales, de seguridad y ambiente y las no operacionales

8. Estrategias Proactivas

Se analiza cómo seleccionar tareas que se adelanten a la ocurrencia de las fallas.

Temas a cubrir:

- Tareas para prolongar la vida de componentes /equipos; y para prevenir la falla de componentes /equipos
- Reconocer cuándo vale la pena realizar estas tareas y reconocer la factibilidad técnica de dichas tareas
- Tareas que busquen medir el deterioro de equipos/componentes en función de evitar fallos imprevistos
- Reconocer cuándo vale la pena realizar estas tareas y reconocer la factibilidad técnica de dichas tareas.

9. Tareas por omisión

En este módulo se analiza cómo seleccionar tareas cuando la falla no se puede evitar.

Temas a cubrir:

- Recomendar tareas que permitan disminuir las consecuencias de falla si no hay tareas proactivas factibles o que valgan la pena
- Poder recomendar:
 - Rediseños
 - Búsqueda de fallas
 - Operar hasta la falla
- Reconocer cuándo vale la pena realizar estas tareas
- Reconocer la factibilidad técnica de las tareas

The Woodhouse Partnership Ltd.

The Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL), con más de 20 años de experiencia práctica trabajando como consultora para la industria de procesos y manufactura. Fue “Chairman” principal en la creación de la Norma Británica PAS 55 “Asset Management” (liberada en Mayo 2004). También lideró la revisión y actualización de PAS 55 a la versión 2008 y fue parte clave en la creación de ISO 55000.

TWPL es una de las 4 únicas empresas del mundo avaladas por el IAM (Institute of Asset Management) para evaluar y certificar empresas, así como para dictar el certificado y el diploma de Asset Management.

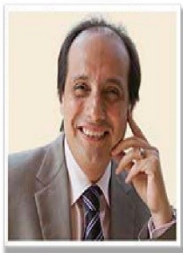
Desempeñó, además, la gerencia técnica del proyecto de cooperación europeo MACRO (MAintenance Cost/Risk Optimisation) y del proyecto SALVO que han generado las más altas tecnologías para la toma de decisiones.

TWPL, empresa líder en el mundo en la integración e implementación de RCM, RBI, RCA, APT y otros componentes para generar la Confiabilidad Integral del Activo, es única en su enfoque, desde la gerencia hasta la implementación.

La respuesta de TWPL está basada en la implementación de metodologías y tecnologías de punta, estando éstas diseñadas para mostrar el alcance de los mejoramientos en costos de Mantenimiento y Operación y su impacto en la disponibilidad y desempeño de los equipos, como en sus requerimientos de renovación y costos de capital.

TWPL se destaca por su singular combinación de capacitación, facilitación y herramientas para asegurar que los estudios iniciales no sólo sean “soluciones temporales”, sino que establezcan procesos empresariales sostenibles a largo plazo.

Facilitadores alternativos



MSc. José Durán (Venezuela)

Ingeniero Eléctrico y Máster en Ingeniería de Mantenimiento. Miembro de IEEE (Institute of Electric & Electronics Engineers), Miembro IAM (Institute of Asset Management), instructor, auditor y certificador en Asset Management acreditado por el IAM.

Director de Operaciones para América Latina de The Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL).

Con múltiples trabajos de desarrollo, implantación y facilitación de proyectos de Optimización de la Gerencia Integrada de Activos, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Análisis Causa Raíz, Gerencia de Riesgo Industrial, Optimización de Mantenimiento. Experiencia en 22 países de América, Europa y África.

Autor de publicaciones técnicas internacionales en el área de Asset Management (Gerencia de Activos), Confiabilidad, y Mantenimiento. Usualmente es invitado a dictar cátedras de diversos postgrados en América Latina.

Caracterizado por su experiencia real y consejos prácticos y aplicables. Realiza consultorías y capacitación en las siguientes áreas:

- Petróleo y Gas: Total, Repsol, YPF, YPFB, Shell, BP, PDVSA, SABIC, Conoco/Phillips, PEMEX, Petrobras, ECOPETROL, ENAP, Petroperu Sincor, Metor, Solvay, Pequiven.
- Minería: Barrick, Yanacocha, BHP Billiton, CVG Bauxilum, CVG Minerven, Doe Run, Xstratacopper, Codelco, Falcon Bridge, Phelps Dodge, FMI, Barrick, etc
- Energía y Servicios: ISAGEN, Edelca, Wilpro Energy Services, Metro de Santiago, London Underground, Comisión Federal de Electricidad, AES, ISA, Chilectra, Instituto Costarricense Electricidad, GDF SUEZ, LUZ DEL SUR, Scottish Power, Scottish Water,.....
- Manufactura, Alimentos y Bebidas: Heinz, FEMSA, MASISA, ARAUCO, Polar, BIMBO, Cerveceras, Pfizer, empresas de transporte marítimo, pesqueras.



MSc. Héctor Sulentic (Venezuela)

Ingeniero Mecánico y Máster en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo.

Más de 15 años de experiencia en Mantenimiento Industrial de plantas del sector Cementero, Petrolero y Energético, y una visión orientada a la resolución de problemas y optimización de recursos.

Consultor Senior Internacional de The Woodhouse Partnership Ltd. donde se desempeña impartiendo capacitación y prestando asesoría en diversas industrias en América Latina en los temas de Modelos de Gestión de Activos y Metodologías tales como: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM+), Optimización del Mantenimiento, Confiabilidad Operacional, Eliminación de Causas Raíces, entre otros.

Coautor de importantes artículos en el área de gestión de mantenimiento y resultados de implementación de PAS 55 en casos prácticos.

Se ha desempeñado como profesor en Máquinas y Procesos de Conversión de Energía en las Escuelas de Ingeniería Industrial y Eléctrica de la Universidad del Zulia en Venezuela.

Algunos proyectos recientes en los cuales ha participado:

- Implementación de Sistema de Gestión basado en PAS 55 en 7 plantas de energía en el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Instructor y facilitador en la metodología RCM y herramientas de optimización de recursos basada en costo, riesgo y desempeño en el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Apoyo en ejecución de estudios de confiabilidad en varias instalaciones de importantes de empresas petroquímicas y eléctricas, tales como: Pequiven, Pemex, Metanol de Oriente, S.A., Comisión Federal de Electricidad, Electricidad del Caroní.



MSc. **Johanna López-Durán** (Venezuela)

Ingeniero Químico de la Universidad de Los Andes (Venezuela). Master of Science in Management (Caribbean International University).

Especialización en Confiabilidad de Plantas Industriales.

Posee capacidades naturales para dirigir equipos de trabajo multidisciplinarios, para optimizar procesos productivos y resolver problemas complejos.

Se ha desempeñado en áreas de diseño, gestión, optimización de líneas de producción y modernización de equipos.

En los últimos años ha estado trabajando como consultora en The Woodhouse Partnership (TWPL) de Inglaterra, en la implementación de sistemas de Gestión de Activos en empresas complejas, teniendo experiencia práctica en el diseño e implementación de sistemas de gestión basados en PAS 55 e ISO 55001 para mejorar el desempeño organizacional.

Johanna en TWPL también soporta a sus clientes con capacitación, asesoría e implementación de métodos de confiabilidad que van desde los más sencillos para solución de problemas hasta los más complejos para estudios de costo, riesgo y desempeño, aportando a sus clientes soluciones creativas, innovadoras y costo eficientes.

Información general



CURSO Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (RCM+)	
Duración:	15 horas.
Informaciones:	Tel: (56-2) 23730170 / Email: contacto@cides.com
Organismo Capacitador:	CIDES Corpotraining Ltda. / Rut: 77.334.850-2

Precios:
Este curso no se encuentra por el momento programado de forma abierta (con fecha), por lo que el valor indicado **es sólo referencial**.
Este valor está sujeto a **descuentos** para:
a. Inscripciones grupales (2 ó más participantes)
b. Inscripciones realizadas a través de **OTICs**, o de **Organismos Públicos**, o **Particulares**.
El valor incluye, generalmente: almuerzo, coffee-breaks, documentación del curso y diploma (en formato digital).

Valor referencial (modalidad abierta)
\$480.000 por participante (precio estándar, sin considerar descuentos aplicables)

Inscripciones:
Como este Curso no está aún programado, las inscripciones no se encuentran abiertas. Sin embargo, puedes **dejar tu interés de participación en el formulario** de arriba a la derecha en la página web de este curso, y así podremos avisarte de forma anticipada para cuando se programe.

Adicionalmente, te informamos que todos nuestros cursos pueden ser **cotizados de forma cerrada (in company)** para un grupo de personas (mínimo 6).





Curso Internacional
**Gestión de Activos Físicos
Acorde a ISO 55000**

Relator : Héctor Sulentic
Santiago, 29 y 30 de octubre

Curso Internacional

Gestión de Activos Físicos Acorde a ISO 55000

Facilitadores Alternativos
José Durán (Venezuela)
Héctor Sulentic (Venezuela)

CIDES Corpotraining - www.cides.cl - contacto@cidos.com - +562 23730170
Av. Providencia 2370, Of. 36, Providencia, Santiago, Chile
CAPACITACIÓN Y DESARROLLO CORPORATIVO LTDA.



¡Rumbo a la Certificación de su Gestión de Activos!

Desarrollando y asegurando de forma sustentable la gestión de sus activos y la capacidad de producción durante el ciclo de vida según estándar ISO 55000 de “Gerencia de Activos”

¿Qué es la Gestión de Activos?

La Gestión de Activos es una disciplina que trata de optimizar la gestión de los activos físicos (infraestructura y equipamiento) permitiendo a las empresas mejorar la relación de riesgos, costos y desempeño de sus activos a lo largo del ciclo de vida. Mientras más intensiva en activos es la operación, más vital es la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia, mantenimiento, y seguridad de esos activos, jugando un rol clave en el logro de la rentabilidad sustentable a lo largo de la vida de los activos.

ISO 55000 Asset Management Standards

La importancia que ha ido adquiriendo esta disciplina de Gestión de Activos y la proliferación de productos y servicios bajo la etiqueta de “Asset Management” generaron la necesidad de desarrollar un estándar, la BSi PAS 55 Asset Management, publicada en 2004 y que fue la base para el desarrollo de la norma ISO 55000 liberada en Enero 2014.

ISO 55000 es la evolución natural de las especificaciones BSi **PAS 55**. En este curso se estudiarán los principios de la gestión de activos y la transición hacia **ISO 55000** que, entre otras diferencias, ahora cubre todo tipo de activos.

Dirigido a

Gerencia Alta y Media, Ingenieros, Supervisores y Técnicos de Producción, Operaciones, Mantenimiento, Ingeniería, Seguridad, Ambiente, Calidad y Finanzas.

Objetivo general

Demostrar qué valor agrega a una organización exitosa la implementación de la gestión de activos a lo largo del ciclo de vida bajo normas internacionales y discutir por medio de casos reales la forma de lograr dicho valor.

Objetivos específicos

Comprender los conceptos básicos y definiciones respecto a gestión de activos, tales como activo, tipos de activos, gestión de activos, gestión del ciclo de vida total, y otras.

Conocer el origen, evolución y objetivos de la de las Normas **BSi PAS 55** e **ISO 55000**.

Entender cómo se relacionan y complementan las prácticas de Gestión de Activos con las de Mejoramiento Continuo, Gestión del Riesgo, y Confiabilidad Operacional.

Conocer los elementos de implementación requeridos por un sistema de Gestión de Activos integrado, basado en riesgo y optimizado a lo largo del ciclo de vida, cubriendo desde la evaluación inicial, la implementación y la certificación

Metodología

El curso se desarrolla en base a exposiciones en las que se presentan las técnicas y tecnologías, complementado con amenos talleres interactivos con ejercicios, casos reales y discusiones abiertas con los participantes, quienes podrán aportar su experiencia al resto del grupo.

El estilo del curso-taller permite la entrega y discusión de temas complejos y avanzados en un ambiente informal y comfortable.

Temas **Clave** a ser Tratados

- Componentes principales de un sistema de Gestión de Activos compatible con ISO 55000.
- Evolución de PAS 55 a ISO 55000, principales diferencias.
- Implicaciones de ISO 55000 en Ingeniería, Operación y Mantenimiento, y funciones conexas.
- Interrelaciones de ISO 55000 con otros estándares (ISO, OSHA, etc.).
- Implicancias organizacionales y culturales para una Gestión de Activos efectiva.
- Implementación y operación de ISO 55000

Programa del Curso

Gestión de Activos Físicos Acorde a ISO 55000

1. Estableciendo las Bases de la Gestión de Activos

Comprendiendo qué es Gestión de Activos

- Antecedentes de la gestión de activos.
- Conceptos básicos.
- Definición y tipos de Activos.
- Gestión del Ciclo de Vida Total.
- ¿Quién es el gerente de un activo?
- Diferencias entre la Gestión de Activos y la Gestión de Mantenimiento.

Logrando Sistemas Integrados

- Como integrar sistemas independientes: mantenimiento, compras, ingeniería, etc.

Requerimientos del negocio.

- Identificación, diagnóstico.
- Gestión del Riesgo.
- Control y mejoramiento.
- Uso óptimo de los recursos.

Funciones en la gestión de activos.

- La estructura en la gestión de activos.
- La función del gerente de activos.
- El Outsourcing y la gestión de activos.

2. Conociendo los Estándares de Asset Management

- Orígenes e historia de la Norma PAS 55
- La norma ISO 55000
- Innovaciones de ISO 55000
- Relaciones ISO 55000 y PAS 55
- La transición de PAS 55 a ISO 55000
- Elementos de ISO 55000
- Interrelaciones de ISO 55000 con otros estándares (ISO, OSHA, etc.)

(...continúa en página siguiente)

3. Entendiendo la norma de Gestión de Activos ISO 55000

- ISO 55000 Asset management — resumen, principios y terminología
- ISO 55001 Asset management-Requisitos
- ISO 55002 Asset management-guías de implementación de ISO 55001
- Casos estudio de experiencias de TWPL en los 5 continentes

The Woodhouse Partnership Ltd.

The Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL), con más de 20 años de experiencia práctica trabajando como consultora para la industria de procesos y manufactura. Fue "Chairman" principal en la creación de la Norma Británica PAS 55 "Asset Management" (liberada en Mayo 2004). También lideró la revisión y actualización de PAS 55 a la versión 2008 y fue parte clave en la creación de ISO 55000.

TWPL es una de las 4 únicas empresas del mundo avaladas por el IAM (Institute of Asset Management) para evaluar y certificar empresas, así como para dictar el certificado y el diploma de Asset Management.

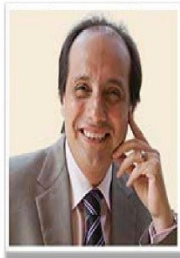
Desempeñó, además, la gerencia técnica del proyecto de cooperación europeo MACRO (MAintenance Cost/Risk Optimisation) y del proyecto SALVO que han generado las más altas tecnologías para la toma de decisiones.

TWPL, empresa líder en el mundo en la integración e implementación de RCM, RBI, RCA, APT y otros componentes para generar la Confiabilidad Integral del Activo, es única en su enfoque, desde la gerencia hasta la implementación.

La respuesta de TWPL está basada en la implementación de metodologías y tecnologías de punta, estando éstas diseñadas para mostrar el alcance de los mejoramientos en costos de Mantenimiento y Operación y su impacto en la disponibilidad y desempeño de los equipos, como en sus requerimientos de renovación y costos de capital.

TWPL se destaca por su singular combinación de capacitación, facilitación y herramientas para asegurar que los estudios iniciales no sólo sean "soluciones temporales", sino que establezcan procesos empresariales sostenibles a largo plazo.

Facilitadores alternativos



MSc. José Durán (Venezuela)

Ingeniero Eléctrico y Máster en Ingeniería de Mantenimiento. Miembro de IEEE (Institute of Electric & Electronics Engineers), Miembro IAM (Institute of Asset Management), instructor, auditor y certificador en Asset Management acreditado por el IAM.

Director de Operaciones para América Latina de The Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL).

Con múltiples trabajos de desarrollo, implantación y facilitación de proyectos de Optimización de la Gerencia Integrada de Activos, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Análisis Causa Raíz, Gerencia de Riesgo Industrial, Optimización de Mantenimiento. Experiencia en 22 países de América, Europa y África.

Autor de publicaciones técnicas internacionales en el área de Asset Management (Gerencia de Activos), Confiabilidad, y Mantenimiento. Usualmente es invitado a dictar cátedras de diversos postgrados en América Latina.

Caracterizado por su experiencia real y consejos prácticos y aplicables. Realiza consultorías y capacitación en las siguientes áreas:

- Petróleo y Gas: Total, Repsol, YPF, YPFB, Shell, BP, PDVSA, SABIC, Conoco/Phillips, PEMEX, Petrobras, ECOPETROL, ENAP, Petroperu Sincor, Metor, Solvay, Pequiven.
- Minería: Barrick, Yanacocha, BHP Billiton, CVG Bauxilum, CVG Minerven, Doe Run, Xstratacopper, Codelco, Falcon Bridge, Phelps Dodge, FMI, Barrick, etc
- Energía y Servicios: ISAGEN, Edelca, Wilpro Energy Services, Metro de Santiago, London Underground, Comisión Federal de Electricidad, AES, ISA, Chilectra, Instituto Costarricense Electricidad, GDF SUEZ, LUZ DEL SUR, Scottish Power, Scottish Water,.....
- Manufactura, Alimentos y Bebidas: Heinz, FEMSA, MASISA, ARAUCO, Polar, BIMBO, Cerveceras, Pfizer, empresas de transporte marítimo, pesqueras.



MSc. Héctor Sulentic (Venezuela)

Ingeniero Mecánico y Máster en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo.

Más de 15 años de experiencia en Mantenimiento Industrial de plantas del sector Cementero, Petrolero y Energético, y una visión orientada a la resolución de problemas y optimización de recursos.

Consultor Senior Internacional de The Woodhouse Partnership Ltd. donde se desempeña impartiendo capacitación y prestando asesoría en diversas industrias en América Latina en los temas de Modelos de Gestión de Activos y Metodologías tales como: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM+), Optimización del Mantenimiento, Confiabilidad Operacional, Eliminación de Causas Raíces, entre otros.

Coautor de importantes artículos en el área de gestión de mantenimiento y resultados de implementación de PAS 55 en casos prácticos.

Se ha desempeñado como profesor en Máquinas y Procesos de Conversión de Energía en las Escuelas de Ingeniería Industrial y Eléctrica de la Universidad del Zulia en Venezuela.

Algunos proyectos recientes en los cuales ha participado:

- Implementación de Sistema de Gestión basado en PAS 55 en 7 plantas de energía en el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Instructor y facilitador en la metodología RCM y herramientas de optimización de recursos basada en costo, riesgo y desempeño en el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Apoyo en ejecución de estudios de confiabilidad en varias instalaciones de importantes de empresas petroquímicas y eléctricas, tales como: Pequiven, Pemex, Metanol de Oriente, S.A., Comisión Federal de Electricidad, Electricidad del Caroní.

Información general



CURSO Gestión de Activos Físicos Acorde a ISO 55000	
Duración:	15 horas.
Informaciones:	Tel: (56-2) 23730170 / Email: contacto@cides.com
Organismo Capacitador:	CIDES Corpotraining Ltda. / Rut: 77.334.850-2
Código Sence*: 12-37-9831-36	Nombre del Curso: Gestión de Activos Físicos Acorde a ISO 55000: Rumbo a la Certificación de su Gestión de Activo.
*Actividad de Capacitación autorizada por el SENCE para los efectos de la franquicia tributaria de capacitación. No conducente al otorgamiento de un título o grado académico.	

Precios:
Este curso no se encuentra por el momento programado de forma abierta (con fecha), por lo que el valor indicado **es sólo referencial**.
Este valor está sujeto a **descuentos** para:
a. Inscripciones grupales (2 ó más participantes)
b. Inscripciones realizadas a través de **OTICs**, o de **Organismos Públicos**, o **Particulares**.
El valor incluye, generalmente: almuerzo, coffee-breaks, documentación del curso y diploma (en formato digital).

Valor referencial (modalidad abierta)
\$480.000 por participante (precio estándar, sin considerar descuentos aplicables)

Inscripciones:
Como este Curso no está aún programado, las inscripciones no se encuentran abiertas. Sin embargo, puedes dejar tu [interés de participación en el formulario](#) de arriba a la derecha en la página web de este curso, y así podremos avisarte de forma anticipada para cuando se programe.

Adicionalmente, te informamos que todos nuestros cursos pueden ser [cotizados de forma cerrada \(in company\)](#) para un grupo de personas (mínimo 6).



CIDES
corpotraining

The
Woodhouse Partnership
Limited

Curso Internacional

Análisis de Modos y Efectos De Falla y Criticidad (FMECA)

Facilitadores Alternativos
José Durán (Venezuela)
Héctor Sulentic (Venezuela)
Johanna López-Durán (Venezuela)

CIDES Corpotraining - www.cides.cl - contacto@cidas.com - +562 23730170
Av. Providencia 2370, Of. 36, Providencia, Santiago, Chile
CAPACITACIÓN Y DESARROLLO CORPORATIVO LTDA.



Curso Análisis de Modos y Efectos De Falla y Criticidad (FMECA)

Johanna López-Durán - José Durán - Héctor Sulentic

¿Qué es el FMECA?

El FMECA hace un análisis que cumple los requisitos de un FMEA (Análisis de Modo y Efectos de Falla), pero además identifica la causa raíz del modo de falla, su criticidad (riesgo) y una tarea para reducir o eliminar el riesgo, todo bajo un ambiente de priorización basada en riesgo.

Objetivo general

- Obtener un conocimiento y comprensión sobre lo que es el proceso del **Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA)** y cómo funciona en la práctica, y en forma especial lo que puede lograrse con su aplicación.
- Conocer los principios y recursos involucrados para aplicar y poner en marcha exitosamente un programa de FMECA.

Objetivo Específicos

Al finalizar el curso los participantes podrán participar en reuniones de trabajo para:

- Identificar y clasificar las funciones de la planta
- Identificar y clasificar los tipos de causas de fallas
- Asociar causas de falla probables a las funciones de los activos
- Asociar consecuencias a las causas de fallas
- Seleccionar tareas apropiadas a cada causa y consecuencia de falla
 - Agrupar tareas
 - Estimar beneficios potenciales
 - Priorizar las tareas
 - Preparar la presentación de resultados.
 - Generar plan de implementación de recomendaciones
 - Hacer seguimiento a implementación de resultados

Metodología a aplicar

El curso se desarrolla en base a exposiciones en las que se presentan las técnicas y tecnologías, complementado con amenos talleres interactivos con ejercicios, casos reales y discusiones abiertas con los participantes, quienes podrán aportar su experiencia al resto del grupo.

El estilo del curso-taller permite la entrega y discusión de temas complejos y avanzados en un ambiente informal y comfortable.

Dirigido a

Supervisores, Mantenedores, Operadores, personal comprometido con la producción, la satisfacción del cliente y la eliminación sistemática de las fallas y aseguramiento de la confiabilidad de las instalaciones, procesos y sistemas desde la fase diseño pasando por la operación y mantenimiento de las mismas.

Documentación

Cada participante recibirá una carpeta que contendrá la presentación y la documentación completa, preparada por el expositor para la actividad. Adicionalmente se entregarán lecturas complementarias referentes al tema para posterior consulta.

Algunos Testimonios

- *El seminario fue de máximo provecho y nos sera de mucha utilidad en nuestro problema a diario.* Alfredo Andrés Flores Pinto. (AGROSUPER S.A.).
- *Excelente trabajo de capacitación.* Hermógenes García Lobos. (AGROSUPER S.A.).
- *Bueno, útil, tangible, necesario. Buena expresión oral y visual de relator.* Fabián Choapa Bourbar. (ANGLO AMERICAN CHILE LTDA.).
- *Buen conocimiento y dominio del tema, buena participación! Relatora muy simpática, gran conocimiento del tema, buena disposición ante dudas e inquietudes.* Sebastián Ignacio Brickell Arriagada. (ANGLO AMERICAN CHILE LTDA.).
- *Bueno, muy bueno!* Mauricio Flores Palomino. (COMPAÑIA DE PETROLEOS DE CHILE COPEC S.A.).

Programa del Curso

Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA)

1. Introducción (Fundamentos de Deterioro)

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Hacer una jerarquía de planta-sistemas-módulos funcionales-equipos-componentes
- Conocer los patrones de deterioro de equipos y partes/componentes.
- Causas de falla según el ciclo de vida de los equipos y componentes
- Saber de la Norma SAE JA 1011-12
- Comprender FMECA vs FMEA

2. Análisis de Modos y Efectos de Fallas y Criticidad (FMECA)

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Identificar numéricamente funciones de equipos/sistema
- Identificar Fallas Funcionales
- Definir e identificar Modos de Falla
- Definir e identificar los mecanismos de deterioro
- Identificar Causas de Falla
- Identificar Efectos de Falla

3. Evaluación del Impacto de Falla

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Evaluar las Consecuencias de Falla
- Distinguir las fallas ocultas de las fallas evidentes
- Reconocer las consecuencias de falla operacionales, de seguridad y ambiente y las no operacionales

4. Estrategias: Contra las causas / consecuencias de falla

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Recomendar tareas que busquen disminuir las consecuencias de falla
 - Eliminación de las causas
 - Mitigación de las consecuencias
- Alinear las tareas recomendadas a las causas de falla

(...continúa en página siguiente)

5. Estrategias Contra el deterioro por edad/uso

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Recomendar tareas para:
 - Prolongar la vida de componentes /equipos
 - Prevenir la falla de componentes /equipos
- Reconocer cuando valen la pena ser realizadas estas tareas
- Reconocer la factibilidad técnica de dichas tareas
- Recomendar tareas que busquen medir el deterioro de equipos/componentes en función de evitar fallos imprevistos
- Reconocer cuando valen la pena ser realizadas estas tareas
- Reconocer la factibilidad técnica de dichas tareas

6. Otras estrategias

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Recomendar tareas que permitan disminuir las consecuencias de falla si no hay tareas proactivas factibles o que valgan la pena
- Poder recomendar:
 - Rediseños
 - Búsqueda de fallas
 - Operar hasta la falla
- Reconocer cuándo valen la pena ser realizadas estas tareas
- Reconocer la factibilidad técnica de dichas tareas

7. Generar plan de acción

Al fin de la sesión el participante podrá:

- Estimar beneficios de las tareas recomendadas
- Generar un plan de implementación con acciones priorizadas por costo riesgo desempeño

The **Woodhouse** Partnership Ltd.

The Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL), con más de 20 años de experiencia práctica trabajando como consultora para la industria de procesos y manufactura. Fue “Chairman” principal en la creación de la Norma Británica PAS 55 “Asset Management” (liberada en Mayo 2004). También lideró la revisión y actualización de PAS 55 a la versión 2008 y fue parte clave en la creación de ISO 55000.

TWPL es una de las 4 únicas empresas del mundo avaladas por el IAM (Institute of Asset Management) para evaluar y certificar empresas, así como para dictar el certificado y el diploma de Asset Management.

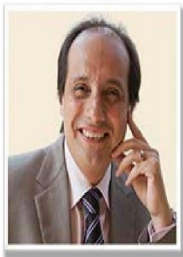
Desempeñó, además, la gerencia técnica del proyecto de cooperación europeo MACRO (MAintenance Cost/Risk Optimisation) y del proyecto SALVO que han generado las más altas tecnologías para la toma de decisiones.

TWPL, empresa líder en el mundo en la integración e implementación de RCM, RBI, RCA, APT y otros componentes para generar la Confiabilidad Integral del Activo, es única en su enfoque, desde la gerencia hasta la implementación.

La respuesta de TWPL está basada en la implementación de metodologías y tecnologías de punta, estando éstas diseñadas para mostrar el alcance de los mejoramientos en costos de Mantenimiento y Operación y su impacto en la disponibilidad y desempeño de los equipos, como en sus requerimientos de renovación y costos de capital.

TWPL se destaca por su singular combinación de capacitación, facilitación y herramientas para asegurar que los estudios iniciales no sólo sean “soluciones temporales”, sino que establezcan procesos empresariales sostenibles a largo plazo.

Facilitadores alternativos



MSc. José Durán (Venezuela)

Ingeniero Eléctrico y Máster en Ingeniería de Mantenimiento. Miembro de IEEE (Institute of Electric & Electronics Engineers), Miembro IAM (Institute of Asset Management), instructor, auditor y certificador en Asset Management acreditado por el IAM.

Director de Operaciones para América Latina de The Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL).

Con múltiples trabajos de desarrollo, implantación y facilitación de proyectos de Optimización de la Gerencia Integrada de Activos, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Análisis Causa Raíz, Gerencia de Riesgo Industrial, Optimización de Mantenimiento. Experiencia en 22 países de América, Europa y África.

Autor de publicaciones técnicas internacionales en el área de Asset Management (Gerencia de Activos), Confiabilidad, y Mantenimiento. Usualmente es invitado a dictar cátedras de diversos postgrados en América Latina.

Caracterizado por su experiencia real y consejos prácticos y aplicables. Realiza consultorías y capacitación en las siguientes áreas:

- Petróleo y Gas: Total, Repsol, YPF, YPFB, Shell, BP, PDVSA, SABIC, Conoco/Phillips, PEMEX, Petrobras, ECOPETROL, ENAP, Petroperu Sincor, Metor, Solvay, Pequiven.
- Minería: Barrick, Yanacocha, BHP Billiton, CVG Bauxilum, CVG Minerven, Doe Run, Xstratacopper, Codelco, Falcon Bridge, Phelps Dodge, FMI, Barrick, etc
- Energía y Servicios: ISAGEN, Edelca, Wilpro Energy Services, Metro de Santiago, London Underground, Comisión Federal de Electricidad, AES, ISA, Chilectra, Instituto Costarricense Electricidad, GDF SUEZ, LUZ DEL SUR, Scottish Power, Scottish Water,.....
- Manufactura, Alimentos y Bebidas: Heinz, FEMSA, MASISA, ARAUCO, Polar, BIMBO, Cerveceras, Pfizer, empresas de transporte marítimo, pesqueras.



MSc. Héctor Sulentic (Venezuela)

Ingeniero Mecánico y Máster en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo.

Más de 15 años de experiencia en Mantenimiento Industrial de plantas del sector Cementero, Petrolero y Energético, y una visión orientada a la resolución de problemas y optimización de recursos.

Consultor Senior Internacional de The Woodhouse Partnership Ltd. donde se desempeña impartiendo capacitación y prestando asesoría en diversas industrias en América Latina en los temas de Modelos de Gestión de Activos y Metodologías tales como: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM+), Optimización del Mantenimiento, Confiabilidad Operacional, Eliminación de Causas Raíces, entre otros.

Coautor de importantes artículos en el área de gestión de mantenimiento y resultados de implementación de PAS 55 en casos prácticos.

Se ha desempeñado como profesor en Máquinas y Procesos de Conversión de Energía en las Escuelas de Ingeniería Industrial y Eléctrica de la Universidad del Zulia en Venezuela.

Algunos proyectos recientes en los cuales ha participado:

- Implementación de Sistema de Gestión basado en PAS 55 en 7 plantas de energía en el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Instructor y facilitador en la metodología RCM y herramientas de optimización de recursos basada en costo, riesgo y desempeño en el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Apoyo en ejecución de estudios de confiabilidad en varias instalaciones de importantes de empresas petroquímicas y eléctricas, tales como: Pequiven, Pemex, Metanol de Oriente, S.A., Comisión Federal de Electricidad, Electricidad del Caroní.



MSc. Johanna López-Durán (Venezuela)

Ingeniero Químico de la Universidad de Los Andes (Venezuela). Master of Science in Management (Caribbean International University).

Especialización en Confiabilidad de Plantas Industriales.

Posee capacidades naturales para dirigir equipos de trabajo multidisciplinarios, para optimizar procesos productivos y resolver problemas complejos.

Se ha desempeñado en áreas de diseño, gestión, optimización de líneas de producción y modernización de equipos.

En los últimos años ha estado trabajando como consultora en The Woodhouse Partnership (TWPL) de Inglaterra, en la implementación de sistemas de Gestión de Activos en empresas complejas, teniendo experiencia práctica en el diseño e implementación de sistemas de gestión basados en PAS 55 e ISO 55001 para mejorar el desempeño organizacional.

Johanna en TWPL también soporta a sus clientes con capacitación, asesoría e implementación de métodos de confiabilidad que van desde los más sencillos para solución de problemas hasta los más complejos para estudios de costo, riesgo y desempeño, aportando a sus clientes soluciones creativas, innovadoras y costo eficientes.

Información general



CURSO Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA)	
Duración:	15 horas.
Informaciones:	Tel: (56-2) 23730170 / Email: contacto@cides.com
Organismo Capacitador:	CIDES Corpotraining Ltda. / Rut: 77.334.850-2
Código Sence*: 12-37-9590-31	Nombre del Curso: Implementación de Procesos de Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA)
*Actividad de Capacitación autorizada por el SENCE para los efectos de la franquicia tributaria de capacitación. No conducente al otorgamiento de un título o grado académico.	

Precios:
Este curso no se encuentra por el momento programado de forma abierta (con fecha), por lo que el valor indicado es sólo referencial.
Este valor está sujeto a **descuentos** para:
a. Inscripciones grupales (2 ó más participantes)
b. Inscripciones realizadas a través de **OTICs**, o de **Organismos Públicos**, o **Particulares**.
El valor incluye, generalmente: almuerzo, coffee-breaks, documentación del curso y diploma (en formato digital).

Valor referencial (modalidad abierta)
\$480.000 por participante (precio estándar, sin considerar descuentos aplicables)

Inscripciones:
Como este Curso no está aún programado, las inscripciones no se encuentran abiertas. Sin embargo, puedes dejar tu [interés de participación en el formulario](#) de arriba a la derecha en la página web de este curso, y así podremos avisarte de forma anticipada para cuando se programe.

Adicionalmente, te informamos que todos nuestros cursos pueden ser [cotizados de forma cerrada \(in company\)](#) para un grupo de personas (mínimo 6).