UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCIÓN-REY BALDUINO DE BELGICA

ANALISIS DE CICLO DE VIDA DE ACTIVOS INDUSTRIALES: CASO DE ESTUDIO DECANTERS DE LA PLANTA DE PROCESO DE HARINA DE PESCADO, BLUMAR SAN VICENTE

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional Técnico Universitario en MECANICA INDUSTRIAL

Alumno:
Daniela Zagal Vásquez

Profesor Guía:
Eduardo Aracena Cuellar

2025

DEDICATORIAS

Me lo dedico a mí, porque a pesar de qué podía ser algo sencillo, se volvió algo sumamente difícil en una triste etapa de mi vida y después de mucho, logré salir a flote y terminar este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fuerza para sanar y lograr terminar este trabajo.

Agradezco a Don Eduardo Aracena Cuellar, por creer en mí, por nunca juzgarme y por tener la paciencia de seguir guiándome aún sin saber por todos los desafíos que me tocó enfrentar.

De verdad, Gracias.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal analizar las estrategias de mantenimiento de los decanters industriales en la planta Blumar S.A. San Vicente, durante todo su ciclo de vida. Para ello, se emplearon diversas herramientas de análisis que permitieron identificar las fallas más críticas y proponer mejoras que incrementen la confiabilidad y eficiencia operativa de estos equipos.

En primer lugar, se llevó a cabo un estudio exhaustivo de los factores que influyen en el ciclo de vida de los decanters, incluyendo aspectos como el desgaste, la frecuencia y tipos de fallas, y los costos asociados al mantenimiento. A partir de esta investigación, se identificaron las etapas más vulnerables del ciclo de vida, en las que es esencial aplicar estrategias de mantenimiento más efectivas.

La metodología utilizada en este estudio incluyó la aplicación del Análisis de Modos y Efectos de Fallo (FMCA), una herramienta clave para identificar y clasificar los modos de falla según su criticidad y el impacto en la operación de los decanters. Este análisis permitió una comprensión profunda de las causas raíz de las fallas y sirvió como base para los estudios posteriores.

Con los datos obtenidos del FMCA, se realizó un análisis de Pareto para priorizar las fallas que tienen un mayor impacto en la confiabilidad de los equipos. Este enfoque permitió concentrar los esfuerzos de mantenimiento en las áreas más críticas, maximizando así la eficiencia de los recursos disponibles.

Además, se llevó a cabo un estudio de confiabilidad, en el cual se calcularon las tasas de fallas y se analizaron las tendencias de fallas a lo largo del tiempo. Este estudio proporcionó una visión a largo plazo del rendimiento de los decanters y permitió predecir posibles fallas futuras, lo que es crucial para planificar intervenciones preventivas de manera oportuna.

A partir de los resultados obtenidos, se elaboraron recomendaciones prácticas y específicas para mejorar las estrategias de operación y mantenimiento de los decanters en la planta Blumar S.A. Estas recomendaciones incluyen la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo más robusto, la adopción de tecnologías avanzadas para el monitoreo en tiempo real de los equipos.

Las conclusiones de este trabajo subrayan la importancia de un enfoque integral y basado en datos para la gestión de activos industriales. La correcta implementación de las estrategias propuestas no solo puede extender la vida útil de los decanters, sino también reducir significativamente los tiempos de inactividad y optimizar los costos operativos, mejorando así la competitividad de la planta Blumar S.A.

INDICE

DEDICATORIAS 2

AGRADECIMIENTOS 3

RESUMEN 4

INDICE 5

INDICE DE FIGURA CAPITULO I 10

INDICE DE FIGURA CAPITULO II 10

INDICE DE FIGURA CAPITULO III 10

INDICE DE TABLA CAPITULO I 11

INDICE DE TABLA CAPITULO II 11

INDICE DE GRAFICOS CAPITULO II 12

SIGLA Y SIMBOLOGIA 14

INTRODUCCION 16

OBJETIVOS 18

OBJETIVOS GENERALES 18

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18

CAPITULO I: FUNDAMENTO TEORICO 19

1.1. DEFINICIÓN DE UN ACTIVO Y CICLO DE VIDA 20

1.2. TIPOS DE ACTIVOS 23

1.3. GESTIÓN DE ACTIVOS 24

1.4. CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INDUSTRIA 25

1.5. FACTORES ECONOMICOS DE CICLOS DE VIDA DE LOS ACTIVOS 25

1.5.1. FACTORES ASOCIADOS A LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS 27

1.5.2. TIPO DE GASTOS Y COSTOS (VERSIÓN TRADICIONAL) 28

1.5.2.1. COSTOS DE MANO DE OBRA 29

1.5.2.2. COSTOS DE MATERIALES 29

1.5.2.3. GASTOS DE TERCEROS 29

1.5.2.4. GASTOS FINANCIEROS 29

1.5.2.5. GASTOS POR FALLOS 30

1.5.2.6. GASTOS FIJOS 30
1.5.2.7. GASTOS VARIABLES 31
1.6. ETAPAS DE UN CICLO DE VIDA 31
1.6.1. CURVA DE LA BAÑERA 32
1.6.1.1. FASE 1: MORTALIDAD INFANTIL Y FALLAS INICIALES 32
1.6.1.2. FASE 2: VIDA ÚTIL CON FALLAS ALEATORIAS 32
1.6.1.3. FASE 3: DESGASTE ACELERADO 33
1.6.2. IMPORTANCIA DE LA CURVA DE LA BAÑERA 34
1.6.3. MANTENIBILIDAD 35
1.6.4. CONFIABILIDAD 36
1.7. CONFIABILILIDAD DE LOS PROCESOS 37
1.8. CONFIABILIDAD OPERACIONAL 39
1.9. CAPEX Y OPEX 40
1.10. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO 41
1.11. TIPOS DE MANTENIMIENTO 42
1.11.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO 42
1.11.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 42
1.11.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO 42
1.11.4. MANTENIMIENTO PROACTIVO 43
1.11.5. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN 43
1.11.6. MANTENIMIENTO AUTONOMO 43
1.12. IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO 44
1.12.7. EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN 44
1.12.8. CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN 44
1.12.9. USO DE TECNOLOGIAS 44
1.12.10. MONITOREO Y MEJORA CONTINUA 44
1.13. INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA A ANALIZAR 45
1.13.1. LA EMPRESA 46
1.13.2. DESCRIPCION DE PROCESO 46
1.13.2.1. DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE LA PESCA 46
1.13.2.2. COCCIÓN 48
1.13.2.3. PROCESO EN DRUM DRAINERS 49
1.13.2.4. PRENSADO 50

1.13.2.5. SEPARACIÓN DE FASES....51
1.13.2.6. PROCESOS EN LAS CENTRÍFUGAS....52
1.13.2.7. PROCESO EN PLANTA EVAPORADORA:....53
1.13.2.8. SECADO....54
1.13.2.9. POST-SECADO....55
1.13.2.10. ENFRIADO....56
1.13.2.11. MOLIENDA....56
1.13.2.12. ENSACADO....57
1.13.2.13. CALDERAS....57
1.13.2.14. DIAGRAMA DE PROCESO....59
CAPITULO II: CASO DE ESTUDIO CICLO DE VIDA DE DECANTERS.....60
2.1. DESPCIÓN FUNCIONAL DEL EQUIPO....61
2.2. ESPECIFICACION TECNICA DE LOS DECANTERS....63
2.2.1. DECANTADOR CENTRÍFUGO DATOS TECNICOS....63
2.3. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LOS DECANTERS....64
2.3.1. FMCA....64
2.3.1.1. INTRODUCCIÓN FMCA....64
2.3.1.2. FMECA APLICADO A DECANTERS....64
2.3.1.3. FMCA DECANTER 1....65
2.3.1.4. CONCLUSION DECANTER 1....65
2.3.1.5. FMCA DECANTER 2....66
2.3.1.6. CONCLUSION DECANTER 2....66
2.3.1.7. FMCA DECANTER 3....66
2.3.1.8. CONCLUSION DECANTER 3....66
2.3.1.9. FMECA DECANTER 4....67
2.3.1.10. CONCLUSION DECANTER 4....67
2.3.1.11. FMCA DECANTER 5....67
2.3.1.12. CONCLUSIÓN DECANTER 5....67
2.3.2. PARETO....68
2.3.2.1. PARETO APLICADO A LOS DECANTERS....68
2.3.2.2. DIAGRAMA PARETO DECANTER 1....68

2.3.2.3. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 2 70
2.3.2.4. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 3 71
2.3.2.5. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 4 72
2.3.2.6. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 5 73
2.3.2.7. CONCLUSIONES DE LOS GRÁFICOS DE PARETO 74
2.3.3. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS DECANTERS 74
2.3.3.1. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 1 75
2.3.3.2. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 2 77
2.3.3.3. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 3 79
2.3.3.4. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 4 81
2.3.3.5. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 5 83
2.3.3.6. CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTERS 84
2.4. MODELO CONCEPTUAL DE CICLO DE VIDA DEL ACTIVO 85
2.4.1. MODELO DE CICLO DE VIDA DE UN ACTIVO FUNDADO EN EL CONCEPTO OPEX 86
2.4.1.1. PLANIFICACIÓN Y ADQUISICIÓN 86
2.4.1.2. IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA 87
2.4.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 87
2.4.1.4. ACTUALIZACIÓN Y MEJORA CONTINUA 87
2.4.1.5. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO 87
2.4.1.6. DESMANTELAMIENTO Y DISPOSICIÓN 87
2.4.1.7. DOCUMENTACIÓN Y REPORTES 87
2.4.2. ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA 88
2.4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COSTOS 88
2.4.2.2. DESCRIPCION DE APLICACIÓN MODELO DE WOODWARD 90
2.4.3. ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA DE LOS DECANTERS . 92
2.5. TASAS DE FALLAS 94
2.6. TASAS DE FALLAS DE LOS DECANTERS 95
2.6.1. DECANTER 1 95
2.6.1.1. TASA DE FALLAS DECANTER 1 95
2.6.2. DECANTER 2 96
2.6.2.2. TASA DE FALLAS DECANTER 2 96

2.6.3. DECANTER 3 96
2.6.3.3. TASA DE FALLAS DECANTER 3 96
2.6.4. DECANTER 4 97
2.6.4.4. TASA DE FALLAS DECANTER 4 97
2.6.5. DECANTER 5 97
2.6.5.5. TASA DE FALLAS DECANTER 5 97
2.6.6. TASAS DE FALLAS DE LOS DECANTERS 98
3. CAPITULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES 100
3.1. CONCLUSIONES 101
3.2. RECOMENDACIONES 102
CONCLUSIÓN 104
RECOMENDACION 105
BIBLIOGRAFIA 106
ANEXOS 107

INDICE DE FIGURA CAPITULO I

Figura 1-1Tolva de pesaje *47*
Figura 1-2 Desaguador estático. *47*
Figura 1-3 Cocedor *49*
Figura 1-4 Drum drainers. *50*
Figura 1-5 Prensa *51*
Figura 1-6 Decanters *52*
Figura 1-7 Centrifugas *53*
Figura 1-8 Evaporadores *54*
Figura 1-9 Secadores *55*
Figura 1-10 Molino *56*
Figura 1-11 Ensacadora *57*

INDICE DE FIGURA CAPITULO II

Figura 2- 1. Flujo entre placas paralelas. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 2. Desarrollo de la turbulencia en la capa limite. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 3. Representación del fluido a través del disco. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 4. Diseño de Disco de rotor. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 5. Diseño de espaciador de discos. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 6. Diseño de eje a usar. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 7. Diseño de seguro seager a usar. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 8. Diseño de tapa de turbina 1 .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 9. Diseño de tapa de turbina 2. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 10. Diseño de carcaza de turbina. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 11. Diseño de rodamientos. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 12. Diseño de eje roscado. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 13. Diseño de tuerca hexagonal. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 14. Diseño de golillas. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 15. Diseño ensamblado. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 16. Diseño explosionado. .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2- 17. Diseño explosionado del rotor. .....**¡Error! Marcador no definido.**

INDICE DE FIGURA CAPITULO III

Figura 3- 1. Funcionamiento del tacómetro óptico .....**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3- 2. Funcionamiento del tacómetro de contacto. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 3- 3. Turbina tesla a través de la cámara termografíca. .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 3- 4. Tacómetro midiendo velocidad del rotor. ...**¡Error! Marcador no definido.**

INDICE DE TABLA CAPITULO I

Tabla 1- 1. Tabla Ciclo de vida del activo físico 31

*Tabla 1- 2. Tabla Tasa de Falla en 3 Fases .....**¡Error! Marcador no definido.***

Tabla 1- 3. Tabla Origen Disponibilidad 38

Tabla 1- 4. Tabla Confiabilidad de procesos 38

Tabla 1- 5. Tabla Confiabilidad Operacional I 39

Tabla 1- 6. Tabla Confiabilidad Operacional II 39

Tabla 1- 7. Tabla Confiabilidad Operacional II 40

Tabla 1- 8. Tabla Capex y Opex 41

Tabla 1- 9. Tabla Tipos de mantenimiento 43

Tabla 1- 10. Tabla Ciclo de mantención..... 45

Tabla 1- 11. Separación de faces 51

Tabla 1- 12. Información técnica Caldera 1 58

Tabla 1- 13. Información técnica Caldera 2 58

Tabla 1- 14. Información técnica Caldera 3 58

Tabla 1- 15. Información técnica Caldera 4 58

INDICE DE TABLA CAPITULO II

Tabla 2- 1 Sistema fraccionario al 100% 62

Tabla 2- 2 FMECA 65

Tabla 2- 3 FMECA Decanter 1 65

Tabla 2- 4 FMECA Decanter 2 66

Tabla 2- 5FMECA Decanter 3 66

Tabla 2- 6 FMECA Decanter 4 67

Tabla 2- 7 FMECA Decanter 5 67

Tabla 2- 8 Diagrama Pareto Decanter 1 68

Tabla 2- 9 Relacion 80-20 Decanter 1 69

*Tabla 2- 10 Grafico Relacion 80-20 Decanter 1 .....**¡Error! Marcador no definido.***

Tabla 2- 11Diagrama Pareto Decanter 2 70

Tabla 2- 12 Relacion 80-20 Decanter 2 70

*Tabla 2- 13 Grafico Relacion 80-20 Decanter 2 .....**¡Error! Marcador no definido.***

Tabla 2- 14 Diagrama Pareto Decanter 3 71

Tabla 2- 15 Relacion 80-20 Decanter 3 71

*Tabla 2- 16 Grafico Relacion 80-20 Decanter 3 .....**¡Error! Marcador no definido.***

Tabla 2- 17 Diagrama Pareto Decanter 4 72

Tabla 2- 18 Relacion 80-20 Decanter 4 ..... *72*
Tabla 2- 19 Grafico Relacion 80-20 Decanter 4.....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 20 Diagrama Pareto Decanter 5..... *73*
Tabla 2- 21 Relacion 80-20 Decanter 5 ..... *73*
Tabla 2- 22 Grafico Relacion 80-20 Decanter 5.....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 23 Análisis Datos confiabilidad Decanter 1 ..... *75*
Tabla 2- 24 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 1 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 25 Distribución de Weibull Decanter 1 ..... *76*
Tabla 2- 26 Resultados Distribución de Weibull Decanter 1..... *76*
Tabla 2- 27 Análisis Datos confiabilidad Decanter 2 ..... *77*
Tabla 2- 28 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 2 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 29 Distribución de Weibull Decanter 2 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 30 Resultados Distribución de Weibull Decanter 2..... *78*
Tabla 2- 31 Análisis Datos confiabilidad Decanter 3 ..... *79*
Tabla 2- 32 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 3 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 33 Distribución de Weibull Decanter 3 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 34 Resultados Distribución de Weibull Decanter 3..... *80*
Tabla 2- 35 Análisis Datos confiabilidad Decanter 4 ..... *81*
Tabla 2- 36 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 4 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 37 Distribución de Weibull Decanter 4 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 38 Resultados Distribución de Weibull Decanter 4..... *82*
Tabla 2- 39 Análisis Datos confiabilidad Decanter 5 ..... *83*
Tabla 2- 40 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 5 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 41 Distribución de Weibull Decanter 5 .....***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 2- 42 Resultados Distribución de Weibull Decanter 5..... *84*
Tabla 2- 43 Costos de los Modos de falla *92*
Tabla 2- 44 Costos Mantenimiento preventivo *93*
Tabla 2- 45 Costos totales *94*
Tabla 2- 46 Costos totales por falla de cada decanter *94*
Tabla 2- 47 Grafico Tasa de falla vs Tiempo.....***¡Error! Marcador no definido.***

INDICE DE GRAFICOS CAPITULO I

Grafico 1-1 Tabla Tasa de Falla en 3 Fases *34*
Grafico 1-1 Relación 80-20 Decanter 1..... *69*
Grafico 1-1 Relación 80-20 Decanter 2..... *70*
Grafico 2-1 Relación 80-20 Decanter 3..... *71*
Grafico 2-1 Relación 80-20 Decanter 4..... *72*
Grafico 2-1 Relación 80-20 Decanter 5..... *73*
Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 1 ..... *76*
Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 1 ..... *76*

Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 2 ..... *77*
Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 2 ..... *78*
Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 3 ..... *79*
Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 3 ..... *80*
Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 4 ..... *81*
Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 4 ..... *82*
Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 5 ..... *83*
Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 5 ..... *84*
Grafico 2-1 Tasa de falla vs Tiempo *95*
Grafico 2-1 Grafico de barra Tasa de falla *98*
Grafico 1-18 Grafico de linea Tasa de falla *99*

SIGLA Y SIMBOLOGIA

SIGLAS

NIC : Norma Internacional de contabilidad

ISO : International Organiation for Standardization

TIC : Tecnología de la Información y la Comunicación

LCC : Life Cicle Cost (Costo de ciclo de vida)

RCM : Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento centrado en confiabilidad)

ROA : Return of Assets (Devolución de activos)

TIR : Return on investment (Retorno de activos)

MTBF : Mean time between failures (tiempo medio entre fallas)

MTTR : Mean time to repair (tiempo medio de reparación)

FMECA: Failure mades, effect and criticality analysis (Análisis de modos de fallo, efecto y criticidad)

M : Mantenibilidad

R : Fiabilidad o Confiabilidad

D : Disponibilidad

CEP : Control estadístico de proceso

CAPEX: Capital Expenditure (gastos de capital)

OPEX : Operating Expenditure (gastos operativos)

TVN : Nitrógeno total volátil

G : Fuerza de velocidad

VDF : Variador de frecuencia

TEF: Tiempo entre falla

RM<>F: Rangos medios de no confiabilidad

ACCV : Análisis de costo de ciclo de vida

IPC : Índice de precios de consumo

VAN : Valor actual neto

CI : Costo inicial de adquisición

CO : Costos operacionales

CPM : Costos por mantenimiento preventivo

CTPF : Costo total por falla

CMM : Costo mantenimiento mayor

VR : Valor residual del activo

CTF : Costo total por falla

TF : Tasa de falla

USD : Dólares

PH : Potencial de hidrogeno

Ft : Flujos de dinero en un periodo de tiempo

K : Tasa de descuento

Vo : Valor inicial

Vf : Valor final

Ton : tonelada

Max : Máxima

Ppm : partículas por millón

Rpm : Unidad de velocidad, revoluciones por minuto.

Hp : Unidad de potencia, horsepower.

SIMBOLOGIAS

Mm : Unidad de medida, milímetros

$\dot{m}^3$: metro cubico.

β : Beta

h : hora

μ : micro

°C : Grados Celsius.

n : número total de periodos de tiempo

t : periodo actual de tiempo

% : porcentaje

c/u : cada uno

kg : kilogramo

cm^2 : centímetro cuadrado

dm^3 : decímetro cubico

η : vida característica

lo : inversión inicial realizada en t=0

V/V : válvula

λ : Lambda

INTRODUCCION

El sector pesquero chileno ha operado por muchos años mediante la captura de peces y algas en gran parte de la costa chilena, permitiendo el desarrollo de las industrias de harina de pescado, conservas, congelados, deshidratados, ahumados y secado de algas. Sin embargo, en los últimos años se ha estancado el desarrollo productivo e incluso disminuido la captura de peces, lo que ha hecho vulnerables a ciertas empresas de la industria pesquera. Esto se debe a diversos factores, como son las regulaciones ambientales y políticas, bajo índice de captura por nivel de esfuerzo, baja biomasa en ciertos sectores, alta variabilidad de la recepción de materia prima, entre otros.

Las regulaciones a la industria pesquera han sido cada vez más severas, debido a la sobreexplotación de los recursos marinos de los últimos años. La introducción de periodos de veda, la creación de cuotas de pesca y variaciones económicas del mercado, han hecho que la captura por parte de pescadores industriales y artesanales sea cada vez más escasa, es por esto que la materia prima que llega a la planta productiva es incierta, generando distorsiones en la planificación de la producción y en la estimación de lotes a producir.

Blumar es una empresa que surge de la fusión de las pesqueras Itata y el Golfo, dos líderes de la industria chilena de alimentos marinos. Su principal fortaleza es contar con un equipo humano y material de primera línea en materia pesquera y acuícola, desde el nivel operativo al directivo.

La unión de ambas compañías responde al complejo escenario pesquero actual, producto de la notable reducción en la biomasa del jurel y los cambios a la actual legislación que establece las cuotas de pesca.

Aun así, Blumar es una empresa preparada para sortear con éxito las incidencias del sector. Posee activos importantes a lo largo del territorio nacional (desde la III a la XI regiones), una sólida posición financiera, un valioso y diversificado portafolio de productos y marcas, además de una vasta trayectoria en los mercados más exigentes de los cinco continentes.

La planta de harina de pescado San Vicente se dedica de forma exclusiva al proceso de harina y aceite de pescado. La planta no está en operación de forma continua sino cuando existe materia prima que procesar la cual puede ser derivada de las plantas de consumo humano en forma de subproductos (cola, aletas, etc.). Cuando comienza la temporada de sardinas existe una alta producción la cual puede ser por días o semanas continuas.

. En el contexto de la industria moderna, la gestión eficaz de los activos industriales es crucial para garantizar la continuidad operativa y la competitividad, en este aspecto es de crucial importancia tener una disponibilidad de todos los equipos de la planta para lograr procesar toda la materia prima sin interrupción ya que el pescado al no ser procesado inmediatamente comienza el proceso de descomposición, esto conlleva a tener una harina y aceite de mala calidad Los Decanter son parte fundamental del proceso ya que separa los líquidos de los sólidos lo cual impacta en la humedad de la harina y en la producción de aceite, por lo que son equipos clave cuya confiabilidad y rendimiento afectan directamente la eficiencia de las operaciones. La planta Blumar S.A. San Vicente, especializada en el procesamiento industrial, enfrenta desafíos significativos en el mantenimiento de estos equipos debido a su complejidad y el impacto que las fallas pueden tener en la producción.

El objetivo principal de este trabajo es analizar las estrategias de mantenimiento de los decanters industriales durante su ciclo de vida en la planta.

Actualmente los decanters poseen un plan de mantención preventivo de forma anual pero aun así existen fallas durante el proceso lo cual se quiere evitar realizando estudio de su ciclo de vida, detectando las fallas y proponer ciertas mejoras para su major funcionamiento.

Para lograr esto, se han definido tres objetivos específicos: primero, estudiar los factores que intervienen en el ciclo de vida de un activo industrial; segundo, analizar el ciclo de vida de los decanters utilizando tanto elementos teóricos como datos empíricos; y tercero, desarrollar recomendaciones y propuestas basadas en el análisis de confiabilidad para mejorar la operación y mantenimiento de los equipos.

Las conclusiones derivadas de este análisis buscan recomendar la optimización de las prácticas de mantenimiento y operación de los decanters, proponiendo la utilización de nuevos elementos mecánicos que ayuden al monitoreo en tiempo real, y la aplicación de prácticas predictivas para adelantar la aparición de posibles fallas y actuar a tiempo. Implementar estas estrategias no solo mejorará la confiabilidad y eficiencia de los equipos, sino que también reducirá los tiempos de inactividad y los costos operativos, contribuyendo al éxito y la sostenibilidad de la planta.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Analizar estrategias de mantenimiento de un activo industrial durante su ciclo de vida, aplicado a un caso práctico correspondiente a decanters industriales de la planta Blumar S.A. San Vicente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. - Estudiar que son los factores que intervienen durante el ciclo de vida de un activo
b. - Analizar el ciclo de vida de un activo a partir de elementos teóricos y un caso práctico.
c. Elaborar recomendaciones y propuestas para la operación y mantenimiento de los decanters, en el marco de resultados de los análisis de confiabilidad.

CAPITULO I: FUNDAMENTO TEORICO

1.1. DEFINICIÓN DE UN ACTIVO Y CICLO DE VIDA

Activos: En términos empresariales, un activo son bienes o derechos que la empresa posee y que puede convertirse en dinero o de otros medios líquidos equivalentes. Todos los activos tienen el potencial de traer dinero a la empresa ya sea por su uso, venta o intercambio, son ejemplos de activos: un camión, una patente, las materias primas, las inversiones financieras o los derechos de cobro.

El activo se divide en dos partes:
1-Activo no corriente o fijo
2-Activo corriente o circulante.

En el primer grupo se incluyen algunos bienes o derechos que se mantendrán en la empresa, durante más de un año. No se adquiere para su venta o comercialización como por ejemplo maquinarias o bienes o inmuebles.
En el segundo grupo se incluyen los bienes o derechos que permanecerán en la empresa menos de un año, al contrario de la anterior se adquiere con la finalidad de venderlos o consumirlos a corto plazo.

En la materia de contabilidad se considera que el activo de una empresa es igual a la suma del pasivo más el capital.

Los activos juegan un papel fundamental dentro de la organización ya que estos permitirán la reducción de los valores de los pasivos que puedan adquirir dicha empresa en un ejercicio económico.

Los activos en una organización son los siguientes:
-activos físicos
-activos de información y tecnología
-activos intangibles
-activos humanos
-activos financieros

Es importante definir los activos intangibles que según la NIC38,8 el activo es “un recurso controlado por la entidad como resultado de sucesos pasados, y del que la entidad espera obtener, en el futuro, beneficios económicos.”

La definición de la misma norma de un activo intangible se refiere a “un activo identificable, de carácter no monetario y sin apariencia física.”
Según Humberto A. Borges Q.” El activo, es un recurso no monetario, sin apariencia física, identificable y controlado por la entidad u organización, como resultado de sucesos pasados, sobre el cual se espera obtener beneficios económicos en el futuro.”

Dentro de los activos que más se mencionan en este trabajo son los activos fijos o activo inmovilizado material (NIC16).

Toda empresa, por pequeña que sea, tiene a lo menos algún activo fijo o activo inmovilizado material por lo cual la importancia de la norma que fija los criterios para su exposición en los estados financieros es de suma importancia la NIC16, es la que contiene los criterios para reconocer, depreciar (amortizar) y contabilizar la pérdida o ganancia por deterioro del activo físico. Esta norma será una de las más utilizada y sus criterios se aplicarán en gran parte de la industrial, el punto principal de esta norma es el enfoque de la valorización de los activos mucho de los cuales hoy se encuentran subvaluados y aplicando la norma pueden ser valorados a valor del mercado, provocando un aumento en el valor de la empresa y al mismo tiempo significa un premio a las políticas de mantención, conservación y utilización de los activos de una organización.

Según la Norma ISO 55000 2014 (transposición de PAS 55) De estándar internacional que cubre la administración de activos físicos, define “ACTIVO” como una entidad, ítem u objetivo, que tienen valor real o potencial para una organización.
El valor puede ser tangible o intangible, financiero o extra financiero incluyendo la consideración de riesgos y obligaciones. Puede ser positivo o negativo en las diferentes etapas de vida del activo.
Los activos físicos generalmente se refieren a equipamiento, inventarios y los inmuebles de la organización. Activos físicos es opuesto a activos intangibles, los cuales son activos no físicos como alquileres, marcas, activos digitales, derechos de uso, licencias, derechos de propiedad intelectual, reputación o acuerdos.

Conociendo esta información se debe saber que se considera un activo fijo, aquellos elementos tales como lo son, repuestos y piezas que durarán más de un año, después de incorporados al activo fijo. Además, la entidad indica que también deben valorizarse como activo fijo aquellos que solamente pueden ser utilizados como repuestos de un activo fijo, sobre lo cual podemos considerar 2 criterios: que debe ser un elemento importante y que su duración sea mayor a un año, de lo contrario este debería ser contabilizado como gastos.

Si viene cierto, los activos, según términos empresariales y términos de contabilidad, son elementos o servicios que prestan un gran valor económico y productivo a una empresa, son considerados uno de los elementos más importantes para que ésta pueda funcionar, además de ello, los activos entregan una gran cantidad de herramientas para la empresa como tal y para los que se benefician de ellos, ya sean los dueños, los trabajadores y los que disfrutan de los servicios finales como clientes, o bien, los consumidores de un determinado producto. Cabe mencionar que los activos, también son fuentes importantes de empleabilidad para aquellos que saben utilizar y mantener algún activo fijo, como para quienes manejan la materia en cuanto a los activos circulantes, prestando servicios a quienes requieran de este bien intangible.

Ciclo de vida: El ciclo de vida es un concepto que remite a la aparición, desarrollo y finalización de la funcionalidad de un determinado elemento.
En el caso de un determinado producto o bien que se comercializa en el mercado, el ciclo de vida refiere al periodo de tiempo en el cual el mismo generará ganancias.
Según el Sr. Francisco Luis García Ahumada, Profesor perteneciente al colegio de arquitectos oficial de Madrid.
Según la Norma ISO 55000 2014 (transposición de PAS 55) De estándar internacional que cubre la administración de activos físicos, define “Ciclo de vida” como Etapas de la gestión del activo, en donde cada organización define el nombre, la cantidad de etapas y las actividades a desarrollar. Esto varía dependiendo los sectores industriales a los que se aplique.

Es de vital importancia, establecer una planificación de ciclo de vida, lo que ayudará a asegurar que el uso y las prestaciones de los activos no estarán puestas en peligro. Se dispondrá de una base sólida para las decisiones de inversión y mantenimiento además de ello se dispone de una herramienta adecuada para las contingencias significativas por lo que pueden tener respuestas adecuadas para demandas inesperadas o averías importantes.
La no planificación del ciclo de vida en una empresa puede dar lugar a ser incapaz de evaluar de forma realistas cambios o mejoras en el activo además de inadecuadas estrategias de utilización y establecer planificación del mantenimiento y modelo de financiación no orientados a las prestaciones esperadas a la vida del activo.
Los objetivos de la planificación de los ciclos de vida son establecer y conocer los costos totales de un activo a lo largo de su vida útil además fijar una base sólida para la toma de decisiones planificando los costos de mantenimiento y agotamiento de vida aumentando la capacidad de ingresos de los activos.

Un ciclo de vida es el espacio en el cual se desenvuelve un activo, desde que se crea o comienza, hasta que se rompe o termina, en cierto periodo de tiempo, se entiende que todo activo cuenta con un ciclo de vida predeterminado. Esto, para que la utilización de este activo, pueda tener una cierta organización en lo que es la planificación de mantenimiento para hacer que la vida útil de este activo, pueda llegar a la eficiencia de funcionamiento esperada por fabricante o creador del servicio, es por lo que justifica el énfasis de una buena planificación de los ciclos de vida y de esta manera obtener resultados satisfactorios del activo.

1.2. TIPOS DE ACTIVOS

Tipos de activo: Grupo de activos que tienen características comunes que los distinguen como un grupo o una clase tales como: activos físicos, activos de información, activos tangibles, activos críticos, activos de concesión, activos lineales, activos de tecnología de la información y comunicaciones (TIC), activos de infraestructura, activos móviles.
Esto según la Norma ISO 55000 2014 (transposición de PAS 55) de estándar internacional que cubre la administración de activos físicos.
Si viene cierto en este trabajo se dará énfasis a un activo físico industrial en particular, es necesario destacar los tipos de activos que existen, ya que cada uno de ellos, prestan un rol de vital importancia para la organización que lo adquiera y aplique en el sector a desarrollar.
Como los menciona la norma, los “activos físicos” se definen como todo objeto o bien material que posee una organización, tales como: maquinarias, equipos, edificios, muebles, vehículos, materias primas, productos en proceso, herramientas y todo lo que tenga que ver con un bien tangible. Al igual que el activo tangible tiene una forma física, es decir, es cualquier activo material que se puede ver y tocar.
Los activos de concesión son los que su administración se otorga a particulares o a empresas, durante un determinado tiempo. Incomparable al activo lineal, más bien conocido como activo continuo, es un activo que se mantiene en segmentos, como una carretera, una tubería, o una vía de tren.
En los activos TIC podemos encontrar un gran aporte de programas o software que ayudan a la organización a poder digitalizar y administrar todo en cuanto a producción, comunicación, almacenamiento, registros etc. Entregando de forma auditiva y visual la información requerida. Distinto a este, están los activos de infraestructura, término que ha sido utilizado para definir estructuras grandes y complejas, lo que engloba instalaciones, edificios, elementos urbanos etc. Los que impulsan la actividad de una organización.
Además, se mencionan los activos móviles que podemos asociarlos a los medios de transporte tales como: buses, camiones, camionetas, vagones de trenes, remolques etc.

Activos críticos: Según la norma ISO 55000 2014, los activos críticos se definen como el potencial que tiene para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización. Estos pueden ser críticos desde el punto de vista de la seguridad, del ambiente o del desempeño y pueden relacionarse a requisitos legales, regulatorios o estatutarios. Pueden referirse también a los activos necesarios para proporcionar servicios a los clientes críticos, como también los sistemas de activos pueden distinguirse como críticos de manera similar a la de los individuos.

Es muy común escuchar en la industria donde existan equipos críticos, que son vitales para el funcionamiento y producción de esta, que jamás deben fallar, ya que detendría la producción generando tiempos muertos e impactos económicos considerables, por lo general se procura llevar un mantenimiento minucioso de estos, en el caso de que fallen, se llevan de manera urgente a las instalaciones de mantenimiento para solucionar la avería existente, actuando como médicos en un pabellón de urgencias..

1.3. GESTIÓN DE ACTIVOS

Gestión de activos: El propósito es describir las distintas funciones que participan en el ámbito de la producción, poniendo un énfasis especial en la gestión de activos y el mantenimiento, como funciones centrales e integradoras de la actividad industrial.

La gestión de activos en el ámbito de la producción es un término adoptado como un rótulo para la gestión integral de la infraestructura industrial durante toda su vida útil. En la práctica, es la rama de la actividad empresarial que involucra los procesos de inversión y renovación de equipos industriales, su operación, mantenimiento y el manejo de los materiales y recursos asociados. Actualmente, la gestión de activos está enfocada a la optimización de la inversión y los costos de reparación del equipamiento industrial; modelo denominado life cycle cost (LCC) que consiste en el énfasis de todos los costos generados por máquinas industriales desde la adquisición hasta la enajenación, facilitando las siguientes decisiones:

La inversión, considerando el rendimiento, la vida útil y el precio

Los intervalos de inspección y mantenimiento

La gestión de repuestos y materiales

La planificación de detenciones en la producción

La determinación de conversiones o reemplazos

La gestión del riesgo de operación

La evaluación de mejoramientos de plantas a nivel genético.

Es indudable que las decisiones involucradas en la gestión de activos son factores determinantes de la producción, la calidad, los residuos industriales, la seguridad y los requerimientos de recursos humanos para la operación de instalaciones industriales; siendo considerada frecuentemente como la función integradora de todas las actividades asociadas a la producción.

1.4. CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INDUSTRIA

Conforme el estudio de manuales de mantenimiento enfocados en la ingeniería y gestión para las industrias el mantenimiento es un proceso de gestión integral que debe comenzar en el momento mismo de concepción de una obra o anteproyecto; vale decir, del ciclo de vida de los equipos. Según Alejandro J. Pistarelli comenta que lamentablemente es fácil darse cuenta que esto no siempre se ve reflejado en la práctica. “Nos conformamos con pensar en el mantenimiento a partir del momento en que los equipos o activos se instalan en la planta, o aun lo que es peor, cuando comienzan a funcionar.”

Esto se ve reflejado en el área de la industria química y petroquímica, industria del acero, construcción, aeronáutica, hospitales, escuelas, bancos, ingenios, centros de compras, minas, distribución eléctrica, servicios públicos, redes informáticas, etc.

Todas las decisiones tomadas en relación a un activo como parte de un sistema productivo de bienes o servicios, en cualquier etapa de su vida, tendrán indefectiblemente un impacto en su desempeño. Además, las máquinas durante su operación sufren un proceso de deterioro, por lo que es preciso eliminar o reducir las pérdidas operativas de cualquier índole que ocurran a raíz de tal proceso.

Los activos para la industria u organización son elementos importantes por lo que se busca conservar y valorizar los bienes que constituyen el patrimonio activo fijo de una empresa. En definitiva, los objetivos generales de la gestión de activos son conservar el patrimonio de maquinarias e instalaciones durante toda su vida útil, garantizando su capacidad de producir bienes y servicios según las condiciones establecidas. La mantención debe asegurar además el mejoramiento permanente orientado a eliminar los puntos críticos de las maquinarias e instalaciones y a reducir los costos de mantención.

1.5. FACTORES ECONOMICOS DE CICLOS DE VIDA DE LOS ACTIVOS

Dentro de esta materia, es trascendental conocer los life cycle costing (LCC) que es una herramienta sistemática que permite establecer de una manera estructurada los costos asociados con el diseño, instalación, operación, mantenimiento y disposición final de los

sistemas, equipos y componentes, siendo un proceso iterativo para la estimación, planeación y monitoreo de costos.

En este proceso de optimización, existen muchas decisiones técnicas- económicas, que deben adoptarse, siendo de interés particular, aquellas acciones relacionadas con el mejoramiento de la confiabilidad y la mantenibilidad de los activos. El análisis detallado de estos aspectos es muy importante, ya que los mismos, tienen un gran impacto del costo total del ciclo de vida del activo, e influyen en gran medida sobre las posibles expectativas para extender la vida útil de los activos a costos razonables.

Además de los LCC, existen los RCM, que quiere decir Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una instalación industrial y presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. 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.

Los mantenimientos centrados en la confiabilidad son herramientas de análisis recurrente y sistemática que mediante el estudio de modos de falla y sus efectos permite la optimización de los planes de mantenimiento.

El concepto de costo de ciclo de vida incluye en el criterio de selección evaluar aspectos posteriores a la sola compra, incluyendo la operación del equipo que puede optimizar la selección y generar beneficios adicionales. Al aumentar la confiabilidad, los valores de operación son casi constantes, el valor de adquisición del equipo aumenta, los costos de mantención en una función compleja bajan, las pérdidas disminuyen dramáticamente y el costo de ciclo de vida que integran todas las variables presenta un mínimo parametrizado en confiabilidad.

El costo del ciclo de vida acelera la adquisición de información y logra orientar al proveedor a seleccionar opciones que permiten el valor del negocio y no solamente reduzcan el valor del equipo. Pautas de mantenimiento, procedimientos, repuestos de alta y baja rotación son analizados previamente a la adquisición del equipo, lo cual genera un mayor trabajo al inicio, pero acelera y optimiza el proceso global clásicamente realizado.

1.5.1. FACTORES ASOCIADOS A LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS

Los costos para una empresa generan un impacto de la mantención sobre la economía, empresas industriales y de servicios. No se trata tanto de la incidencia económica de los costos propios de la mantención, sino más bien de los aspectos de funcionalidad de máquinas e instalaciones cada vez más complejas e integradas, donde las indisponibilidades repentinas por las averías acarrean pérdidas desastrosas e irrecuperables; pero es considerable también la disponibilidad planificada para operaciones preventivas. Se debe considerar, Asimismo, los siguientes elementos económicos significativos relacionados con la mantención: la conservación del patrimonio de plantas y maquinarias y los descartes de producto o carencias de servicio generadas por la incapacidad de producir en las condiciones establecidas.

Los costos de mantenimiento han adquirido gran protagonismo en la gestión de activos. El área de mantenimiento debe asegurar que las funciones de los equipos se cumplan en un marco de conveniencia técnico-económica. En el pasado los gastos de mantenimiento no representaban un gran porcentaje del total de los costos de operación, por lo que podían atribuir recursos en incrementar disponibilidades innecesarias. Tampoco se prestaba demasiada atención a las consecuencias de los fallos el diseño o legado de los sistemas productivos permitían cierta cuota de ellos. Sin embargo, la automatización y el incremento de complejidad e intensidad de los sistemas productivos, han obligado a reconsiderar la situación. En la actualidad, el costo de un producto o servicio está seriamente influenciado por el gasto de mantenimiento. Incluso, en algunos casos, hasta pueden superar el gasto operativo de producción por lo tanto uno de los objetivos principales del mantenimiento es encontrar la dosis justa de acciones de mantenimiento con menor gasto total e integral. El simple recorte puntual o aislado de un gasto no asegura, de ninguna forma, reducción del costo integral del mantenimiento.
Todas las estrategias de mantenimiento seleccionadas con sensatez deben estar orientadas a satisfacer la disponibilidad en la medida de lo necesario y no más.
Tratar de evitar todos los modos de falla de un equipo olvidando analizar las consecuencias (económicas, laborales o ambientales) además de ser seguramente inviable tecnológicamente, puede ser inútil económicamente .la pérdida de utilidad por falta o exceso de mantenimiento, está implícito en las ecuaciones de conveniencia económica de cada una de las estrategias ya analizadas.

El gasto de evitar fallas y el gasto de repararlas (mano de obra, materiales y servicios) más el gasto indirecto de llevar adelante la administración de las estrategias de mantenimiento,

forman parte de los gastos operativos de una empresa. a su vez, estos contribuyen al precio final del producto o servicio. Tenga en cuenta que la finalidad de la empresa con fines de lucro es ganar dinero a través de las ventas sostenidamente.

Por lo general, los costos de mantenimiento en cuanto a su relación global suelen medirse en función del monto invertido en activos. Esta magnitud permite evaluar la relación entre una parte del capital de trabajo y los gastos que requiere su mantenimiento, pero tal relación no tiene más utilidad que la de hacer análisis contables, y casi nunca es útil para tomar decisiones de importancia. El gasto de mantenimiento lo fija el negocio a través del contexto operativo, y la empresa según lo presupuestado. El gasto total de mantenimiento de una planta es la suma de los gastos necesarios para que cada activo cumpla las funciones previstas en el contexto operativo óptimo para el negocio en este momento.

En general, el pedido de la gerencia de planta de reducir a la mínima expresión los gastos de mantenimiento. Cualquiera podría decir, con razón, que dicha medidas tarde o temprano dejarían de ser beneficiosas pues se verán afectadas la confiabilidad y la disponibilidad .si la reducción de los gastos al punto en que se eliminan tareas necesarias para garantizar las funciones de estos activos, dichos puntos de inflexión sería el quiebre a partir del cual la reducción ya no convendría.

1.5.2. TIPO DE GASTOS Y COSTOS (VERSIÓN TRADICIONAL)

Tradicionalmente los gastos de mantenimiento se agrupan de acuerdo con dos criterios; por tipo de gasto y por la relación con el volumen de actividad. Las primeras categorizaciones contemplan los siguientes rubros:

-Mano de obra (dotación estable) materiales (repuestos insumos consumibles etcétera)

-terceros (servicios especializados mano de obra contratada consultoría etcétera)

-financieros (mantenimiento de inventarios amortización de equipamiento etcétera)

-consecuencias de los fallos (volumen facturación averías daños a terceros etcétera)

Segundo criterio divide a los gastos de la siguiente forma:

-fijos

-variables

1.5.2.1. COSTOS DE MANO DE OBRA

La mano de obra puede representar el mayor gasto en mantenimiento .la dotación permanente dedicada a tareas técnicas y administrativas es un gasto fijo .los gastos directos de mano de obra para acciones proactivas y reactivas de todo el parque de máquinas, surge de planificar la demanda de dichas acciones en función del plan de mantenimiento de cada activo sólo así puede establecerse con certeza el volumen total de gastos por este concepto. Las tareas administrativas de gestión (indirectas) también demandan mano de obra que debe incluirse en el gasto.

1.5.2.2. COSTOS DE MATERIALES

Los repuestos, insumos y materiales también constituyen un buen porcentaje del total de los gastos operativos de mantenimiento .Los gastos de materiales se generan por los repuestos retirados del almacén y consumidos en la tareas reactivas y proactivas, y por las compras de materiales de cualquier índole con el mismo fin. El mantenimiento puede estimar los gastos contabilizando el total de vales emitidos contra las órdenes de trabajo al valor correspondiente de cada ítem. También, sumando las órdenes de compra relacionadas con materiales usados por mantenimiento.

De igual forma que para los gastos de mano de obra, los proveedores de servicio pueden discriminar qué proporción de su facturación corresponde a materiales .Luego se imputa el monto a la cuenta contable correspondiente lo que permitirá saber el gasto total en materiales

1.5.2.3. GASTOS DE TERCEROS

La tercerización reduce los gastos fijos, permitiendo erogar recursos económicos sólo en el momento preciso. Generalmente se dejan para la contratación aquella tarea variables dependientes de la demanda de trabajo. el nivel de gastos en tercero o servicios contratados dependen de muchos factores, pero sobre todo de la situación geopolítica de la zona de operación y de la política corporativa de la compañía .no existe una verdad absoluta en este sentido, cada empresa debe disponer de los servicios de terceros en la medida de su conveniencia.

1.5.2.4. GASTOS FINANCIEROS

Forman parte de este rubro el gasto financiero por mantener el stock inmovilizado de repuestos y el costo de amortización de equipos e instrumental sofisticado para tareas de complejidad técnica. Incluso, hay empresas que incluyen los costos de amortización en los equipos backup o standby, esto permite ver si una función de planta requiere una redundancia para alcanzar un nivel de disponibilidad, es el mantenimiento quién debe

afrontar las consecuencias del costo adicional. Posiblemente sea refutable este criterio pero es necesario ponerlo en el tapete de la discusión.

1.5.2.5. GASTOS POR FALLOS

Los gastos por fallos (también llamados gastos de consecuencia o inducidos) se refieren a la pérdida de beneficios que la empresa afronta por causa directa o indirectamente vinculadas con el accionar de mantenimiento; va a decir, los perjuicios derivados del mal funcionamiento de las máquinas. a veces este gasto no se considera, aun siendo importante. la ocurrencia de algún modo de fallo puede derivar en productos defectuosos, en detenciones de equipo que afectan las ventas, en desechos, desperdicios, reproceso, en mayores gastos por garantía, en reparaciones adicionales post venta, en devoluciones pérdida de Mercado, clientes o imagen etcétera . Los gastos provocados por tales fallos normalmente se relacionan con problemas de disponibilidad y calidad, aunque en ocasiones pueden atentar contra la seguridad y la protección del medio ambiente.

Según Jean Paul Souris:"el costo de no mantener es el costo que resulta del no mantenimiento de las características funcionales de los equipos."

1.5.2.6. GASTOS FIJOS

Una visión transversal de los gastos es dividirlo en fijos y variables. Los gastos fijos son las erogaciones de dinero en las que incurre la empresa independientemente del volumen de actividad.

La mano de obra del personal permanente operativo y administrativo es un gasto fijo que no depende del número de intervenciones proactivas y reactivas (una vez establecida la dotación óptima). Es un gasto fácil de presupuestar. Son ejemplos de gastos fijos los derivados de:

- La remuneración del personal estable de mantenimiento.
- Los gasto administrativo del área técnica (gestión /documentación)
- Los repuestos utilizados en tareas proactivas (preventivo, predictivo, detectivo, etcétera) cuya frecuencia es calendaría.
- Los servicios contratados periódicamente (análisis de vibraciones, termografía, etcétera)
- El consumo de lubricantes en rutas calendarizadas
- Programa anual de capacitación para el personal de mantenimiento
- Las amortizaciones de los equipos de inspección y diagnóstico.
- El costo financiero anual de los repuestos inmovilizados.

Cabe destacar que el diseño de los equipos incluye el costo fijo de mantenimiento; a mayor mantenibilidad (mejor diseño) menores serán los gastos necesarios para sostener sus funciones.

1.5.2.7. GASTOS VARIABLES

Por su parte, los gastos variables son todos los que guardan cierta relación con el volumen de actividad de mantenimiento o con el régimen de funcionamiento de los equipos.

Las intervenciones correctivas para solucionar fallos imprevistos que requieran la realización de horas extras, son gastos variables. de la misma forma que las consecuencias económicas que estos provocan. También son variables los gastos de mano de obra en horas extras y los repuestos de las acciones proactivas cuya frecuencia de ejecución vendrán del régimen de marcha de los equipos o del volumen de producción.

Los gastos de materiales u horas extra por acciones restaurativas surgidas de otros mantenimientos proactivos (predictivos o detectivos) se consideran gastos variables.

1.6. ETAPAS DE UN CICLO DE VIDA

El ciclo de vida de un activo puede dividirse en cuatro fases principales: adquisición, operación, funcionamiento o mantenimiento y eliminación.

En todas estas fases, se deben tomar decisiones, seguir la información, estimar, registrar y calcular costos, definir repuestos, desarrollar capacitación de usuarios y administradores, analizar diversos aspectos, uso y mantenimiento del activo. La adecuada consideración de todos estos factores es clave para maximizar el ROA (Return of Assets) y minimizar el LCC (Life cycle cost) y lograr una TIR (Return on investment) adecuada que haga viable el proyecto.

Tabla 1- 1. Tabla Ciclo de vida del activo físico

1.6.1. CURVA DE LA BAÑERA

La curva de la bañera es un modelo conocido en la ingeniería de confiabilidad, representando visualmente el ciclo de vida de un activo a través de tres fases distintas que se divide en: mortalidad infantil (fase 1), vida útil (fase 2) y desgaste (fase 3).

1.6.1.1. FASE 1: MORTALIDAD INFANTIL Y FALLAS INICIALES

Durante la fase de mortalidad infantil, las tasas de falla suelen ser más altas pero disminuyen rápidamente. Esta etapa ocurre a menudo justo después de que se instala un nuevo equipo. Una tasa de falla alta se puede atribuir a defectos de fabricación, fallas de diseño o por una incorrecta instalación del equipo.

En esta fase los componentes débiles fallan, pero por lo general, estas se abordan y se corrigen rápidamente. A medida que se identifican y solucionan estos problemas iniciales, la tasa de fallas disminuye, logrando con el tiempo un sistema más estable y confiable.

En las estrategias de mantenimiento, comprender esta fase puede guiar decisiones acerca de la durabilidad de la garantía, la programación de los mantenimientos que utilice la industria y el inventario de repuestos, ya que se pueden tomar medidas para mitigar los efectos de estas fallas en la vida temprana.

Esta fase presenta utiliza comúnmente el mantenimiento correctivo, debido a que aún no se maneja un historial del equipo, sobre las fallas que presenta para esclarecer los modos de falla del equipo.

1.6.1.2. FASE 2: VIDA ÚTIL CON FALLAS ALEATORIAS

La fase de vida útil estable, también conocida como la fase de fallas aleatorias o periodo de vida normal, es la segunda parte de la curva de la bañera, y representa el periodo en la vida útil de un activo o sistema donde la tasa de falla se vuelve constante y relativamente baja.

Durante esta fase, los efectos iniciales se han solucionado, y el sistema ha entrado en un periodo de funcionamiento estable y predecible. Las fallas ocurren, pero son aleatorias y no están vinculadas al envejecimiento o desgaste. Estas fallas a menudo se deben a factores externos, eventualidades o debilidades inherentes que de manifiestan con poca frecuencia.

La fase de vida útil estable es generalmente la parte más larga del ciclo de vida de un activo, y es la fase en la que se espera el equipo funcione según lo previsto, con una tasa

de falla conocida y aceptable, en donde se puedan programar sus mantenciones respectivas.

En términos de estrategia de mantenimiento, esta fase a menudo se alinea con las prácticas de mantenimiento basado en la condición o predictivas, ya que la aparición de fallas no es predecible en función del tiempo, sino más bien de la condición real del equipo. La monitorización, las inspecciones regulares y la respuesta oportuna a los síntomas o signos de advertencia de falla son clave para mantener el rendimiento y la confiabilidad durante esta fase.

1.6.1.3. FASE 3: DESGASTE ACELERADO

1.6.1.3.1. Fase de desgaste

La fase de desgaste, es la etapa final de la curva, y se caracteriza por un aumento de la tasa de fallas debido al envejecimiento, desgaste y otros factores que a largo plazo comienzan a afectar el equipo o sistema.

1.6.1.3.2. Envejecimiento y desgaste

Durante esta etapa, los efectos acumulativos del uso, estrés, factores ambientales y tiempo, comienzan a pasar la cuenta al equipo. Los materiales pueden degradarse y los componentes pueden desgastarse, lo que lleva a un aumento en la tasa de fallas.

1.6.1.3.3. Fallas Predecibles

A diferencia de las fallas aleatorias en la fase de vida estable, las fallas en la fase de desgaste son más predecibles y a menudo siguen una tendencia. El mantenimiento regular puede mitigar algunas de estas fallas, pero eventualmente, el costo de mantenimiento continuo puede superar el valor de reemplazar el activo.

1.6.1.3.4. Consideración de reemplazo

A medida que aumentan las tasas de fallas y el mantenimiento se vuelve más intensivo y costoso, las organizaciones a menudo consideran si el costo de reemplazar el activo es más conveniente que seguir reparándolo. Este es un punto crítico en el ciclo de vida del activo.

1.6.1.3.5. Gestión del fin del ciclo de vida:

Esta fase puede incluir decisiones sobre la desmantelación, reciclaje o disposición del activo. La gestión adecuada del fin de vida puede tener implicancias significativas en los aspectos medioambientales, regulatorios y financieros.

1.6.1.3.6. Cambio de estrategia de mantenimiento

Durante la fase de desgaste, puede ser necesario un cambio de mantenimiento predictivo o basado en condición a un mantenimiento preventivo más frecuente.

El enfoque puede cambiar de mantener el rendimiento a simplemente mantener el activo disponible el mayor tiempo posible.

1.6.1.3.7. Impacto en la fiabilidad y disponibilidad

A media que el activo entra en esta fase, su confiabilidad y disponibilidad pueden disminuir, afectando el rendimiento general del sistema y posiblemente llevando a aumentar los riesgos operativos.

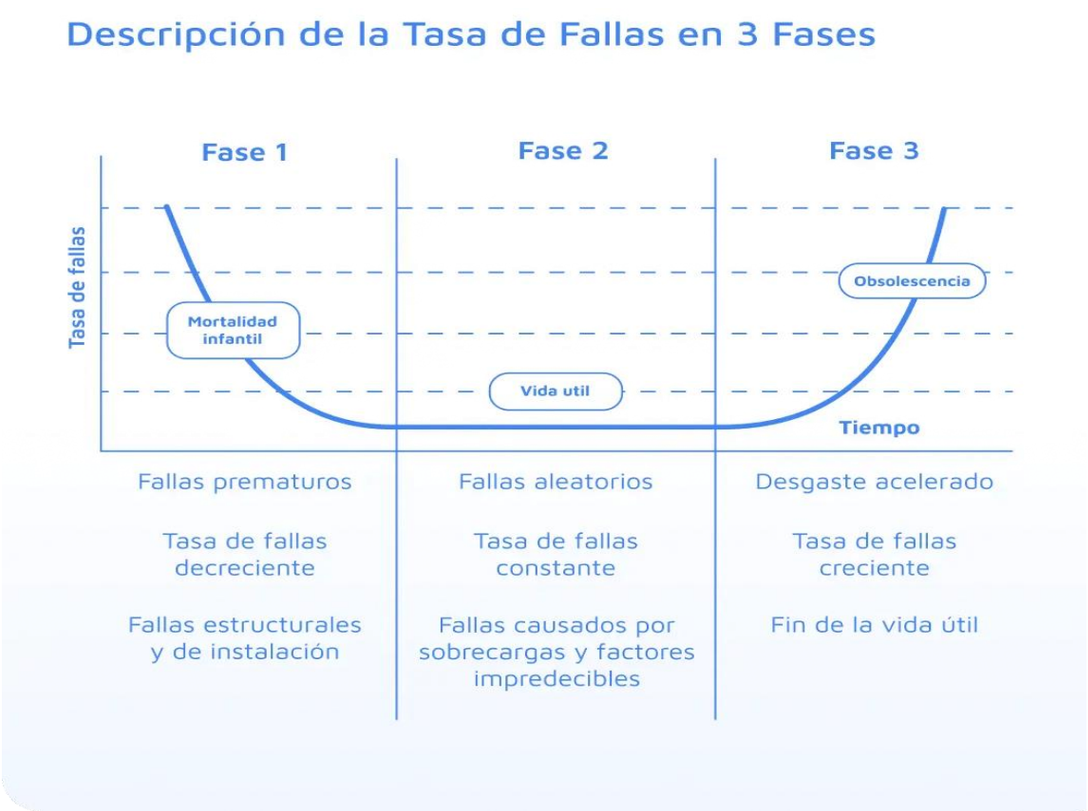


Grafico 1-1 Tabla Tasa de Falla en 3 Fases

1.6.2. IMPORTANCIA DE LA CURVA DE LA BAÑERA

Adapta un enfoque de mantenimiento basado en etapas específicas del ciclo de vida de un activo, como se describe en la curva de la bañera, puede lograr objetivos que estén alineados con los objetivos centrales de la organización. Esta coordinación alineada, es esencial para reducir costos, aumentar la eficiencia y garantizar la disponibilidad optima de los activos.

El uso de las tecnologías actuales y herramientas de análisis predictivo impulsadas por inteligencia artificial, mejora la eficacia de las estrategias de mantenimiento, que se correlacionan con la curva de la bañera. Esta mezcla tecnológica eleva la precisión predictiva y clarifica los procesos de mantenimiento.

La curva de la bañera actúa como guía para la planificación estructurada del mantenimiento, además de ser un modelo para entender el fallo del activo a lo largo del

tiempo. Este enfoque estructurado es crítico en la adhesión a las directrices regulatorias y garantiza la seguridad tanto de los activos como del personal involucrado.

1.6.3. MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad en gestión de activos se refiere a la capacidad de un activo o equipo para ser mantenido, reparado y restaurado de manera eficiente y efectiva a lo largo de su ciclo de vida. Se trata de diseñar, mantener y operar un activo de manera que sea fácil y económico llevar a cabo las actividades de mantenimiento necesarias para garantizar la disponibilidad, confiabilidad y rendimiento óptimo.

La mantenibilidad es un aspecto crítico de la gestión de activos, ya que tiene un impacto directo en la eficiencia operativa, los costos de mantenimiento y la vida útil de los activos. Un enfoque adecuado en la mantenibilidad implica:

- Diseño adecuado: Los activos deben ser relacionados teniendo en cuenta la facilidad de mantenimiento. Esto implica seleccionar componentes y materiales que sean duraderos y fáciles de reemplazar, así como diseñar acceso para que los operadores o técnicos de mantenimiento puedan realizar las tareas de manera eficiente.
- Programación de mantenimiento: Se sebe desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que incluya la inspección y reemplazo programado de componentes antes de que fallen. Esto ayuda a prevenir fallas costosas y minimizar el tiempo fuera se servicio.
- Disponibilidad de repuestos: Es esencial contar con un inventario adecuado de repuestos y materiales para garantizar que las piezas de reemplazo estén disponibles cuando se necesiten, lo que reduce el tiempo de inactividad no planificado.
- Capacitación y competencia del personal: El personal de mantenimiento debe estar capacitado y ser competente en las tareas de mantenimiento para realizarlas de manera efectiva y segura.
- Evaluación continua: Se deben realizar evaluaciones periódicas de la eficacia de las estrategias de mantenimiento y realizar ajustes según sea necesario.

La mantenibilidad eficiente no solo reduce los costos de mantenimiento y aumenta la disponibilidad de activos, sino que también contribuye a la seguridad operativa y la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del activo. En resumen, la mantenibilidad es un componente clave de la gestión de activos que se centra en garantizar que los activos puedan mantenerse y operarse de manera óptima a lo largo del tiempo.

1.6.4. CONFIABILIDAD

La confiabilidad se refiere a la probabilidad de que un sistema, producto op equipo funcione de manera continua y sin fallas durante un periodo especifico bajo condiciones normales de operación. Es un aspecto clave de la ingeniería, la gestión de activos y la planificación de mantenimiento, ya que busca asegurar que los sistemas y activos cumplan con sus funciones de manera consistente y predecible.

Algunos conceptos clave relacionados con la confiabilidad incluyen:

- Tiempo entre fallas (MTBF, Mean Time Between Failures): Es el periodo promedio de tiempo que transcurre entre dos fallos consecutivos de un sistema. Cuanto mayor sea el MTBF, mayor será la confiabilidad del sistema.
- Tiempo promedio de reparación (MTTR, Mean Time To Repair): Representa el tiempo promedio necesario para reparar un sistema o equipo después de una falla. Un MTTR más corto contribuye a una confiabilidad, ya que se restaura la funcionalidad más rápidamente.
- Disponibilidad: Mide la proporción del tiempo en que un sistema o activo está operativo y disponible para su uso. Cuanto mayor sea la disponibilidad, mayor será la confiabilidad.
- Mantenimiento preventivo y predictivo: La confiabilidad se puede mejorar a través de estrategias de mantenimiento que buscan prevenir fallas antes de que ocurran, en lugar de esperar a que ocurran y luego realizar reparaciones correctivas.
- Diseño robusto: Un diseño adecuado y robusto de un sistema o producto puede aumentar su confiabilidad al minimizar las vulnerabilidades y los puntos de falla.
- Análisis de confiabilidad: Se utilizan herramientas y técnicas, como el análisis de modos y efectos de fallas (FMECA) y el análisis de árbol de fallas, para evaluar y mejorar la confiabilidad de sistemas y activos.

La confiabilidad se centra en garantizar que un sistema o activo funcione de manera constante y predecible, lo que es fundamentar en aplicaciones críticas donde las fallas pueden tener consecuencias significativas. La mejora de la confiabilidad es un objetivo importante para garantizar la operación segura y eficiente de sistemas y equipos a lo largo de su ciclo de vida.

1.7. CONFIABILILIDAD DE LOS PROCESOS

La confiabilidad de los procesos se refiere a la capacidad de un proceso o sistema para funcionar de manera consiente y predecible, sin interrupciones o fallas, a lo largo del tiempo y bajo condiciones normales de operación. Es un concepto importante en la gestión de la calidad y la eficiencia de los procesos en diversos sectores, como la manufactura, la industria, la tecnología entre otros.

Algunos aspectos clave relacionados con la confiabilidad de los procesos son:

- Consistencia: Un proceso confiable debe producir resultados consistentes en términos de calidad y rendimiento. Esto significa que la variabilidad en los resultados debe ser mínima.
- Disponibilidad: La confiabilidad de un proceso relaciona directamente con su disponibilidad. Un proceso confiable estará disponible para su uso la mayor parte del tiempo, sin interrupciones no planificadas.
- Rendimiento predecible: Un proceso confiable debe cumplir con los estándares de rendimiento establecidos, y los resultados deben ser predecibles. Esto implica que se pueden prever y controlar los resultados.
- Mantenimiento preventivo: La confiabilidad de los procesos se mejora mediante estrategias de mantenimiento preventivo, que busca prevenir fallas y mantener el proceso en funcionamiento óptimo.
- Calidad del producto o servicio: La confiabilidad del proceso influye en la calidad del producto o servicio que se genera. Un proceso confiable tiende a producir productos o servicios de mayor calidad.
- Optimización continua: La mejora continua de los procesos es esencial para aumentar su confiabilidad. Esto implica la identificación y eliminación de ineficiencias, la reducción de defectos y la optimización de la operación.

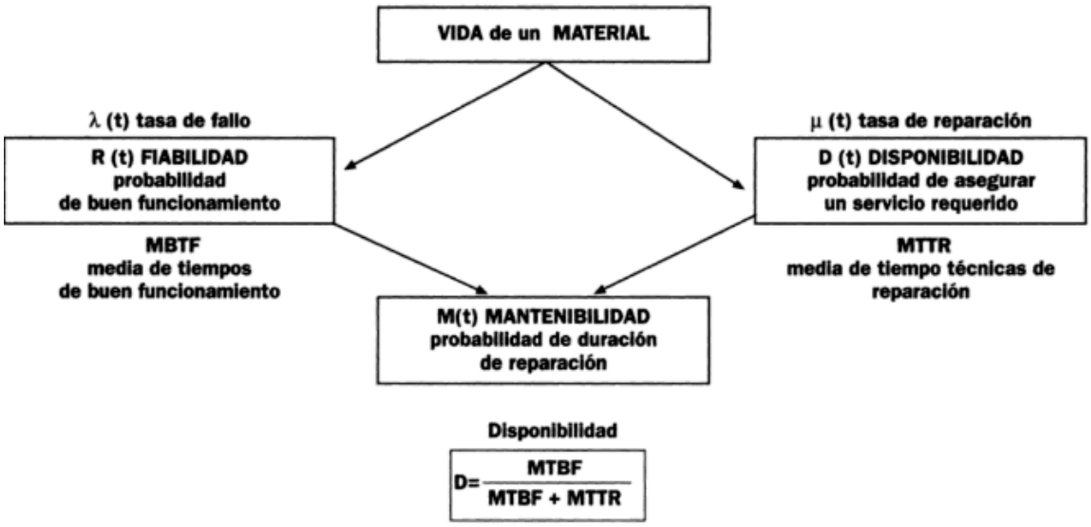


Tabla 1- 2. Tabla Origen Disponibilidad

La confiabilidad de los procesos es fundamental para garantizar la satisfacción del cliente, reducir costos y maximizar la eficiencia en una organización. Se pueden utilizar técnicas y herramientas de gestión de calidad, como el Control Estadístico de Procesos (CEP) y metodologías como six sigma, para medir, monitorear y mejorar la confiabilidad de los procesos.

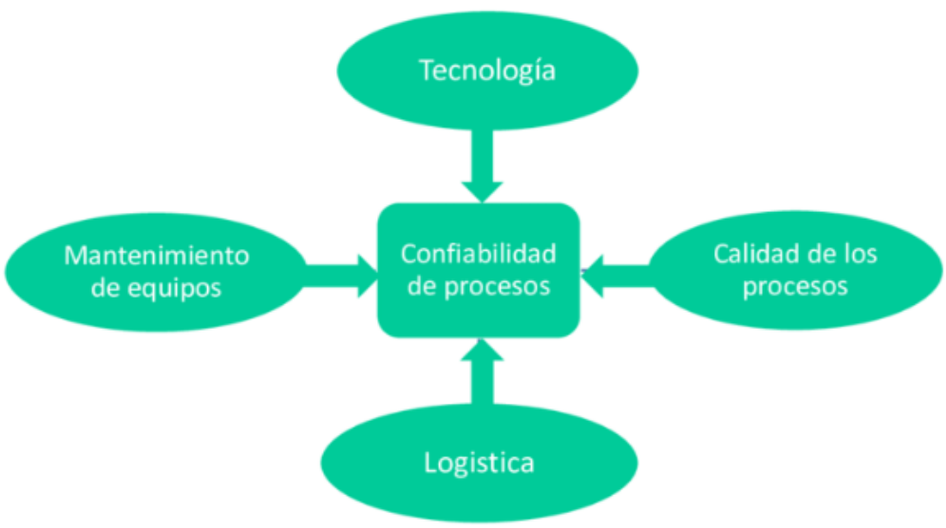


Tabla 1- 3. Tabla Confiabilidad de procesos

1.8. CONFIABILIDAD OPERACIONAL

La confiabilidad operacional es la acción sinérgica del equipamiento, el recurso humano y el proceso tecnológico, para lograr que un sistema técnico complejo cumpla las funciones requerida en un tiempo y contexto operacional determinados. Puede ser expresada a través de un indicador.

EQUIPAMIENTO	RECURSOS HUMANOS	PROCESOS
Disponibilidad operacional	Condiciones de operación	Calidad
Numero de fallas	Condiciones para realizar el mantenimiento	Logística
Tiempo entre fallas	Errores humanos	Tiempos perdidos por la organización
Tiempo para reparar	Motivación y capacitación	

Tabla 1- 4. Tabla Confiabilidad Operacional I

La confiabilidad operacional está asociada con los procesos de mejora continua y con la productividad en las empresas, y se representa como capacidad de una organización para desempeñar sus funciones de forma óptima en un lapso y bajo un entorno operacional especifico. Esta se puede determinar a partir de la confiabilidad humana, la confiabilidad del proceso y la mantenibilidad.

Confiabilidad operacional	Prácticas	Metodología estándar PAS 55 Mantenimiento centrado en confiabilidad Mantenimiento basado en riesgo Mantenimiento productivo total Análisis causa raíz Retorno de inversión
	Requerimientos operacionales	Recursos humanos Sistemas de información Equipos Recursos financieros

Tabla 1- 5. Tabla Confiabilidad Operacional II

Tabla 1- 6. Tabla Confiabilidad Operacional II

1.9. CAPEX Y OPEX

Capex y Opex, son dos términos que se refieren a distintos tipos de gastos que puede tener una empresa.

El Capex, o Capital Expenditure, (gastos de capital) se refiere a los gastos que realiza una empresa para adquirir o mejorar activos a largo plazo, como la compra de maquinaria, edificios o terrenos. Estos gastos son necesarios para que la empresa pueda operar y crecer, por lo general suelen ser costosos, por lo que es importante que la empresa los pueda planificar y financiar adecuadamente y en el momento pertinente, ya que representa una inversión a largo plazo con un retorno esperado a futuro. Los gastos de capital son críticos para el crecimiento y desarrollo de una empresa, ya que permiten expandir sus operaciones, mejorar su eficiencia, innovar en sus productos o servicios, y mantener o mejorar su competitividad en el mercado.

En la contabilidad y en los estados financieros de una empresa, los gastos de capital se registran como activos se deprecian o amortizan a lo largo de su vida útil. La decisión de realizar gastos de capital se toma considerando aspectos financieros, operativos y estratégicos para asegurar que los recursos sean utilizados de manera efectiva y generen un valor sostenible para la empresa en el largo plazo.

El Opex u Operating Expenditure, (gastos operativos) es el gasto que una empresa incurre para operar y mantener sus activos a corto plazo. Es el dinero que se invierte en servicios

o productos de operación y desarrollo. Estos gastos incluyen ítems como: sueldos, suministros de oficina, electricidad, alquiler, seguros, etc, aunque son menos costosos que los capex, el opex es un gasto constante que la empresa debe afrontar cada mes. Son todos los gastos que se producen para realizar las operaciones normales de funcionamiento.

Los gastos operativos son esenciales para mantener la continuidad del negocio y son recurrentes en cada periodo contable. A diferencia de los gastos de capital, que se registran como activos y se deprecian a lo largo del tiempo, los gastos operativos se registran como gastos en el periodo en que se incurren y afectan directamente el resultado financiero de la empresa.

La gestión adecuada de los gastos operativos es fundamental para mantener una empresa rentable y sostenible. Los gerentes y líderes empresariales deben buscar formas de optimizar y controlar estos gastos para maximizar la eficiencia y mejorar la rentabilidad del negocio sin comprometer la calidad de los productos o servicios ofrecidos.

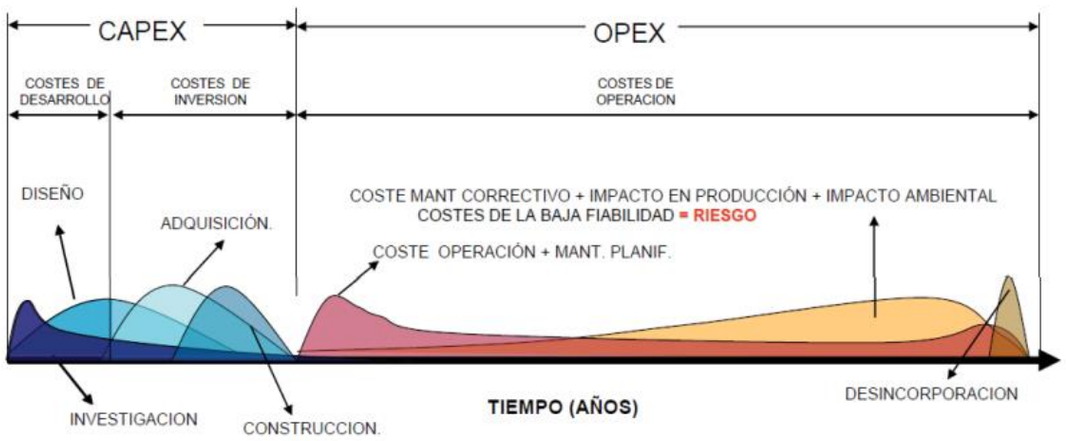


Tabla 1- 7. Tabla Capex y Opex

1.10. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

En mantenimiento industrial es fundamental para garantizar la eficiencia, la seguridad y la longevidad de los equipos y sistemas utilizados en las operaciones industriales.

Existen varias estrategias de mantenimiento que pueden ser implementadas dependiendo de las necesidades específicas de la planta y del equipo.

Las estrategias de mantenimiento industrial desempeñan un papel crucial para garantizar la confiabilidad y sostenibilidad de los equipos en entornos industriales. Hay varios enfoques de mantenimiento disponibles, como el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo entre otros, cada uno con sus propias ventajas y limitaciones.

Para seleccionar la estrategia adecuada, las empresas deben considerar factores como los costos, el tiempo de inactividad y el impacto general en la economía de la organización.

Las investigaciones han demostrado que el uso de herramientas de criterios múltiples puede ayudar a evaluar y seleccionar la estrategia de mantenimiento más efectiva para un sistema de producción. Además para maquinas complejas de varias etapas, se recomienda una combinación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo para minimizar fallas inesperadas y optimizar el tiempo operativo, asegurando el mayor valor posible del equipo.

1.11. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Algunas estrategias de mantenimiento industrial más comunes son las siguientes:

1.11.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se realiza después de una falla o avería, una de las ventajas es que es sencillo de implementar y no requiere planificación previa. Algunas de las desventajas es que puede llevar tiempo de inactividad no planificada, costos elevados por reparaciones de emergencia, pérdida de producto o producción por falta de disponibilidad y posibles riesgos de seguridad.

1.11.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se realiza en intervalos regulares, basados en el tiempo o el uso del equipo, para prevenir fallos. Ventajas de este mantenimiento, es que ayuda a evitar fallos imprevistos, reduce el tiempo de inactividad y prolonga la vida útil de los equipos. Algunas desventajas, es que puede resultar en el mantenimiento innecesario de equipos que todavía están en buenas condiciones.

1.11.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Utiliza técnicas de monitoreo y diagnóstico para predecir cuándo es probable que ocurra un fallo y realizar mantenimiento justo antes de que ocurra. Las ventajas de este mantenimiento es que optimiza el tiempo de inactividad y puede ser más rentable que el mantenimiento preventivo. Algunas desventajas es que requiere inversión en tecnología de monitoreo y personal capacitado.

1.11.4. MANTENIMIENTO PROACTIVO

Se enfoca en identificar y corregir las causas raíz de los fallos para prevenir que ocurran en el futuro. Las ventajas de este mantenimiento es que mejora la fiabilidad y el rendimiento del equipo a largo plazo. Las desventajas es que requiere un enfoque analítico y recursos para investigar y corregir las causas raíz de los problemas.

1.11.5. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

Similar al mantenimiento predictivo, pero se basa en el estado real del equipo medido a través de inspecciones y monitoreo. Las ventajas es que realiza el mantenimiento solo cuando es necesario, basándose en el estado real del equipo, las desventajas es que requiere de equipos de monitoreo y puede ser complejo de implementar.

1.11.6. MANTENIMIENTO AUTONOMO

Involucra a los operadores en el mantenimiento básico del equipo, como la limpieza, lubricación y ajustes menores. Las ventajas es que mejora la conciencia del operador sobre el estado del equipo, puede reducir el tiempo de inactividad y libera al equipo de mantenimiento para tareas más complejas. Las desventajas es que requiere capacitación de los operadores y un cambio de cultura de la organización.

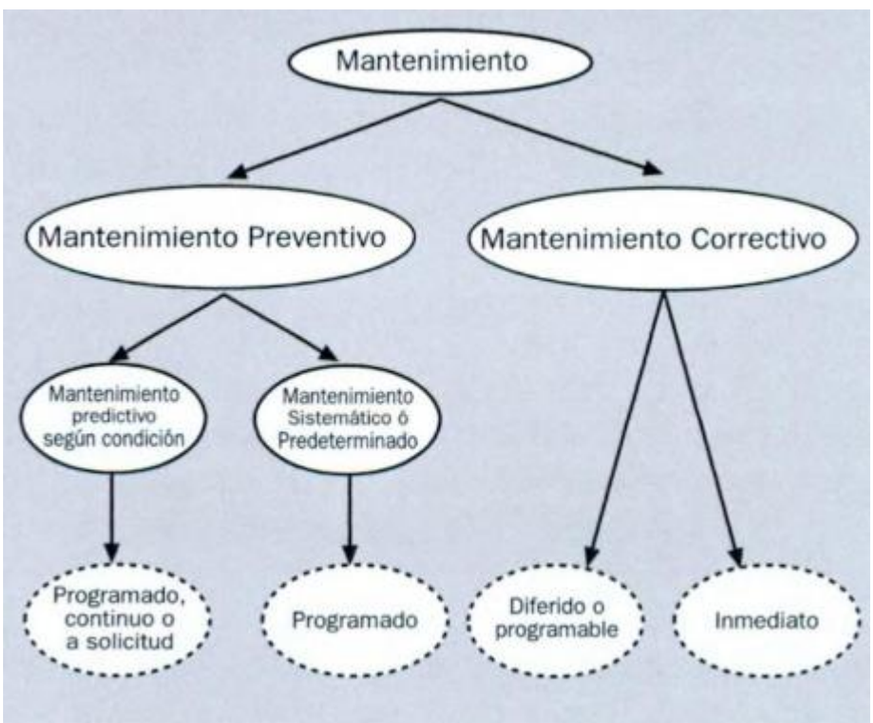


Tabla 1- 8. Tabla Tipos de mantenimiento

1.12. IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Para implementar efectivamente una estrategia de mantenimiento, se deben seguir algunos pasos clave:

1.12.7. EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN

- Realizar una evaluación inicial del estado y necesidades del equipo.
- Establecer objetivos claros para el programa de mantenimiento.

1.12.8. CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN

- Capacitar al personal en las técnicas y herramientas de mantenimiento relacionadas.
- Fomentar una cultura de mantenimiento proactivo.

1.12.9. USO DE TECNOLOGIAS

- Implementar sistemas de monitoreo y diagnostico si optas por estrategias predictivas o basadas en la condición.
- Utilizar software de gestión de mantenimiento para planificar, rastrear y gestionar las actividades de mantenimiento.

1.12.10. MONITOREO Y MEJORA CONTINUA

- Monitorea continuamente el rendimiento del programa de mantenimiento.
- Ajusta y mejora las estrategias basadas en los resultados y retroalimentación.

Tabla 1- 9. Tabla Ciclo de mantención

Seleccionar la estrategia adecuada y adaptarla a las necesidades específicas de tu operación industrial es crucial para maximizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la seguridad y la fiabilidad de los equipos.

1.13. INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA A ANALIZAR

Para aplicar la teoría previamente mencionada, se presentará una industria que procesa pescado para extracción de harina y aceite, dentro de toda su línea de procesos, existen variados equipos mecánicos que componen los activos fijos de la empresa y que tienen un historial de ciclo de vida pertinente. El proyecto se enfoca en analizar uno de sus equipos de la línea productiva, observar su ciclo de vida en detalle y buscar concluir las maneras de hacer un proceso más eficiente como recomendaciones.

1.13.1. LA EMPRESA

Blumar es una empresa que surge de la fusión de las pesqueras Itata y el Golfo, dos líderes de la industria chilena de alimentos marinos. Su principal fortaleza es contar con un equipo humano y material de primera línea en materia pesquera y acuícola, desde el nivel operativo al directivo.

La unión de ambas compañías responde al complejo escenario pesquero actual, producto de la notable reducción en la biomasa del jurel y los cambios a la actual legislación que establece las cuotas de pesca.

Aun así, Blumar es una empresa preparada para sortear con éxito las incidencias del sector. Posee activos importantes a lo largo del territorio nacional, una sólida posición financiera, un valioso y diversificado portafolio de productos y marcas, además de una vasta trayectoria en los mercados más exigentes de los cinco continentes.

La compañía privilegia el desarrollo de productos para el consumo humano, lo que permite incrementar significativamente la rentabilidad de la materia prima y ampliar la línea de productos, manteniendo los niveles de empleo. Además, las operaciones del área acuícola posicionan a Blumar como una de las principales productoras de salmones y truchas del país

1.13.2. DESCRIPCION DE PROCESO

1.13.2.1. DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE LA PESCA

El proceso productivo se inicia una vez que la planta ha recepcionado la pesca, con la información correspondiente de especie y cantidad por parte de flota. El laboratorio de control de calidad se encarga de realizar un primer análisis a la materia prima, para determinar la condición de ésta, posteriormente verifica la calidad y parámetros operacionales hasta el final del proceso. La pesca recibida es analizada para medir su grado de frescura, a través de la determinación del TVN (nitrógeno total volátil).

Este es un índice que cuantifica las bases nitrogenadas producidas durante el proceso de deterioro del pescado, y por consiguiente discrimina calidades de producto final.

La materia prima originalmente es anchoveta, jurel, sardina y el descarte de los pescados que corresponde a un aporte mínimo de un 3% máx. La captura de mejor calidad en sus condiciones físicas, se envía para ser procesado en la planta de Congelados que es de consumo mayoritariamente humano hay se logra aprovechar el pescado en casi un 100%.

Esta pesca llega a la planta de dos maneras: por medio de los diferentes buques pesqueros o de la planta de nombre Bahía. A través de bombas de vacío que impulsan el

pescado ayudándose por el agua de mar logrando llegar hasta dos tolvas de recepción donde luego se extrae el agua al aplicar movimiento de vibración en la máquina de nombre desaguador estático (Figura 1-1) construida por la maestranza Conmetal.

Quedando la materia con menos agua sobre la cintas o correas de material teflón que transportan hacia dos tovas de pesaje (Figura 1-2) donde el pescado es pesado por tonelada para mantener un registro, luego es transportado hacia los pozos de almacenamiento los cuales son 8 con capacidad de 200 ton c/u.

Figura 1-1-1Tolva de pesaje

Figura 1-1-2 Desaguador estático.

El subproducto que producen las otras plantas, el pescado que es almacenado refrigerado durante un periodo de tiempo. Y su uso ya no corresponde o no es el más adecuado para

consumo humado este se debe transportar por medio de camiones hasta una zona de descarga que es un pozo que contiene una “rastra” en su interior, cuya función consiste en elevar por medio de palas de arrastre la materia prima hacia los pozos de almacenamiento para luego continuar la línea de procesos.

1.13.2.2. COCCIÓN

Luego de la descarga y almacenamiento del pescado, es trasladado por medio de un tornillo sin fin que tiene como función permitir el desplazamiento positivo hacia los tres cocedores que dispone la planta, iniciando la primera etapa del proceso.

La cocción permite coagular las proteínas contenidas en la carne del pescado facilitando así la liberación del aceite; la temperatura de cocción fluctúa entre 90-130°C dependiendo de la especie que se va a procesar. Con una capacidad total instalada de 120 ton/h y presión manométrica de trabajo de 6 kg/cm² cada uno.

Máximo caudal que se alimenta cada Cocedor es de 30 ton/h, normalmente usamos 3 o 2 cocedores (depende de la pesca a procesar).

Estos equipos se utilizan al 60% de su capacidad para asegurar la cocción del pescado. Estos equipos fueron instalados en el año 2004

Los cocedores (Figura 1-3) son calefaccionados con vapor saturado, el cual pasa por otro tornillo sin fin y por la camisa de éstos. A medida que se realiza su cocción se libera agua líquida (licor de cocedores), la cual es tratada por los drum drainers. Proceso el cual se describirá a continuación.

Figura 1-1-1 Cocedor

1.13.2.3. PROCESO EN DRUM DRAINERS

Cada línea tiene su propio drum drainer y prensa, la cual pre estruja y prensa la pesca sacándole el 50 % de humedad a la materia prima.

Los drum drainers (Figura 1-4) están compuestos por uno o dos cilindros fabricados con mallas perforadas en cuyo interior tienen una hélice de avance. A medida que avanza la torta con una humedad distinta que la torta de prensado, los líquidos (o licores de cocedores) se van drenando.

Finalmente, los sólidos son descargados por el extremo de las mallas hacia la siguiente etapa del proceso. y los licores son recolectados por una tolva para ser enviados a un estanque Homogenizador (capacidad del equipo es de 100 ton/h de materia prima.) y se encarga de facilitar la separación del aceite del líquido en los decanter.

Figura 1-1-1 Drum drainers.

1.13.2.4. PRENSADO

Una vez cocido el producto, es transportado mediante tornillos sin fin hacia tres prensas de tornillo con accionamiento hidráulico (Figura 1-5), compuesto de 4 bombas que trabajan a 1440 rpm con presión en el sistema de 105,46 kg/cm², además cuenta con motores de 50 hp. Su función es alimentar los equipos hidráulicos mediante fluidos.

Esta etapa corresponde a un proceso de estrujamiento o prensado mecánico de la pesca proveniente del cocedor, esta libera el líquido por pequeños orificios ubicados en el manto interior que rodea la prensa, con la finalidad de producir un sólido de bajo contenido de humedad llamado torta de prensa, y producir un líquido limpio con bajo contenido de sólidos, llamado licor de prensa.

Las variables que afectan el prensado son la presión, la velocidad y la temperatura. La velocidad de procesamiento de las prensas tiene directa relación con la velocidad de procesamiento de los cocedores. La torta de prensa va directo a los secadores y el licor de prensa va a los decanter. En sí se producen procesos en paralelo, uno para la producción de harina de pescado y el otro para el aceite de pescado.

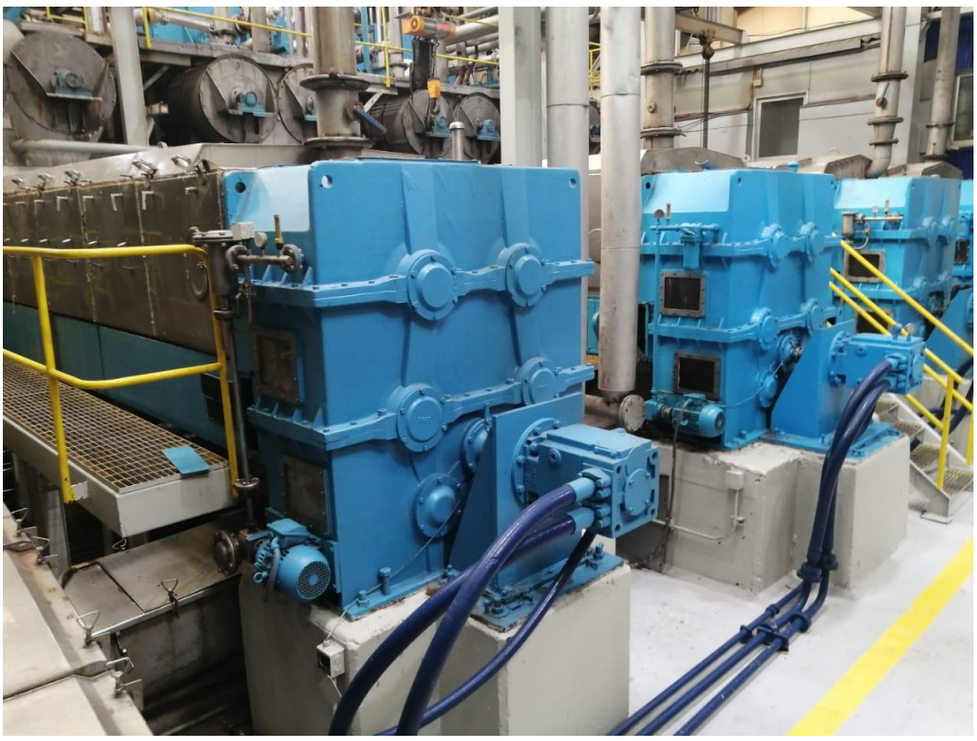


Figura 1-1-1 Prensa

1.13.2.5. SEPARACIÓN DE FASES.

1.13.2.5.1. PROCESO EN EL DECANTER

A modo de explicar el proceso de fabricación de aceite de pescado presenta el siguiente esquema de la separación de fases del aceite de pescado (Tabla 1-11.)

Tabla 1-1 Separación de faces.

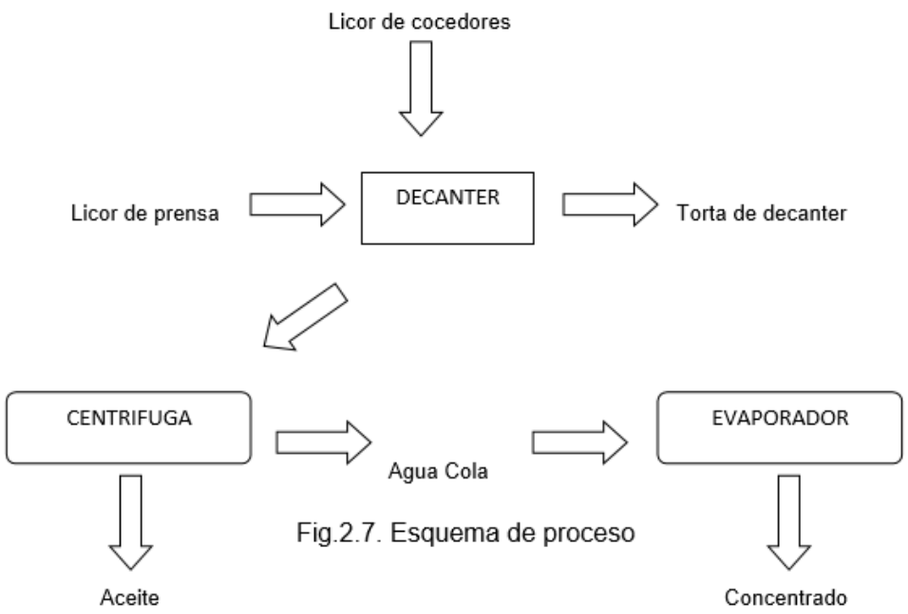


Fig.2.7. Esquema de proceso

Tabla 1- 10. Separación de faces

El Decanter (Figura 1-6) es una centrífuga de eje horizontal que permite separar el sólido del líquido, los sólidos del decanter o torta de decanter se unen al flujo de la torta de prensa que va a los secadores. El líquido o licor de decanter, compuesto de aceite y agua de pescado cocido pasan a la centrífuga.

Los Decanter están diseñados para producir una sedimentación acelerada del articulado del licor de prensa y licor de cocedores. Para alcanzar dicho objetivo éste aumenta la fuerza centrífuga mediante una rotación a altas velocidades. Las variables a tener en cuenta en este proceso son, el nivel de llenado, la velocidad de rotación y el flujo del líquido.

La viscosidad que se obtiene depende fuertemente de la temperatura a la cual se trabaja, a mayor temperatura menor viscosidad. El objetivo central de esta operación es separar el máximo de sólidos del licor de manera de reincorporar estos sólidos a la torta de prensa y a su vez aumentar el rendimiento en la planta de aceite.

La planta cuenta con 6decanter de diferentes modelos:

- Con capacidad máxima de caudal 45 m³/h.
- Velocidad máxima de giro 3650 rpm
- Densidad de producto 1,2 kg/dm³
- Temperatura de trabajo oscila de 0 a 100 °C, con revisión periódica y control monitoreado constante.

Figura 1-1-1 Decanters

1.13.2.6. PROCESOS EN LAS CENTRÍFUGAS

De los decanter, el licor de decanter pasa a las centrifugas Westfalia (Figura 1-7), que lo conforman cuatro equipos modelo SA-100 de 40 m³/h, y dos equipos modelo SB-80 de 32 m³/h donde se produce la separación del aceite y el agua cola. Pasando el aceite a almacenaje para luego ser ofertado en el mercado nacional y los sólidos a la torta de

prensa. En las centrífugas verticales el licor de decanter, compuesto básicamente por agua de pescado cocido y aceite es procesado obteniéndose aceite con un PH entre 4 y 6.

Las Centrífugas son equipos diseñados para separar diferentes fases de líquidos, en este caso agua cola y aceite por medio de las diferencias de densidad, lo que hace que el aceite se ubique en la superficie del agua.

Además del agua y el aceite, también quedan restos de sólidos los cuales forman sedimento en el manto el que debe ser retirado por medio de un lavado en forma automática con agua caliente, soda al 13% y ácido nítrico al 6%, los cuales se encuentran en depósitos en la parte trasera de la planta de aceite.

Índice de pH: El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión (bajo pH) y depósitos (alto pH). Un pH entre 0 y 6 indica agua ácida, un pH igual a 7 indica un agua neutra y un pH entre 8 y 14 indica un agua alcalina.

Figura 1-1-1 Centrifugas

1.13.2.7. PROCESO EN PLANTA EVAPORADORA:

La planta evaporadora (Figura 1-8) consta de tres equipos, modelo WHE-FD 1400 de 35 m^3/h y modelo WHE-FD 1603 de 52 m^3/h, el propósito es concentrar el líquido que contiene aproximadamente un 9% de sólidos y llevarlo a un 40% de sólidos, estos equipos permiten la evaporación del agua, quedando los sólidos y el material soluble en el concentrado. Estos evaporadores utilizan como medio de calefacción los vahos generados en los secadores a vapor. Que son los vahos se les conoce como el vapor que libera una sustancia al ser hervida, los cuales tienen una temperatura promedio de 97°C; el vapor generado es utilizado en la segunda etapa del evaporador, para hacer hervir un líquido que

se mantiene a menor temperatura. Este procedimiento se repite una tercera vez, por lo que el sistema se denomina evaporador de triple efecto.

El concentrado se adiciona a la torta de prensa antes de ingresar al secador, en un equivalente sólo de un 16 a 20% de la torta de prensa, porque contiene proteínas, pero también la mayor parte de las toxinas producto del añejamiento del pescado desde su captura; por lo tanto, no agregar mucho concentrado mejorará medianamente la calidad, pero bajará el rendimiento de los procesos.

Figura 1-1-1 Evaporadores

1.13.2.8. SECADO

Una vez mezclados la torta de prensa, los sólidos separados de los decanter y el concentrado, entran con 50% de humedad a los cuatro secadores rotatorios (Figura 1-9) que trabajan con vapor saturado a la presión manométrica de 6 kg/cm². Son del tipo rotatubos de secado indirecto conductivo modelo SVT- 3630.

la función es de reducir el contenido de humedad de esta mezcla al entrar en contacto con las paredes del equipo que están a una temperatura de 140 a 180ºC, la torta de prensa (masa con menor humedad), ingresa al secado con un 50% de humedad reduciéndose hasta un rango de 8 a 12%. La capacidad de secado depende del área de calefacción y de la presión utilizada. Sin bien las aspas que posee el secador permiten el avance de la harina de pescado, estos están dispuestos con una pendiente de 3% con respecto al eje horizontal, que ayuda al mismo avance.

Los secadores están diseñados para procesar 25 ton/hr de materia prima cada uno (en la entrada a los cocedores), al haber perdido el 50% de humedad quiere decir que lo que realmente este secador puede procesar máximo son 12,5 ton/hr en la alimentación. La harina al salir del secador va con una humedad de entre el 8 y 12%, esto quiere decir que en la salida del secador saldrá entre 7,25ton/hr y 7,75 ton/hr ocupándose al 100% de su capacidad.

De este proceso el valor real en su alimentación para cada secador es de 11,25 ton/hr es decir un 90% de su capacidad, cada secador a la salida se obtiene dependiendo de su humedad (entre 8 y 12%) entre 6,075ton /hr y 6,3ton/hr de harina en la salida.

Figura 1-1-1 Secadores

1.13.2.9. POST-SECADO

Una vez terminado el proceso de secado, el producto se dirige mediante tornillos sin fin hasta un post-secador, de secado convectivo con aire caliente a unos 120 ºC. Con una capacidad de 2 ton/h en el cual se ajusta la humedad. Este equipo trabaja de manera intermitente, más específicamente hablando, cuando la harina que sale de los secadores aún posee una humedad por sobre el establecido, ésta es procesada en estos equipos para lograr dicha humedad.

1.13.2.10. ENFRIADO

Después del secado, la harina sale con la humedad deseada del orden de 8 a 12%. Pero a una temperatura no conveniente para ser ensacada de forma inmediata. Debido a eso la harina ingresa al enfriador (Figura 1-10), el cual es un cilindro en cuya interior gira un eje con paletas radiales que agitan y hacen avanzar la harina, la que se enfría debido a un flujo de aire que circula a contracorriente impulsado por un ventilador. Se utiliza un sistema de refrigeración que enfría el aire que enseguida enfriará la harina de pescado hasta una temperatura de 25ºC.

1.13.2.11. MOLIENDA

Posteriormente el producto es llevado a los molinos de martillo marca Jesma (Figura 1-11), son tres del tipo Matador de 12 ton/h de capacidad, estos trabajan por impactos y fricciones entre el material a moler, la placa y los martillos. El grado de molienda depende de la distancia entre la malla y los martillos; los valores aceptables para la granulometría del producto final corresponden a un 3% sobre los 2 mm, y lo ideal es un 100% bajo 1 mm. Luego la harina es trasladada a un sistema de dosificación de antioxidante, el cual dosifica las ppm en función del flujo de harina.

Figura 1-1-1 Molino

1.13.2.12. ENSACADO

Una vez agregado el antioxidante, la harina es trasportada hacia el proceso de ensacado cuenta con dos equipos Chronos Richardson 727 A, los cuales tienen una capacidad de 11 sacos/min, el producto se introduce en sacos de polipropileno de 25 kilos (Figura 1-12) En esta etapa es muy importante la participación del laboratorio de control de calidad, ya que extrae las muestras necesarias para efectuar los correspondientes análisis de humedad de la harina y así evitar mandar harina húmeda a los galpones de almacenamiento de producto terminado. Además, las instituciones como SGS, CESMEC y otros, son organizaciones privadas e independientes que prestan servicios de certificación tomando muestras de las harinas para ser analizadas en laboratorios y declararlas aptas para exportación.

Figura 1-1-1 Ensacadora

1.13.2.13. CALDERAS

Existen, en el interior de la planta, cuatro calderas con las siguientes especificaciones:

Caldera N°1.

Tipo	Caldera Igneotubular de 4 pasos
Fabricante	Johnston Boiler Company
Presión máx. de trabajo	Autorizada 8,4 kg/cm².
Producción de vapor	20.000 kg/h
Nº de registro	SSTALH-156
Nº de fábrica	9713-01
Año	1998
Tipo de combustible	Gas natural / Petróleo Nº6
Superficie de calefacción	696,77 m²
Consumo de combustible	1.476 m³/h (Gas Natural) y 1.413 kg/h (Petróleo Nº6)

Tabla 1- 11. Información técnica Caldera 1

Caldera N°2.

Tipo	Caldera Igneotubular de 3 pasos
Fabricante	Vapor Industrial S.A.
Presión máx. de trabajo	Autorizada 7 kg/cm²
Producción de vapor	23.480 kg/h
Nº de registro	SSTALH-13
Nº de fábrica	90076
Año	1990
Tipo de combustible	Gas natural / Petróleo Nº6
Superficie de calefacción	680 m²
Consumo de combustible	1.732 m³/h (Gas Natural) y 1.660 kg/h (Petróleo Nº6)

Tabla 1- 12. Información técnica Caldera 2

Caldera N°3.

Tipo	Caldera Igneotubular de 4 pasos
Fabricante	Johnston Boiler Company
Presión máx. de trabajo	Autorizada 8,4 kg/cm²
Producción de vapor	18.778 kg/h
Nº de registro	SSTALH-270
Nº de fábrica	10604-01
Año	2007
Tipo de combustible	Gas natural / Petróleo Nº6
Superficie de calefacción	564 m²
Consumo de combustible	1.327,24 kg/h (Petróleo Nº6)

Tabla 1- 13. Información técnica Caldera 3

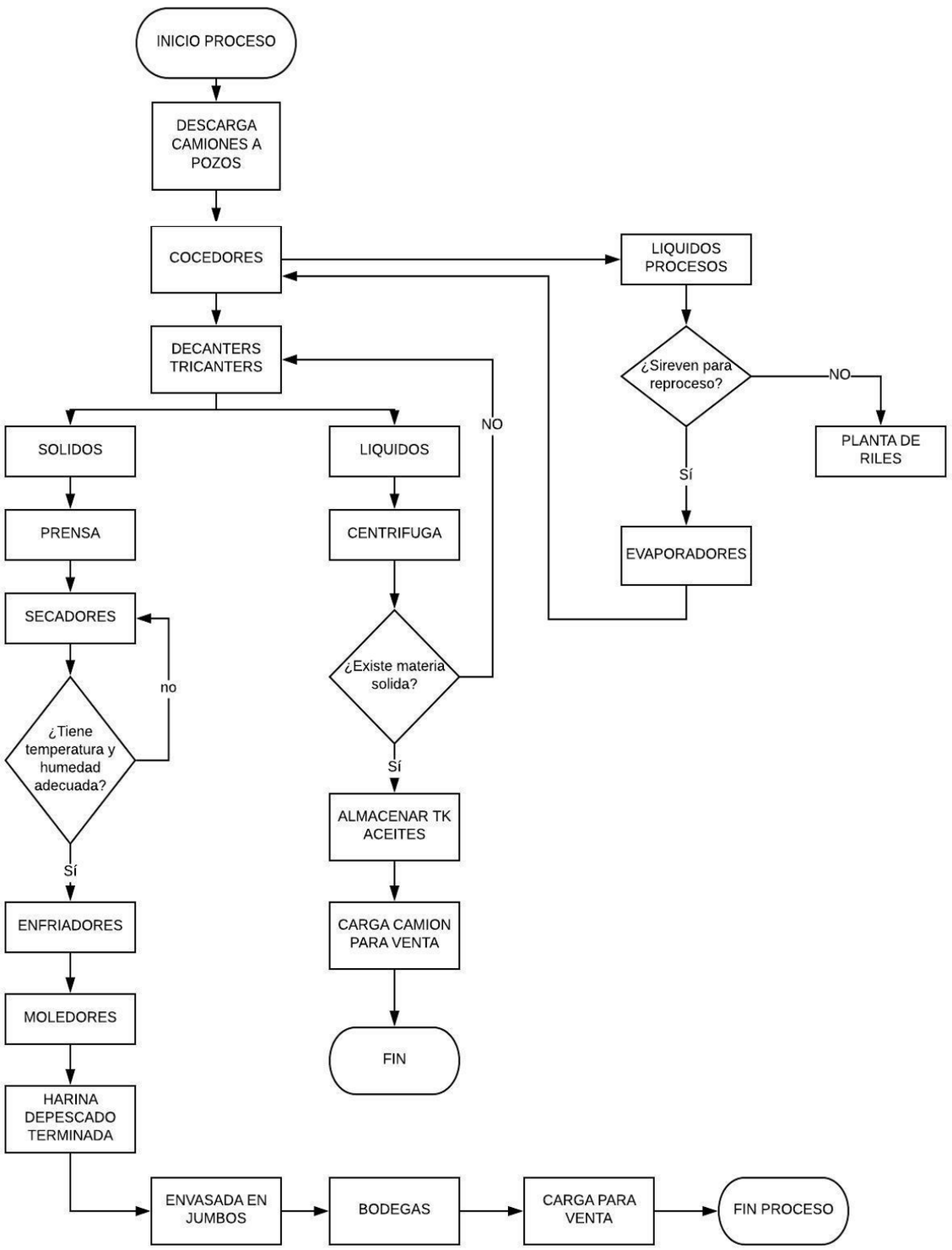
Caldera N°4.

Tipo	Caldera Igneotubular de 4 pasos
Fabricante	Energía y Combustión Maestranza Ltda.
Presión máx. de trabajo	Autorizada 7 kg/cm²
Producción de vapor	15.560 kg/h
Nº de registro	SSTALH-14
Nº de fábrica	93457
Año	1994.
Tipo de combustible	Gas natural / Petróleo Nº6
Superficie de calefacción	500 m²
Consumo de combustible	1.106,85 kg/h (Petróleo Nº6)

Tabla 1- 14. Información técnica Caldera 4

Información: El pH ideal del agua a usar al en el interior de los tubos que encontramos dentro de la caldera debe oscilar entre 10,5 a 11,5 de tipo alcalina

1.13.2.14. DIAGRAMA DE PROCESO



CAPITULO II: CASO DE ESTUDIO CICLO DE VIDA DE DECANTERS.

Los activos que se analizará dentro del proceso previamente presentado de la planta, son los decanters presentes en el proceso productivo de la planta de harina y aceite de pescado BLUMAR. S.A

2.1. DESPCIÓN FUNCIONAL DEL EQUIPO

Con respecto a los equipos en los cuales se realiza el estudio se basará en los decanters, tienen el propósito de separar los sólidos de los líquidos (harina y aceite)

Existen varios escenarios posibles de trabajo dependiendo totalmente de la cantidad de materia prima disponible que debe procesarse lo antes posible con el fin de evitar perder calidad en el producto final.

Los escenarios posibles son

- Un solo equipo trabajando, 4 equipos de respaldo, paralelo redundancia total
- Dos equipos trabajando, 3 equipos de respaldo, paralelo redundancia parcial (5/2)
- Tres equipos trabajando, 2 equipos de respaldo, paralelo redundancia parcial (5/3)
- Cuatro equipos trabajando, 1 de respaldo, paralelo redundancia parcial (5/4)
- Los 5 equipos trabajando en un sistema fraccionario al 100% teniendo una capacidad de 20% cada uno de los equipos y este es nuestro escenario en el cual realizaremos el informe.

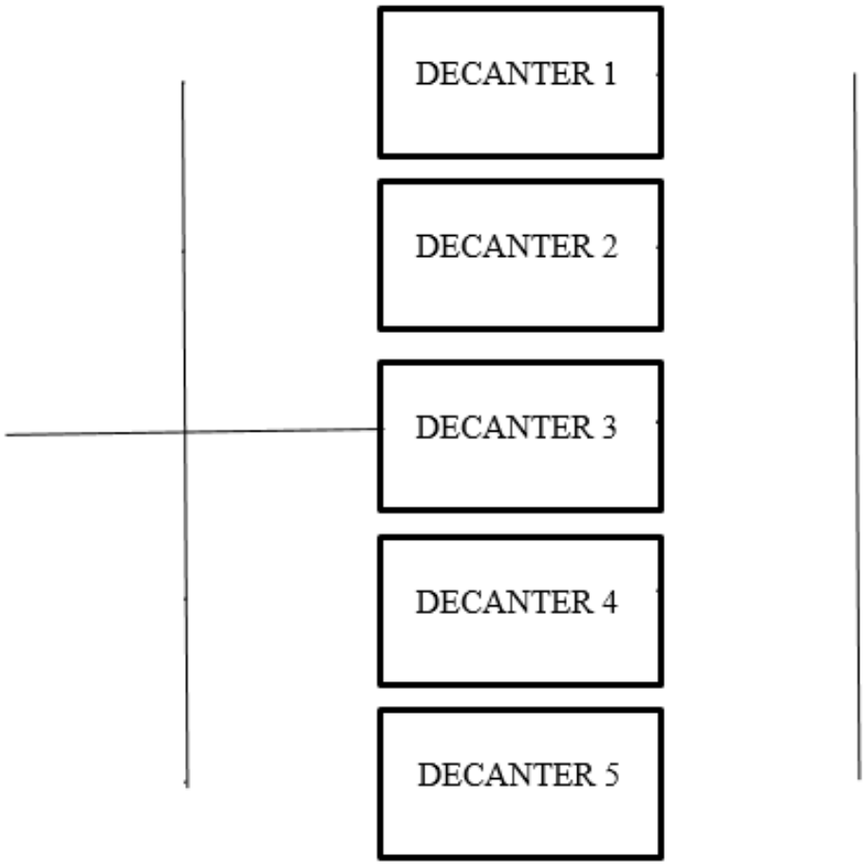


Tabla 2- 1 Sistema fraccionario al 100%

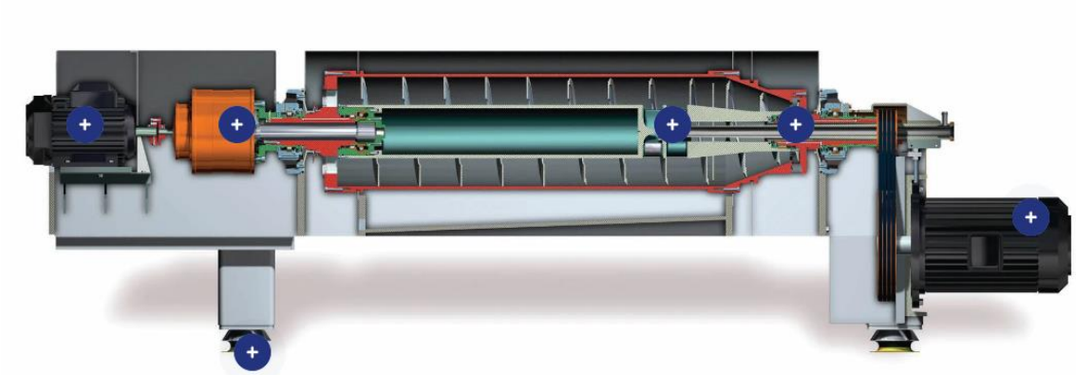


Figura 1-1 Imagen en corte de Decanter

La línea productiva según lo planteado anteriormente se basa en 5 decanters en configuración paralela del modo fraccionario con igual capacidad por lo cual cada uno de los equipos cubre el 20% del total, cabe señalar nuevamente que esto considerando el escenario en el punto más crítico de la producción con una demanda total de disponibilidad de los equipos

2.2. ESPECIFICACION TECNICA DE LOS DECANTERS

2.2.1. DECANTADOR CENTRÍFUGO DATOS TECNICOS

Rotor

Velocidad del rotor máxima:	3650 rpm
Longitud del rotor:	2035 mm
Diámetro del rotor:	480 mm
Ángulo cónico:	10°
Descarga de sólidos, tipo:	360°-type with 8 wear liners
Descarga de sólidos, radio:	131.7 mm
Remedios del transporte de los sólidos, sección cilíndrica:	Ribs
Remedios del transporte de los sólidos, sección cónica:	Ribs
Material - mazas:	AL 111 2329-83 (Duplex stainless steel)
Material – cáscara del rotor:	AL 111 2329-83 (Duplex stainless steel)
Material - pernos:	A4-80 (AISI 316)
Material - tenutas:	
Salida liquida, tipo:	4 Plate dams
Salida liquida, radio:	140 mm (montado de fábrica: 146 mm)

Tornillo transportador

Material - vueltas:	AL 111 2349 (AISI 316)
Material - maza:	AL 111 2349 (AISI 316)

Protección del desgaste

Rotor, descarga de sólidos:	Wear liner in tungsten carbide. 8 pieces Artículo N°. 61233941-03
Rotor, forro de zona de alimentación:	
Transportador, vueltas:	TM21 (flame sprayed tungsten carbide)
Transportador, zona de alimentación:	Flame sprayed tungsten carbide
Amazón / carcasa:	Wear liner in upper casing

Amazón y Carcasa

Material - carcasa / tapa:	Stainless steel (AISI 316)
Superficie interior de carcasa:	Stainless steel cladding throughout
Guarniciones y juntas - carcasa:	

Sistemas de accionamiento

Suministro de corriente eléctrica:	3 * 400 Volt / 50 Hz
Caja de engranajes, tipo:	Planetary - 2-stage DD
Caja de engranajes, torsión máxima:	DD 3.5 kNm
Caja de engranajes, relación:	1:52
Reductor de velocidad:	Variable Frequency Drive 11 kW IEC (400V, 50Hz) - max. diff. speed 30 rpm at 3.5 kNm - diff. speed 57 rpm at max. 1.8 kNm (Back drive motor, 400VD, 1500rpm, 50Hz, part no. 61195603-55)
Reductor de velocidad, partes:	
Velocidad principal de funcionamiento:	3450 rpm (IEC)
Máx. velocidad diferenciada y torsión (a la velocidad de funcionamiento):	
G-fuerza a la velocidad de funcionamiento:	3193 G
Motor principal:	75 kW ABB 400VD Y/D-VFD (250SM) flange – Artículo N°. 61195611-00
Motor principal, protección:	

2.3. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LOS DECANTERS

2.3.1. FMCA

2.3.1.1. INTRODUCCIÓN FMCA

Un diagrama de FMECA (Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis) es una herramienta utilizada en la gestión de riesgos y la ingeniería de confiabilidad para identificar, analizar y evaluar los modos de falla potenciales de un sistema, componente o proceso. A través del análisis de los modos de falla, se determinan los efectos de dichas fallas y se evalúa su criticidad.

El diagrama de FMECA se construye en forma de matriz, donde se enumeran los diferentes modos de falla en las filas y los efectos o consecuencias de cada modo de falla en las columnas. Cada celda de la matriz se llena con información sobre la gravedad de las consecuencias, la probabilidad de ocurrencia del modo de falla y la capacidad de detección para identificarlo antes de que ocurra un fallo.

El diagrama de FMECA ayuda a las organizaciones a comprender los posibles modos de falla de un sistema, identificar las áreas de mayor riesgo y tomar medidas proactivas para evitar o mitigar las consecuencias negativas. También puede ayudar en la toma de decisiones relacionadas con el diseño, mantenimiento y mejora continua de los sistemas y procesos.

2.3.1.2. FMECA APLICADO A DECANTERS

Para aplicar un FMCA a los decanters, es necesario identificar los sistemas y los componentes del equipo, visualizar los modos de falla, determinar los efectos y consecuencias, ver el impacto que genera en el funcionamiento del equipo y el proceso. Para realizar el análisis y conocer los elementos y componentes que atañen al equipo y construir el FMECA, es necesario obtener la información específica del historial de fallas del equipo. En la siguiente tabla, se visualiza la información de los modos de falla de los componentes del equipo, el tiempo entre fallas, la fecha de inicio y término de estas.

MODO DE FALLA	TEF	FECHA INICIO	FECHA TERMINO
ESTATOR GASTADO	20	9/2/2021	9/2/2021
TUBO ALIMENTACION CORTADO	22	3/11/2021	3/11/2021
V/V GASTADA	28	28/8/2021	28/8/2021
RODAMIENTOS MAL ESTADO	31	7/4/2021	7/4/2021
ACOPLAMIENTO ROTO	31	2/12/2021	2/12/2021
ACOPLAMIENTO ROTO	34	7/6/2021	7/6/2021
ESTATOR GASTADO	40	27/7/2021	27/7/2021
TORNILLO FLECTADO	42	28/2/2021	28/2/2021
TUBO ALIMENTACION CORTADO	44	26/3/2021	26/3/2021
EMPAQUETADURA QUEMADA	48	28/1/2022	28/1/2022
TORNILLO FLECTADO	53	5/1/2022	5/1/2022
SELLO QUEMADO	58	27/3/2021	27/3/2021
CARCAZA FISURADA	58	7/2/2022	7/2/2022
RODAMIENTOS MAL ESTADO	74	20/11/2021	20/11/2021
FLEXIBLE ROTO	76	3/5/2021	3/5/2021
ACOPLAMIENTO ROTO	78	18/3/2021	18/3/2021
ACOPLAMIENTO ROTO	80	3/5/2022	3/5/2022
ESTATOR GASTADO	98	10/4/2022	10/4/2022
VDF QUEMADO	108	6/1/2021	6/1/2021
CORREAS CORTADAS	123	2/3/2022	2/3/2022

Tabla 2- 2 FMECA

2.3.1.3. FMCA DECANTER 1

EQUIPO	COMPONENTES			FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA
DECANTER 1	Sistema mecánico	carcaza	Reparable	Bomba no impulsa 45m3/h	Carcaza fisurada	Perdida de producto
		estator	Reparable	Bomba no impulsa 45m3/h	ESTATOR GASTADO	No se alimenta con caudal necesario
		sello	Reparable	No retiene lubricantes	SELLO QUEMADO	Contaminacion de rodamientos
		rodamiento	Reparable	Decanter no gira	RODAMIENTO MAL ESTADO	Trabamiento de decanter
		correas	Reparable	Decanter no gira	CORREAS CORTADAS	Perdida de transmision mecanica
		tornillo	Reparable	Bomba no impulsa 45m3/h	TORNILLO FLECTADO	No se alimenta con caudal necesario
	Sistema eléctrico	Pantalla	Reparable	Pantalla inutilizable	PANTALLA QUEMADA	No se puede operar equipo

Tabla 2- 3 FMECA Decanter 1

2.3.1.4. CONCLUSION DECANTER 1

En la tabla de Fmca se considera la información del decanter 1, en el que se encuentran dos sistemas, sistema mecánico y sistema eléctrico, los componentes del sistema mecánico, corresponden a: carcaza, estator, sello mecánico, rodamiento, correas y tornillo. En el sistema eléctrico, solo se encuentra la pantalla como componente. El análisis determina que todos los componentes de ambos sistemas, son reparables. Cada componente tiene una falla funcional, modo de falla y una causa, que se visualizan en la tabla de fmeca.

Las fallas funcionales indican que un componente no puede realizar sus funciones previstas de manera adecuada o completa.

2.3.1.5. FMCA DECANTER 2

EQUIPO	COMPONENTES		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA
DECANTER 2	Sistema mecánico	Correas	Decanter no gira	CORREAS CORTADAS	Perdida de transmision mecanica
		rodamientos	Decanter no gira	RODAMIENTO MAL ESTADO	Trabamiento de decanter
		acoplamiento	Decanter no gira	ACOPLAMIENTO ROTO	no gira tornillo de decanter
		Sello	No retiene lubricante	SELLO QUEMADO	Contaminacion de rodamientos
		estator	Bomba no impulsa 45m3/h	ESTATOR GASTADO	No se alimenta con caudal necesario
		valvula	bomba no alimenta decanter	V/V GASTADA	No se alimenta equipo
		empaquetadura	Bomba no impulsa 45m3/h	EMPAQUETADURA QUEMADA	Perdida de producto
	Sistema eléctrico	Fuente de poder	Decanter no funciona	FUENTE DE PODER QUEMADA	No se puede operar equipo
		pantalla	Decanter no funciona	PANTALLA QUEMADA	No se puede operar equipo
		sistema de control	Decanter no funciona	SISTEMA DE CONTROL QUEMADO	No se puede operar equipo

Tabla 2- 4 FMECA Decanter 2

2.3.1.6. CONCLUSION DECANTER 2

En la tabla de Fmca se considera la información del decanter 2, en el que se encuentra dos sistemas, sistema mecánico y sistema eléctrico, los componentes del sistema mecánico, corresponden a: correa, acoplamiento, rodamiento, sello, estator, válvula, empaquetadura. En el sistema eléctrico los componentes son: fuente de poder, pantalla, sistema de control. Cada componente tiene una falla funcional, modo de falla y una causa, que se visualizan en la tabla de fmeca. Los componentes eléctricos, al fallar, causan que no se pueda operar el equipo, ya que este no funciona en su totalidad.

2.3.1.7. FMCA DECANTER 3

EQUIPO	COMPONENTES		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA
DECANTER 3	Sistema mecánico	Rodamientos	Decanter no gira	RODAMIENTO MAL ESTADO	Trabamiento de decanter
		correas	Decanter no gira	CORREAS CORTADAS	Perdida de transmision mecanica
		pernos	Decanter no gira	PERNOS CORTADOS	Trabamiento de decanter
		estator	Bomba no impulsa 45m3/h	ESTATOR GASTADO	No se alimenta con caudal necesario
		acoplamiento	Decanter no gira	ACOPLAMIENTO ROTO	no gira tornillo de decanter
		tornillo	Bomba no impulsa 45m3/h	TORNILLO FLECTADO	No se alimenta con caudal necesario
		flexible	Bomba no impulsa 45m3/h	FLEXIBLE ROTO	No se alimenta con caudal necesario
		Bushing	Decanter no separa solidos	BUSHING GASTADO	no gira tornillo de decanter

Tabla 2- 5FMECA Decanter 3

2.3.1.8. CONCLUSION DECANTER 3

En la tabla de Fmca se considera la información del decanter 3, en el que se encuentra un solo sistema, sistema mecánico, los componentes del sistema mecánico, corresponden a: rodamientos, correas, pernos, estator, acoplamiento, tornillo, flexible, bushing. Cada componente tiene una falla funcional, modo de falla y una causa, que se visualizan en la tabla de fmeca.

2.3.1.9. FMECA DECANTER 4

EQUIPO	COMPONENTES		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA
DECANTER 4	Sistema mecánico	Correa	Decanter no gira	CORREAS CORTADAS	Perdida de transmision mecanica
		estator	Bomba no impulsa 45m3/h	ESTATOR GASTADO	No se alimenta con caudal necesario
		carcaza	Bomba no impulsa 45m3/h	Carcaza fisurada	Perdida de producto
		rodamiento	Decanter no gira	RODAMIENTO MAL ESTADO	Trabamiento de decanter
		flexible	Bomba no impulsa 45m3/h	FLEXIBLE ROTO	No se alimenta con caudal necesario
		acoplamiento	Decanter no gira	ACOPLAMIENTO ROTO	no gira tornillo de decanter
		valvula	bomba no alimenta decanter	V/V GASTADA	No se alimenta equipo
		sello	No retiene lubricante	SELLO QUEMADO	Contaminacion de rodamientos

Tabla 2- 6 FMECA Decanter 4

2.3.1.10. CONCLUSION DECANTER 4

El diagrama FMCA considera la información del decanter 4, en el que se encuentra un sistema, que corresponde al sistema mecánico, los componentes del sistema mecánico son: correa, estator, carcaza, rodamiento, flexible, acoplamiento, válvula, sello. Cada componente tiene una falla funcional, modo de falla y una causa, que se visualizan en la tabla de fmeca. Cuando fallan los rodamientos y acoplamiento, causa que el equipo deje de funcionar, a diferencia de los demás componentes que al fallar, el equipo baja su rendimiento.

Las fallas funcionales indican que un componente no puede realizar sus funciones previstas de manera adecuada o completa.

2.3.1.11. FMCA DECANTER 5

EQUIPO	COMPONENTES		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA
DECANTER 5	Sistema mecánico	Estator	Bomba no impulsa 45m3/h	ESTATOR GASTADO	No se alimenta con caudal necesario
		tornillo	Bomba no impulsa 45m3/h	TORNILLO FLECTADO	No se alimenta con caudal necesario
		acoplamiento	Decanter no gira	ACOPLAMIENTO ROTO	no gira tornillo de decanter
		tubo alimentacion	bomba no alimenta decanter	TUBO ALIMENTACION CORTADO	No se alimenta equipo
		sellos	No retiene lubricante	SELLO QUEMADO	Contaminacion de rodamientos
		rodamientos	Decanter no gira	RODAMIENTO MAL ESTADO	Trabamiento de decanter
		flexible	Bomba no impulsa 45m3/h	FLEXIBLE ROTO	No se alimenta con caudal necesario
		valvula	bomba no alimenta decanter	V/V GASTADA	No se alimenta equipo
		empaquetadura	Bomba no impulsa 45m3/h	EMPAQUETADURA QUEMADA	Perdida de producto
		carcaza	Bomba no impulsa 45m3/h	Carcaza fisurada	Perdida de producto
		correas	Decanter no gira	CORREAS CORTADAS	Perdida de transmision mecanica
	Sistema eléctrico	VDF	Decanter no funciona	VDF QUEMADO	No se puede operar equipo

Tabla 2- 7 FMECA Decanter 5

2.3.1.12. CONCLUSIÓN DECANTER 5

En la tabla de Fmca se considera la información del decanter 5, en el que se encuentra dos sistemas, sistema mecánico y sistema eléctrico, los componentes del sistema mecánico, corresponden a: estator, tornillo, acoplamiento, tubo de alimentación, sellos, rodamiento, flexible, valvula, empaquetadura, carcaza, correas.. En el sistema eléctrico el componente es: VDF.. Cada componente tiene una falla funcional, modo de falla y una causa, que se visualizan en la tabla de fmeca. El componente eléctrico, al fallar, causa que no se pueda operar el equipo, ya que este no funciona en su totalidad.

2.3.2. PARETO

El diagrama de Pareto, conocido también como principio de Pareto o regla 80/20, es una herramienta visual utilizada para identificar y priorizar los problemas o causas principales que contribuyen a un resultado en particular. Recibe su nombre en honor a Vilfredo Pareto, un economista italiano que observó que aproximadamente el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas.

El diagrama de Pareto se representa gráficamente mediante barras que muestran la frecuencia o el impacto de cada problema o causa en orden descendente, de izquierda a derecha. La barra más alta representa el problema o causa más significativa, y las barras subsiguientes disminuyen en altura. Además, se suele incluir una línea acumulativa que muestra la suma acumulada de la frecuencia o el impacto a medida que se avanza en las barras.

La importancia del diagrama de Pareto indica en que permite identificar las pocas causas vitales que contribuyen en gran medida a la mayoría de los problemas o resultados, lo que permite focalizar los esfuerzos de mejora en áreas específicas y claves. Al tener una representación visual clara y ordenada, facilita la toma de decisiones y la asignación de recursos.

2.3.2.1. PARETO APLICADO A LOS DECANTERS

Con la información obtenida de los cuadros Fmeca de cada decanter perteneciente a la planta, se realizó el diagrama de Pareto en la proporción 80-20.

Para construir el gráfico de Pareto, es necesario tener la información ordenada en una tabla, en donde se visualiza el modo de falla, el componente con mayor cantidad de horas de falla (desde mayor a menor), la suma de horas detenidas, frecuencia absoluta expresada en porcentaje y la frecuencia acumulada, considerando también en la tabla la proporción que se utilizará Pareto que será 80-20.

2.3.2.2. DIAGRAMA PARETO DECANTER 1

MODO DE FALLA	HORAS	SUMATORIA HORAS DETENIDOS	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20
TORNILLO FLECTADO	427	427	30%	30%	80%
RODAMIENTO MAL ESTADO	331	758	23%	52%	80%
CARCAZA FISURADA	230	988	16%	68%	80%
ESTATOR GASTADO	175	1163	12%	81%	80%
CORREAS CORTADAS	134	1297	9%	90%	80%
SELLO QUEMADO	85	1382	6%	96%	80%
PANTALLA QUEMADA	62	1444	4%	100%	80%

Tabla 2- 8 Diagrama Pareto Decanter 1

2.3.2.2.1. Relación 80-20 Decanter 1

SUMATORIA HORAS DETENIDOS	1444
80	1155,2
20	288,8

Tabla 2- 9 Relacion 80-20 Decanter 1

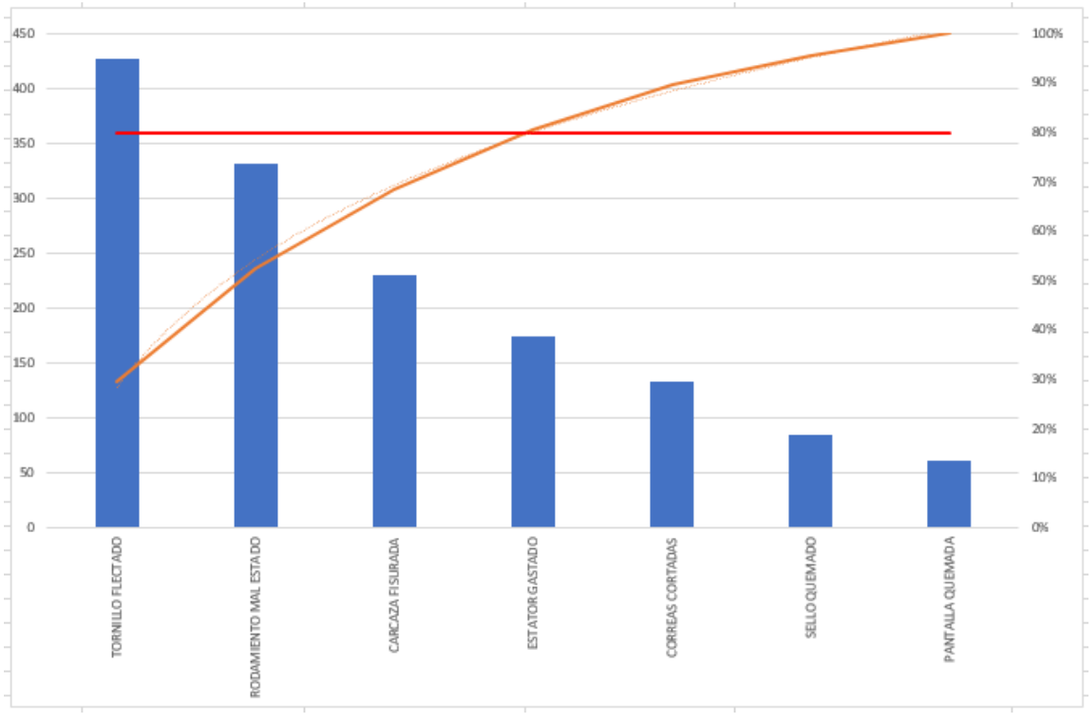


Grafico 1-1 Relación 80-20 Decanter 1

2.3.2.2.2. Conclusión diagrama de Pareto Decanter 1

Las principales causas que contribuyen las primeras posiciones en este equipo en el diagrama de pareto corresponden a: tornillo flectado, rodamiento en mal estado, carcasa fisurada, estator gastado. El total de las causas son siete, en este caso el porcentaje que arroja el estudio es del 57% lo que indica que el 43% de los resultados se deben al 57% de las causas identificadas.

2.3.2.3. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 2

MODO DE FALLA	HORAS	SUMATORIA HORAS DETENIDOS	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	80-2
RODAMIENTO MAL ESTADO	309	309	31%	31%	80%
ACOPLAMIENTO ROTO	146	455	15%	46%	80%
CORREAS CORTADAS	129	584	13%	59%	80%
V/V GASTADA	87	671	9%	68%	80%
PANTALLA QUEMADA	77	748	8%	76%	80%
SISTEMA DE CONTROL QUEMADO	67	815	7%	83%	80%
SELLO QUEMADO	64	879	6%	89%	80%
FUENTE DE PODER QUEMADA	60	939	6%	95%	80%
EMPAQUETADURA QUEMADA	32	971	3%	98%	80%
ESTATOR GASTADO	16	987	2%	100%	80%

Tabla 2- 10Diagrama Pareto Decanter 2

2.3.2.3.1. Relación 80-20 Decanter 2

SUMATORIA HORAS DETENIDOS	987
80	789,6
20	197,4

Tabla 2- 11 Relacion 80-20 Decanter 2

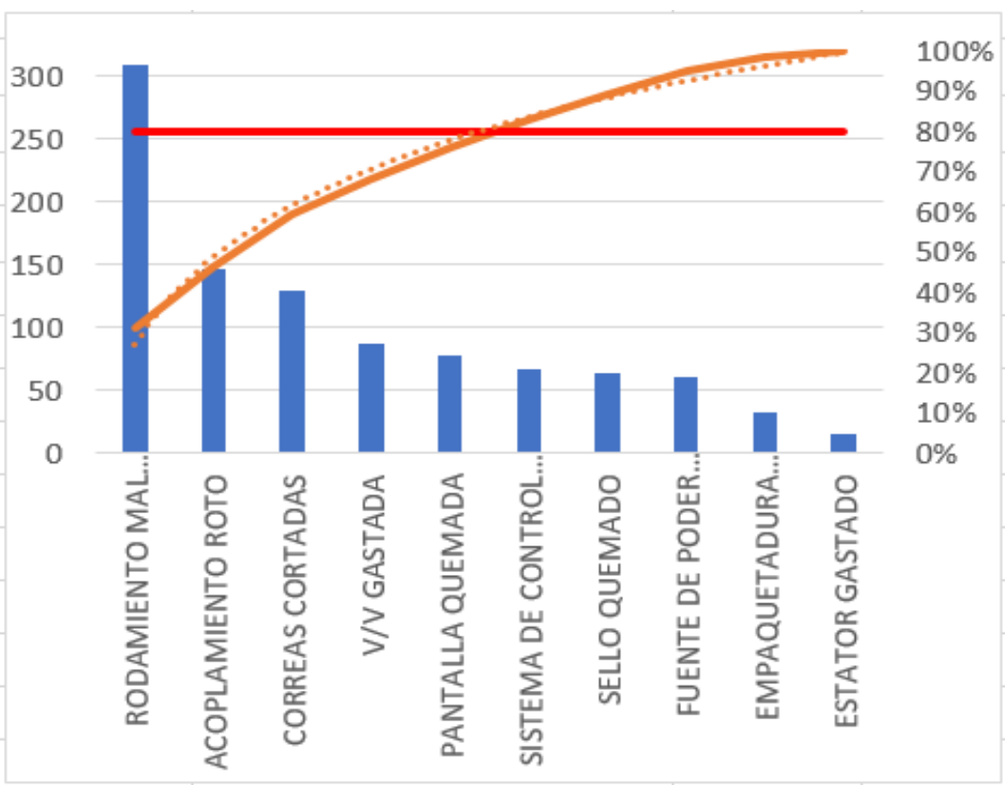


Grafico 1-1 Relación 80-20 Decanter 2

2.3.2.3.2. Conclusión diagrama de Pareto Decanter 2

Las principales causas que contribuyen las primeras posiciones en este equipo en el diagrama de pareto corresponden a: rodamiento en mal estado, acoplamiento roto, correas cortadas, V/V gastado, pantalla quemada. El total de los modos de falla son diez, en este

caso el porcentaje que arroja el estudio es del 50% lo que indica que el 50% de los resultados se deben al 50% de las causas identificadas.

2.3.2.4. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 3

MODO DE FALLA	HORAS	SUMATORIA HORAS DETENIDOS	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	80-2
CORREAS CORTADAS	259	259	21%	21%	80%
ESTATOR GASTADO	210	469	17%	38%	80%
RODAMIENTO MAL ESTADO	189	658	15%	53%	80%
ACOPLAMIENTO ROTO	178	836	14%	67%	80%
ROTURAS PIPING	150	986	12%	79%	80%
PERNOS CORTADOS	88	1074	7%	86%	80%
TORNILLO FLECTADO	82	1156	7%	92%	80%
FLEXIBLE ROTO	47	1203	4%	96%	80%
BUSHING GASTADO	47	1250	4%	100%	80%

Tabla 2- 12 Diagrama Pareto Decanter 3

2.3.2.4.1. Relación 80-20 Decanter 3

SUMATORIA HORAS DETENIDOS	1250
80	1000
20	250

Tabla 2- 13 Relacion 80-20 Decanter 3

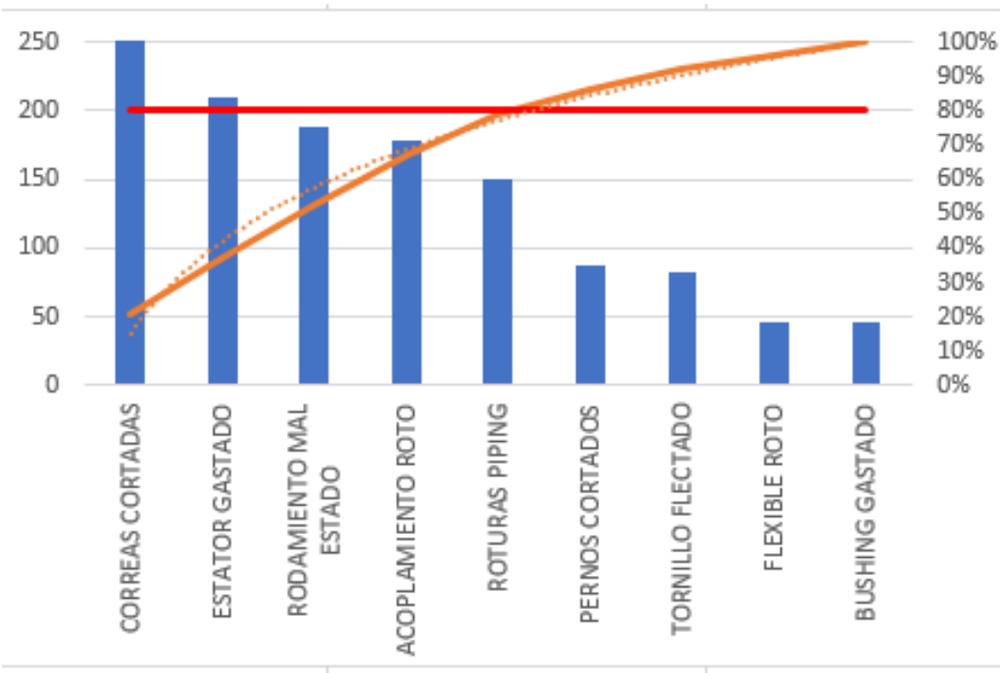


Grafico 2-1 Relación 80-20 Decanter 3

2.3.2.4.2. Conclusión diagrama de Pareto Decanter 3

Las principales causas que contribuyen las primeras posiciones en este equipo en el diagrama de pareto corresponden a: correas cortadas, estator gastado, rodamiento en mal estado, acoplamiento roto, roturas de piping. El total de los modos de falla son nueve, en

este caso el porcentaje que arroja el estudio es del 55% lo que indica que el 45% de los resultados se deben al 55% de las causas identificadas.

2.3.2.5. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 4

MODO DE FALLA	HORAS	SUMATORIA HORAS DETENIDOS	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	80-2
CORREAS CORTADAS	202	202	17%	17%	80%
ACOPLAMIENTO ROTO	183	385	15%	32%	80%
CARCAZA FISURADA	176	561	14%	46%	80%
ESTATOR GASTADO	159	720	13%	59%	80%
V/V GASTADA	138	858	11%	71%	80%
RODAMIENTOS MAL ESTADO	132	990	11%	81%	80%
CORREAS QUEMADAS	104	1094	9%	90%	80%
FLEXIBLE ROTO	90	1184	7%	97%	80%
SELLO QUEMADO	33	1217	3%	100%	80%

Tabla 2- 14 Diagrama Pareto Decanter 4

2.3.2.5.1. Relación 80-20 Decanter 4

SUMATORIA HORAS DETENIDOS	1217
80	973,6
20	243,4

Tabla 2- 15 Relacion 80-20 Decanter 4

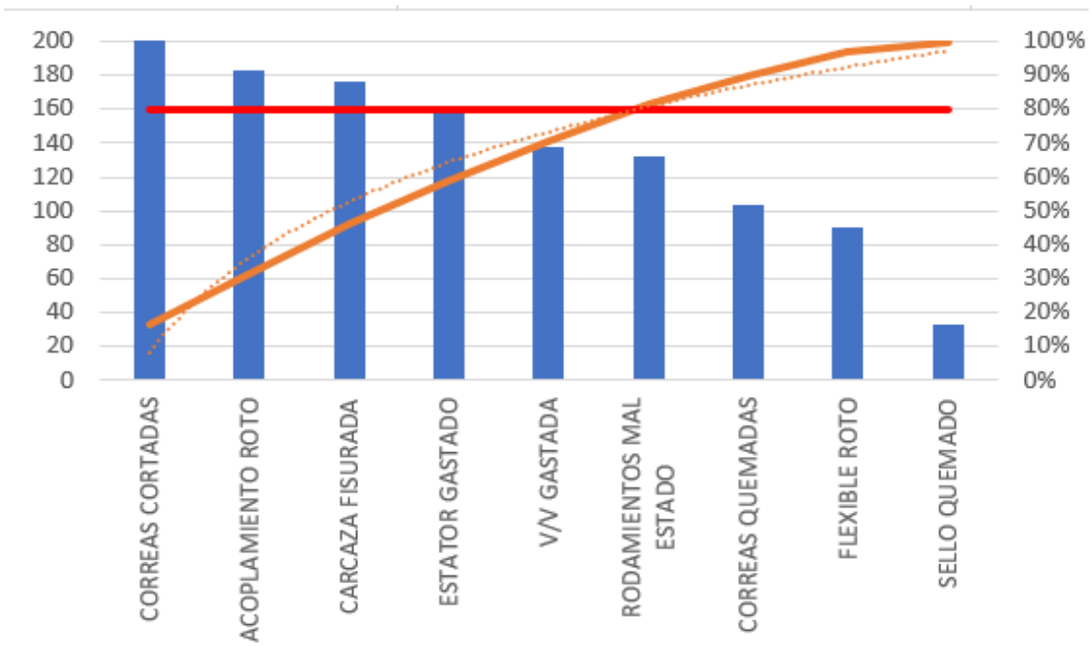


Grafico 2-1 Relación 80-20 Decanter 4

2.3.2.5.2. Conclusión diagrama de Pareto Decanter 4

Las principales causas que contribuyen las primeras posiciones en este equipo en el diagrama de pareto corresponden a: correas cortadas, acoplamiento roto, carcasa fisurada, estator gastado, V/V gastada, rodamiento en mal estado. El total de los modos de falla son

nueve, en este caso el porcentaje que arroja el estudio es del 66% lo que indica que el 33% de los resultados se deben al 66% de las causas identificadas.

2.3.2.6. DIAGRAMA DE PARETO DECANTER 5

MODO DE FALLA	HORAS	SUMATORIA HORAS DETENIDOS	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	80-2
ACOPLAMIENTO ROTO	223	223	19%	19%	80%
ESTATOR GASTADO	158	381	14%	33%	80%
CORREAS CORTADAS	123	504	11%	44%	80%
VDF QUEMADO	108	612	9%	53%	80%
RODAMIENTO MAL ESTADO	105	717	9%	63%	80%
TORNILLO FLECTADO	95	812	8%	71%	80%
FLEXIBLE ROTO	76	888	7%	77%	80%
TUBO ALIMENTACION CORTADO	66	954	6%	83%	80%
SELLO QUEMADO	58	1012	5%	88%	80%
Carcaza fisurada	58	1070	5%	93%	80%
EMPAQUETADURA QUEMADA	48	1118	4%	98%	80%
V/V GASTADA	28	1146	2%	100%	80%

Tabla 2- 16 Diagrama Pareto Decanter 5

2.3.2.6.1. Relación 80-20 Decanter 5

SUMATORIA HORAS DETENIDOS	1146
80	916,8
20	229,2

Tabla 2- 17 Relacion 80-20 Decanter 5

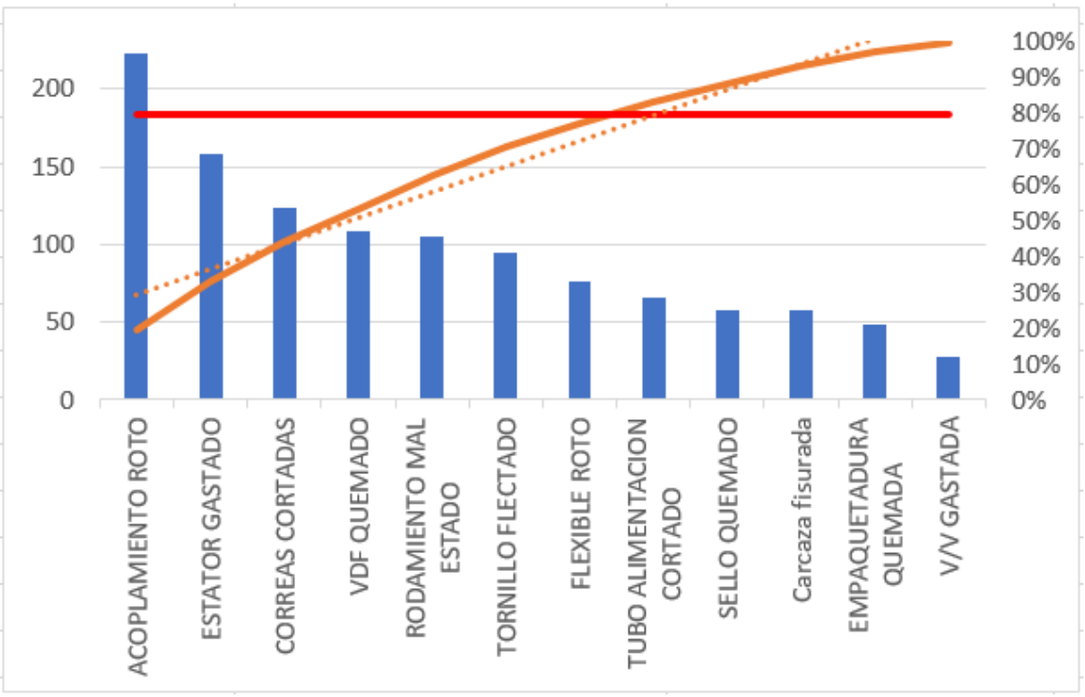


Grafico 2-1 Relación 80-20 Decanter 5

2.3.2.6.2. Conclusión diagrama de Pareto Decanter 5

Las principales causas que contribuyen las primeras posiciones en este equipo en el diagrama de pareto corresponden a: acoplamiento roto, estator gastado, correas cortadas, vdf quemado, rodamiento en mal estado, tornillo flectado, flexible roto. El total de los modos de falla son doce, en este caso el porcentaje que arroja el estudio es del 58% lo que indica que el 42% de los resultados se deben al 58% de las causas identificadas.

2.3.2.7. CONCLUSIONES DE LOS GRÁFICOS DE PARETO

Luego de realizar los gráficos de pareto de cada decanter perteneciente a la planta se pueden extraer las siguientes conclusiones.
El análisis realizado a cada equipo, arroja porcentajes alejados a la proporción esperada, lo que se asume que no sigue una tendencia.

2.3.3. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS DECANTERS

La confiabilidad es uno de los indicadores de gestión del mantenimiento industrial, el que hace referencia a la confianza que se les da a los equipos y maquinaria que utiliza una empresa.
El análisis de confiabilidad ayuda a visualizar la probabilidad de que un equipo funcione durante un tiempo determinado y en condiciones normales.

Para realizar el estudio de confiabilidad, se aplicará la distribución de Weibull, que es una distribución de probabilidad continua que se utiliza ampliamente en análisis de confiabilidad y estudios de ciclo de vida. Se define mediante dos parámetros principales: La forma (β) y la escala (η).
El Parámetro de escala (η), actúa como medida de tiempo y escala la distribución. Determina el punto en el tiempo en el cual el 63.2% de la población ha fallado (en aplicaciones de confiabilidad).
El parámetro de forma (β), determina la forma de la distribución, dependiendo de su valor, la distribución de Weibull puede tomar diferentes formas:

- Si (β) < 1, la tasa de falla disminuye en el tiempo
- Si (β) = 1, la distribución se convierte en una distribución exponencial, con una tasa de falla constante.
- Si (β) > 1, la tasa de falla aumenta con el tiempo

El parámetro que se considerará con mayor relevancia en este estudio será el parámetro de forma, ya que de esta manera se podrá visualizar si los decanters se encuentran en estapa juvenil, en que beta sea menor que 1, en etapa de ciclo de vida útil si es que el rango es cercano a 1 o igual a 1, o bien si está en etapa de decadencia o envejecimiento si el rango es mayor a 1.

Los datos utilizados en las tablas para realizar el estudio de confiabilidad por medio de distribución de Weibull, se ingresan en las tablas y se organizan de tal manera que los convierte en un modelo logarítmico, lo que ajusta los datos con una curva de tendencia.

2.3.3.1. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 1

EQUIPO 1					
i	TEF	RM<>F	ln t	ln*ln R	R
1	15	0,03	2,71	-3,35	96%
2	29	0,08	3,37	-2,44	86%
3	29	0,13	3,37	-1,95	86%
4	33	0,18	3,50	-1,61	83%
5	35	0,23	3,56	-1,34	81%
6	38	0,28	3,64	-1,12	78%
7	40	0,33	3,69	-0,92	77%
8	42	0,38	3,74	-0,75	75%
9	56	0,43	4,03	-0,59	61%
10	76	0,48	4,33	-0,44	42%
11	84	0,52	4,43	-0,30	36%
12	85	0,57	4,44	-0,16	35%
13	89	0,62	4,49	-0,03	32%
14	96	0,67	4,56	0,11	27%
15	102	0,72	4,62	0,24	23%
16	104	0,77	4,64	0,38	22%
17	105	0,82	4,65	0,53	21%
18	106	0,87	4,66	0,70	21%
19	135	0,92	4,91	0,91	9%
20	145	0,97	4,98	1,22	6%

Tabla 2- 18 Análisis Datos confiabilidad Decanter 1

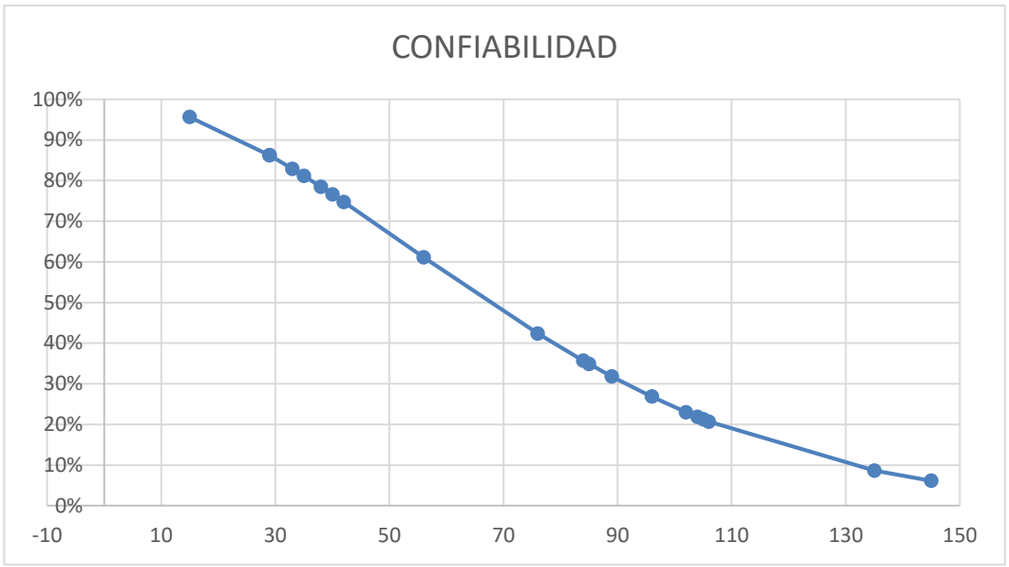


Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 1

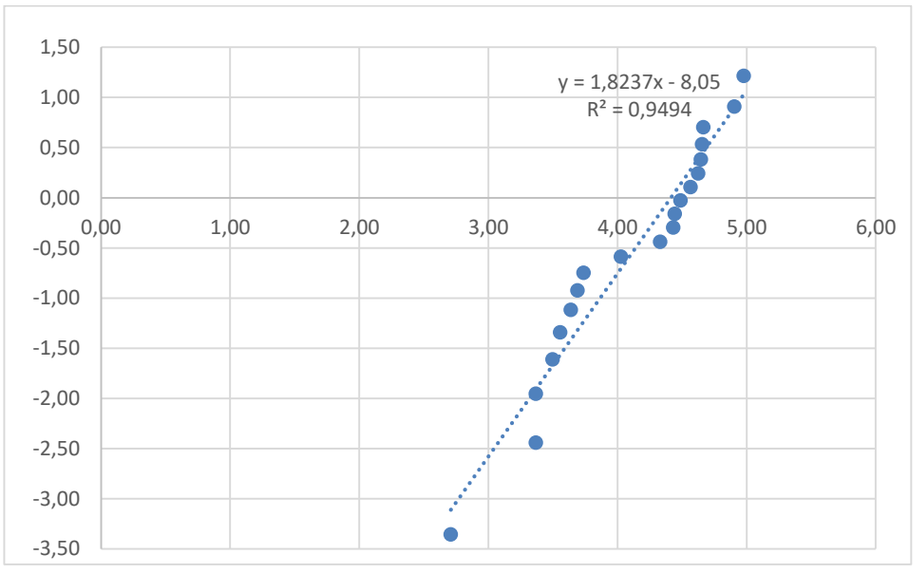


Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 1

beta	1,8237
cte.	8,05
eta(horas)	82,61

Tabla 2- 19 Resultados Distribución de Weibull Decanter 1

2.3.3.1.1. Conclusión Decanter 1

En el gráfico de confiabilidad se logra visualizar que el equipo va decayendo en confiabilidad, hasta que el tiempo entre fallas se acerca a las 94 horas, mientras más se acerca a las 94 horas de funcionamiento el quipo, la confiabilidad baja.

El parámetro de forma Beta, arroja un valor de 1,8237.

Dado que el parámetro de forma (β) de la distribución de Weibull es mayor a 1, esto sugiere que la tasa de falla del sistema o componente en estudio incrementa con el tiempo. Este comportamiento indica que las fallas son más probables a medida que el equipo envejece, lo cual es característico de sistemas sujetos a desgaste o deterioro.

2.3.3.2. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 2

EQUIPO 2					
i	TEF	RM<>F	ln t	ln*ln R	R
1	10	0,03	2,30	-3,35	92%
2	12	0,08	2,48	-2,44	90%
3	14	0,13	2,64	-1,95	87%
4	15	0,18	2,71	-1,61	86%
5	15	0,23	2,71	-1,34	86%
6	16	0,28	2,77	-1,12	85%
7	24	0,33	3,18	-0,92	74%
8	32	0,38	3,47	-0,75	64%
9	42	0,43	3,74	-0,59	52%
10	52	0,48	3,95	-0,44	41%
11	53	0,52	3,97	-0,30	40%
12	60	0,57	4,09	-0,16	34%
13	64	0,62	4,16	-0,03	30%
14	67	0,67	4,20	0,11	28%
15	75	0,72	4,32	0,24	22%
16	77	0,77	4,34	0,38	21%
17	87	0,82	4,47	0,53	16%
18	88	0,87	4,48	0,70	15%
19	90	0,92	4,50	0,91	14%
20	94	0,97	4,54	1,22	13%

Tabla 2- 20 Análisis Datos confiabilidad Decanter 2

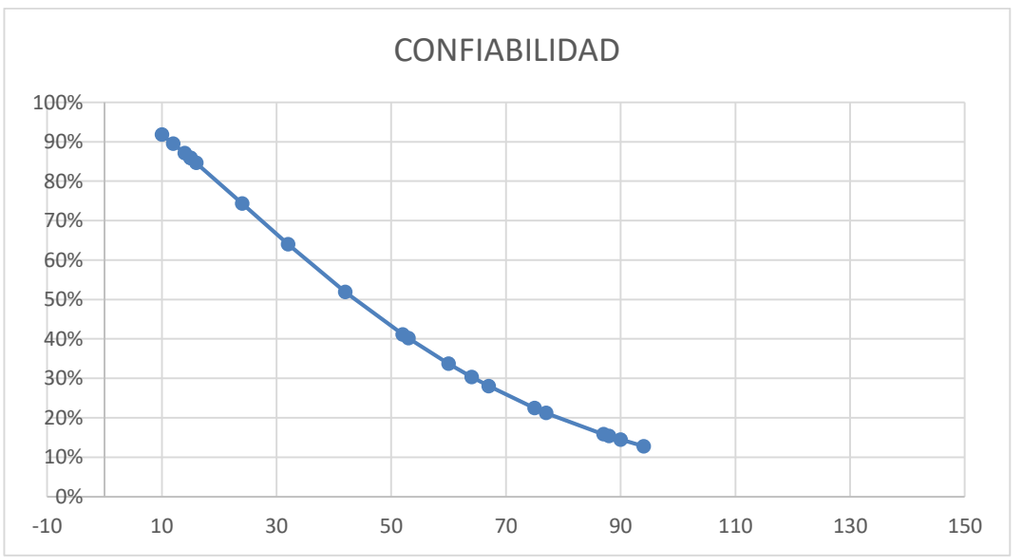


Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 2

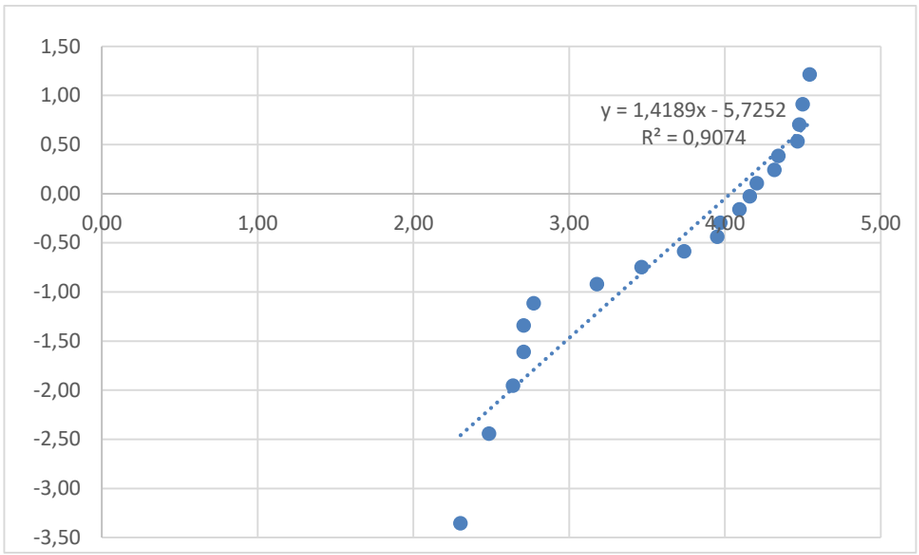


Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 2

beta	1,4189
cte.	5,7252
eta(horas)	56,54

Tabla 2- 21 Resultados Distribución de Weibull Decanter 2

2.3.3.2.1. Conclusión Decanter 2

En el gráfico de confiabilidad se logra visualizar que el equipo va decayendo en confiabilidad, hasta que el tiempo entre fallas se acerca a las 90 horas, mientras más se acerca a las 90 horas de funcionamiento el quipo, la confiabilidad baja.

El parámetro de forma Beta, arroja un valor de 1,4189

Dado que el parámetro de forma (β) de la distribución de Weibull es mayor a 1, esto sugiere que la tasa de falla del sistema o componente en estudio incrementa con el tiempo. Este comportamiento indica que las fallas son más probables a medida que el equipo envejece, lo cual es característico de sistemas sujetos a desgaste o deterioro.

2.3.3.3. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 3

EQUIPO 3					
i	TEF	RM<>F	ln t	ln*ln R	R
1	16	0,03	2,77	-3,35	92%
2	17	0,08	2,83	-2,44	92%
3	24	0,13	3,18	-1,95	85%
4	27	0,18	3,30	-1,61	83%
5	29	0,23	3,37	-1,34	80%
6	29	0,28	3,37	-1,12	80%
7	31	0,33	3,43	-0,92	78%
8	38	0,38	3,64	-0,75	71%
9	47	0,43	3,85	-0,59	61%
10	54	0,48	3,99	-0,44	53%
11	59	0,52	4,08	-0,30	48%
12	78	0,57	4,36	-0,16	31%
13	78	0,62	4,36	-0,03	31%
14	82	0,67	4,41	0,11	28%
15	88	0,72	4,48	0,24	24%
16	92	0,77	4,52	0,38	21%
17	101	0,82	4,62	0,53	16%
18	103	0,87	4,63	0,70	15%
19	107	0,92	4,67	0,91	13%
20	150	0,97	5,01	1,22	3%

Tabla 2- 22 Análisis Datos confiabilidad Decanter 3

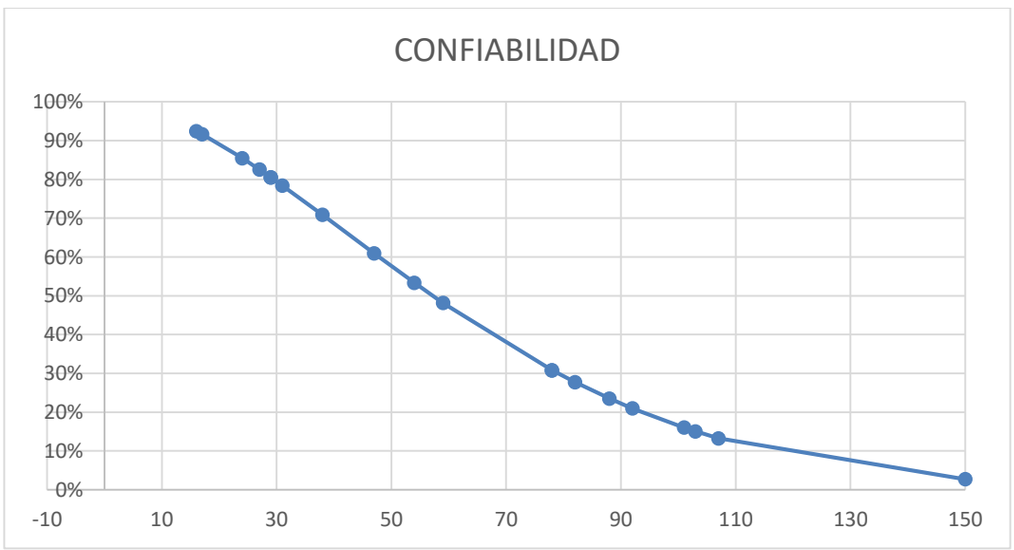


Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 3

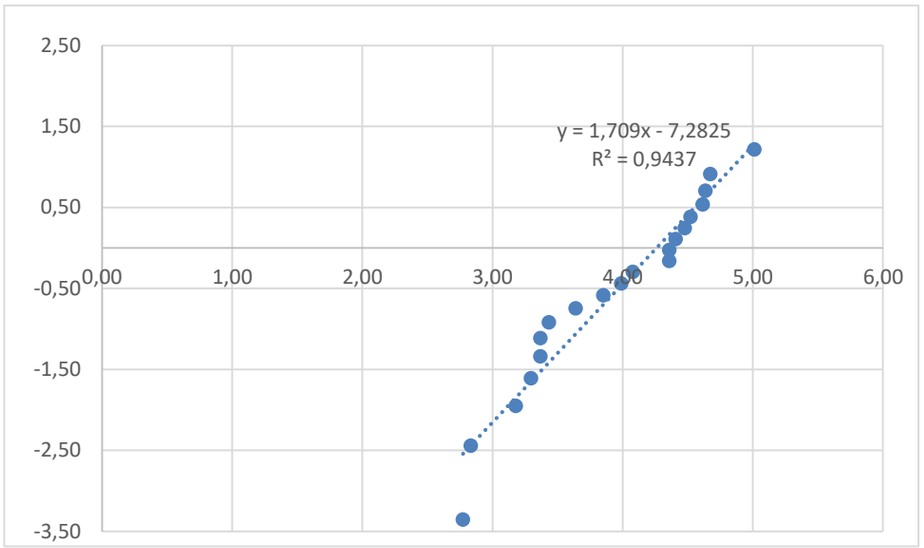


Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 3

beta	1,709
cte.	7,2825
eta(horas)	70,90

Tabla 2- 23 Resultados Distribución de Weibull Decanter 3

2.3.3.3.1. Conclusión Decanter 3

En el gráfico de confiabilidad se logra visualizar que el equipo va decayendo en confiabilidad, hasta que el tiempo entre fallas se acerca a las 94 horas, mientras más se acerca a las 94 horas de funcionamiento el quipo, la confiabilidad baja.

El parámetro de forma Beta, arroja un valor de 1,709

Puesto que el parámetro de forma (β) de la distribución de Weibull es superior a 1, esto implica que la tasa de fallos del sistema o componente analizado aumenta con el tiempo. Este patrón sugiere que las fallas son más frecuentes a medida que el componente envejece, lo que es típico en sistemas que experimentan desgaste o deterioro.

2.3.3.4. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 4

EQUIPO 4					
i	TEF	RM<>F	ln t	ln*ln R	R
1	15	0,03	2,71	-3,35	97%
2	23	0,08	3,14	-2,44	92%
3	33	0,13	3,50	-1,95	84%
4	37	0,18	3,61	-1,61	80%
5	40	0,23	3,69	-1,34	77%
6	43	0,28	3,76	-1,12	74%
7	44	0,33	3,78	-0,92	73%
8	53	0,38	3,97	-0,75	64%
9	60	0,43	4,09	-0,59	56%
10	66	0,48	4,19	-0,44	49%
11	74	0,52	4,30	-0,30	41%
12	78	0,57	4,36	-0,16	37%
13	81	0,62	4,39	-0,03	34%
14	85	0,67	4,44	0,11	31%
15	87	0,72	4,47	0,24	29%
16	98	0,77	4,58	0,38	20%
17	98	0,82	4,58	0,53	20%
18	98	0,87	4,58	0,70	20%
19	107	0,92	4,67	0,91	15%
20	150	0,97	5,01	1,22	2%

Tabla 2- 24 Análisis Datos confiabilidad Decanter 4

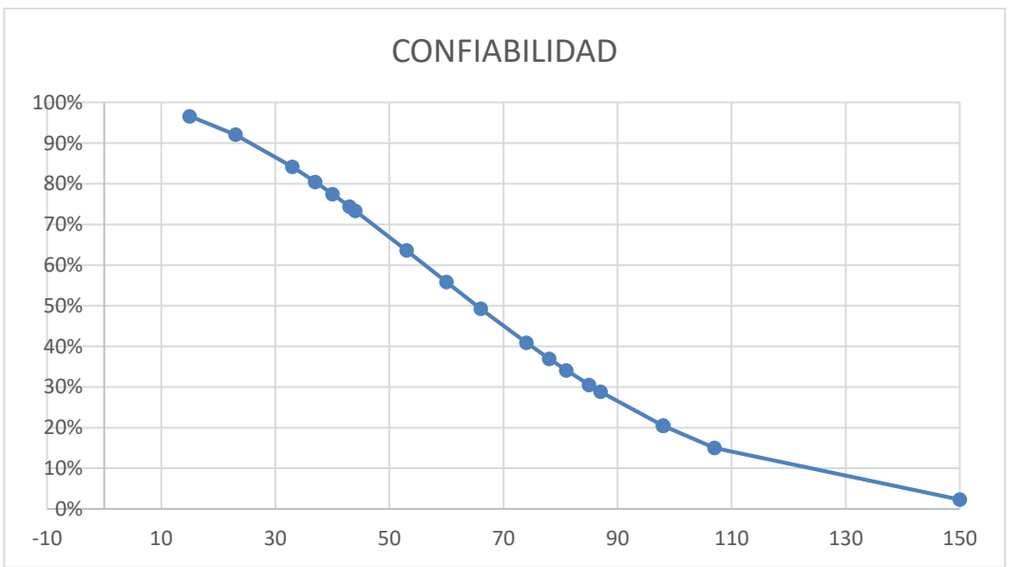


Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 4

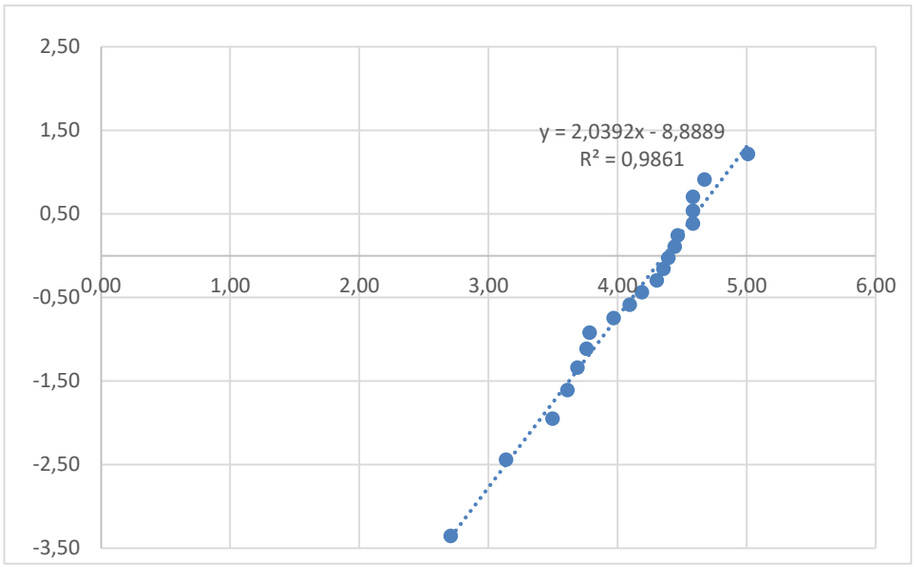


Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 4

beta	2,0392
cte.	8,8889
eta(horas)	78,18

Tabla 2- 25 Resultados Distribución de Weibull Decanter 4

2.3.3.4.1. Conclusión Decanter 4

En el gráfico de confiabilidad se logra visualizar que el equipo va decayendo en confiabilidad, hasta que el tiempo entre fallas se acerca a las 98 horas, mientras más se acerca a las 98 horas de funcionamiento el quipo, la confiabilidad baja.
El parámetro de forma Beta, arroja un valor de 2,0392

El valor 2,0392 indica que la falla del sistema incrementa en el tiempo. Esto sugiere que a medida que pasa el tiempo, las probabilidades de que ocurra una falla aumentan. El patrón de envejecimiento es típico en equipos que experimentan desgaste y desperfecto.

2.3.3.5. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTER 5

EQUIPO 5					
i	TEF	RM<>F	ln t	ln*ln R	R
1	20	0,03	3,00	-3,35	92%
2	22	0,08	3,09	-2,44	91%
3	28	0,13	3,33	-1,95	85%
4	31	0,18	3,43	-1,61	82%
5	31	0,23	3,43	-1,34	82%
6	34	0,28	3,53	-1,12	78%
7	40	0,33	3,69	-0,92	71%
8	42	0,38	3,74	-0,75	68%
9	44	0,43	3,78	-0,59	65%
10	48	0,48	3,87	-0,44	60%
11	53	0,52	3,97	-0,30	53%
12	58	0,57	4,06	-0,16	47%
13	58	0,62	4,06	-0,03	47%
14	74	0,67	4,30	0,11	28%
15	76	0,72	4,33	0,24	26%
16	78	0,77	4,36	0,38	24%
17	80	0,82	4,38	0,53	22%
18	98	0,87	4,58	0,70	10%
19	107	0,92	4,67	0,91	6%
20	150	0,97	5,01	1,22	0%

Tabla 2- 26 Análisis Datos confiabilidad Decanter 5

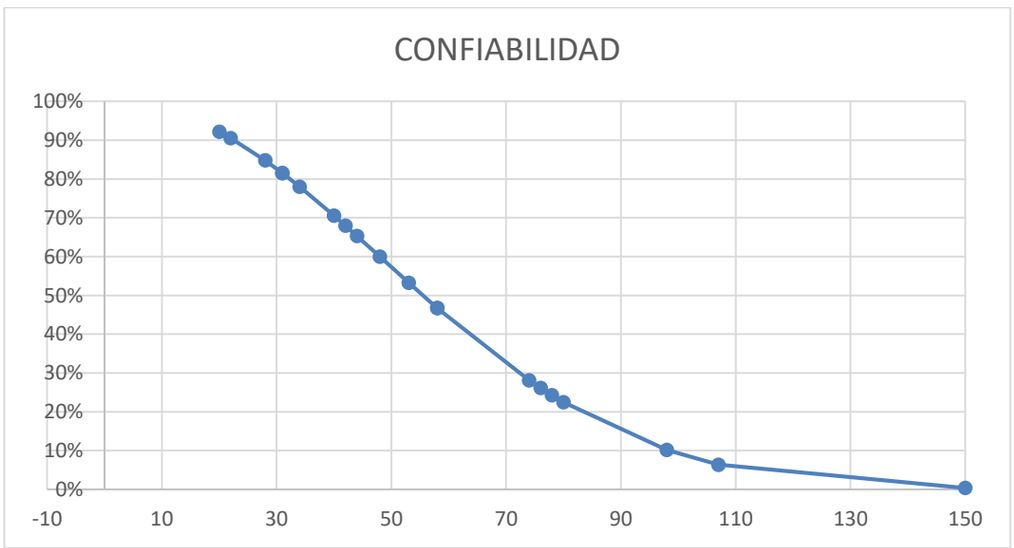


Grafico 2-1 Porcentaje confiabilidad vs Tiempo Decanter 5

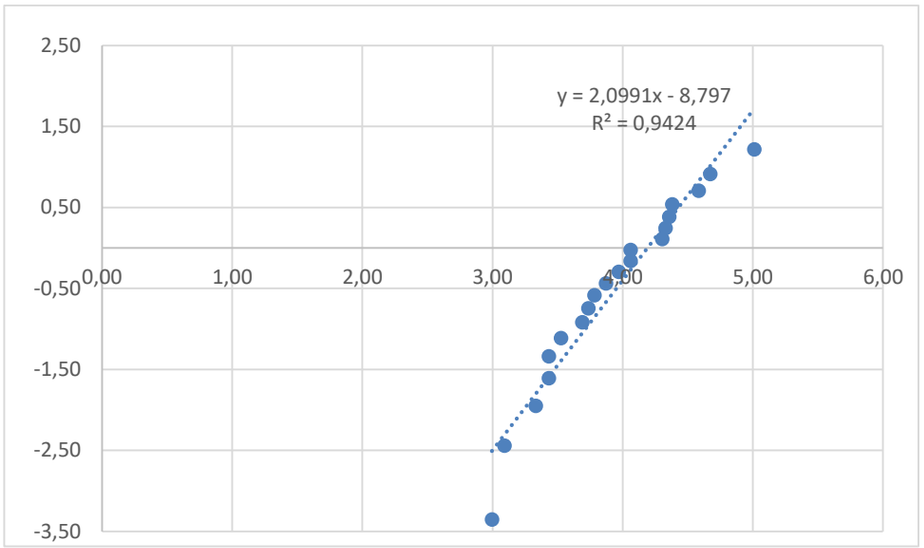


Grafico 2-2 Distribución de Weibull Decanter 5

beta	2,0991
cte.	8,797
eta(horas)	66,08

Tabla 2- 27 Resultados Distribución de Weibull Decanter 5

2.3.3.5.1. Conclusión Decanter 5

En el gráfico de confiabilidad se logra visualizar que el equipo va decayendo en confiabilidad, hasta que el tiempo entre fallas se acerca a las 94 horas, mientras más se acerca a las 94 horas de funcionamiento el quipo, la confiabilidad baja.

El parámetro de forma Beta, arroja un valor de 2,0991
Este valor sugiere que el sistema o componente está sujeto a un proceso de desgaste o deterioro, aumentando la probabilidad de falla con el tiempo, y subraya la importancia de un enfoque proactivo en el mantenimiento para asegurar la confiabilidad y longevidad del sistema.

2.3.3.6. CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DECANTERS

Cuando el tiempo entre fallas de los decanters se acerca a las 90 horas de trabajo, es importante reconocer que existe una mayor probabilidad de que el equipo experimente una nueva falla en el futuro cercano. Este fenómeno se debe a varias razones que están relacionadas a la naturaleza misma de los equipos y el funcionamiento de ellos, como se menciona en las fallas encontradas en los estudios anteriores.

El tiempo entre fallas es una medida de la confiabilidad del equipo, es decir, cuánto tiempo puede funcionar el equipo antes de experimentar una falla. Cuando este tiempo se reduce y se acerca a las 90 horas, puede ser un indicativo de que el equipo está alcanzando su límite de vida útil o está experimentando un deterioro significativo en su rendimiento.

Además, cuando un equipo experimenta una falla, es posible que se generen efectos secundarios o daños adicionales en otros componentes o sistemas relacionados. Estos efectos secundarios pueden aumentar la probabilidad de futuras fallas al comprometer la integridad del equipo y debilitar su capacidad para funcionar de manera eficiente y segura.

En conclusión, cuando el tiempo entre fallas de un equipo se acerca a las 90 horas de trabajo, es crucial estar alerta y tomar medidas proactivas para abordar cualquier problema potencial y evitar futuras fallas. Esto puede implicar realizar un mantenimiento preventivo más frecuente, inspecciones más rigurosas, evaluaciones de riesgo adicionales y considerar la posibilidad de reemplazar o actualizar el equipo si es necesario para garantizar la continuidad de las operaciones de funcionamiento.

2.4. MODELO CONCEPTUAL DE CICLO DE VIDA DEL ACTIVO

El modelo conceptual de ciclo de vida de un activo industrial es una representación conceptual de las diferentes etapas por las que pasa un activo industrial desde su concepción hasta su disposición final. El modelo general que abarca las principales etapas del ciclo de vida de un activo industrial es el siguiente:

Concepción y Diseño:

- identificación de necesidades y oportunidades
- Definición de requisitos y especificaciones
- Diseño conceptual de ingeniería
- selección de tecnologías y materiales

Adquisición y Construcción

- Proceso de adquisición o fabricación del activo
- pruebas y control de calidad
- instalación y puesta en marcha

Operación y Mantenimiento

- Operación regular del activo para cumplir con su función
- Mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar su funcionamiento eficiente y seguro.
- Gestión de activos y planificación de mantenimiento

Operación y Mejora

- Identificación de oportunidades de mejora en la eficiencia, seguridad o rendimiento
- Implementación de modificaciones o actualizaciones para optimizar el rendimiento del activo

Desmantelamiento y Retiro

- Planificación del retiro del activo final de su vida útil
- Desmantelamiento y desmontaje del activo
- Manejo seguro y responsable de los componentes y materiales retirados

Disposición final:

- Evaluación de opciones para la disposición final (reventa, reciclaje, eliminación)
- Cumplimiento de regulaciones y normativas ambientales en la disposición de residuos

Ciclo de recuperación de valor

- Reventa de componentes o partes aún funcionales
- recuperación de materiales valiosos a través del reciclaje

Análisis y Aprendizaje

- Evaluación de los resultados y rendimiento del activo a lo largo de su ciclo de vida
- Identificación de lecciones aprendidas y oportunidades de mejora para futuros activos

La gestión efectiva del ciclo de vida de los activos industriales es esencial para optimizar el rendimiento, prolongar la vida útil, garantizar la seguridad y cumplir con las regulaciones ambientales y de seguridad.

2.4.1. MODELO DE CICLO DE VIDA DE UN ACTIVO FUNDADO EN EL CONCEPTO OPEX

El ciclo de vida de un activo, basado en el concepto de gastos operativos (OPEX), se refiere a las diferentes etapas que atraviesa un activo desde su adquisición hasta su disposición, teniendo en cuenta los costos operativos asociados, el modelo conceptual del ciclo de vida centrado en el concepto de OPEX, es el siguiente:

2.4.1.1. PLANIFICACIÓN Y ADQUISICIÓN

-Identificación de necesidades operativas

-Evaluación de activos disponibles en el mercado

-Desarrollo de presupuestos basados en costos operativos

- Selección y adquisición del activo

2.4.1.2. IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- Instalación y configuración del activo
- Capacitación del personal para su operación y mantenimiento.
- Inicio de las operaciones normales
- Monitoreo de los costos operativos iniciales

2.4.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Ejecución de las operaciones diarias
- Programación y realización de actividades de mantenimiento preventivo
- Respuesta a mantenimientos correctivos cuando sea necesario
- Monitoreo continuo de los costos operativos y optimización

2.4.1.4. ACTUALIZACIÓN Y MEJORA CONTINUA

- Evaluación de tecnologías y prácticas mejoradas
- Implementación de actualizaciones y mejoras
- Ajustes para optimizar la eficiencia operativa
- Evaluación de los costos operativos asociados a las mejoras.

2.4.1.5. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO

- Establecimiento de indicadores clave de rendimiento (KPI)
- Monitoreo constante del rendimiento del activo
- Análisis de los costos operativos en relación con el rendimiento
- Identificación de oportunidades para la reducción de costos

2.4.1.6. DESMANTELAMIENTO Y DISPOSICIÓN

- Evaluación de la obsolescencia del activo
- Desmantelamiento y eliminación adecuada del activo al final de su vida útil
- Consideración de los costos operativos asociados al desmantelamiento
- Posible recuperación de componentes valiosos

2.4.1.7. DOCUMENTACIÓN Y REPORTES

- Mantenimiento de registros detallados de los costos operativos en cada etapa
- Creación de informes periódicos sobre el rendimiento y los costos operativos
- Documentación de lecciones aprendidas y mejores prácticas para futuros activos

Este modelo conceptual del ciclo de vida de un activo basado en OPEX destaca la importancia de gestionar y optimizar los costos operativos en cada etapa para maximizar la eficiencia y la rentabilidad a lo largo del tiempo

2.4.2. ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

Para realizar el análisis de costos en el ciclo de vida de un activo se utiliza la formulación y elementos de Análisis de Costos de Ciclo de Vida (ACCV).

El ACCV es un proceso en el cual se estudia a nivel técnico y económico todos los costos implicados en la vida de un equipo o de un sistema de producción, desde su diseño inicial hasta su reemplazo, con el objetivo de poder comparar equipos y poder seleccionar el que aporte mejores beneficios a la compañía.

El análisis de costos de ciclo de vida se define como una herramienta que permite comparar equipos a través de los costos asociados en un determinado periodo de tiempo. Dentro de estos costos asociados se encuentra los costos de capital inicial, los de operación futuros y el cálculo de sustitución al fin de su vida útil.

Al evaluar los costos del ciclo de vida de un activo de manera adecuada, y en el periodo de vida del equipo apropiado, se puede prever problemas en el diseño y a la vez, cuantificar futuros costos que permitan describir las actividades empleadas sobre el activo. En particular, el propósito al realizar el análisis de los costos de ciclo de vida es obtener información de los costos en función del posible aumento en la tasa de fallos con el fin de que se entregue la mayor cantidad de información posible para la toma de decisiones más conveniente y que asegure la mejor relación costo-beneficio posible. Para continuar con la descripción del ACCV, se hace necesario definir los siguientes conceptos:

2.4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COSTOS

El costo del ciclo de vida se obtiene a través del cálculo de los costos aplicados a cada una de las fases a lo largo del ciclo de vida del activo. Todos los costos que se involucren con el ciclo de vida del activo deben ser incluidos, desde la concepción hasta la eliminación, los cuales son: costos de diseño, costos operacionales, costos de mantenimiento preventivo, costos por falla, etc. Es importante destacar que los costos se clasifican en dos grupos: CAPEX y OPEX

Los CAPEX son costos de capital, en donde se incorpora el diseño, la adquisición, instalación, manual, entrenamiento del personal, etc. Y los OPEX son los costos relacionados a las operaciones, en donde está incluidos la mano de obra, las actividades de operaciones, mantenimiento preventivo y correctivo, contrataciones y desincorporación.

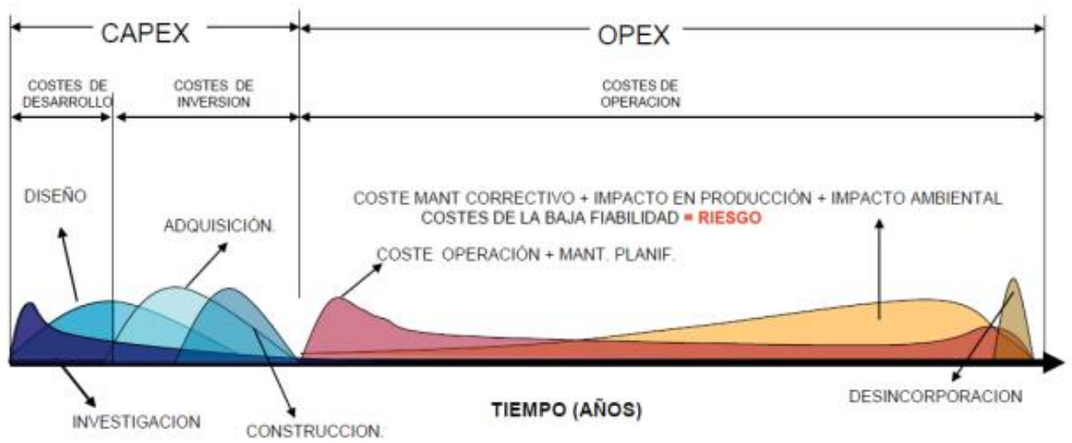


Figura 2-1 Capex y Opex en el tiempo

La Figura 2-2 muestra una posible distribución de los costos CAPEX y OPEX a lo largo de la vida del equipo.

2.4.2.1.1. Tasa de descuento

Es un factor financiero que permite obtener el valor del dinero del futuro en el valor que tiene el dinero en la actualidad. La tasa de descuento permite entregar una comparativa durante el periodo de estudio ante los impactos inflacionarios o efectos económicos.

2.4.2.1.2. Ciclo de vida útil esperado

Se define con técnicas parecidas a la vida humana, como el promedio de años en el que se espera que funcione el activo hasta el overhaul. Es la cantidad de años de duración hasta el fin de su vida útil.

2.4.2.1.3. IPC

Índice de Precios al Consumo. Se describe como un indicador que mide la inflación, es decir, es el valor numérico representativo en donde se reflejan las variaciones del costo de la vida de un periodo a otro.

$$V_f = V_0 \cdot (1 + IPC)^{n-1}$$

Donde:

V_f: *Es el valor final*

V_0: *Es el valor inicial*

IPC: *Es el reajuste del IPC*

n: *Es el periodo actual*

2.4.2.1.4. VAN:

Valor Actual Neto, es un cálculo en donde se obtiene el valor actual de ciertos valores futuros a través de una tasa de descuento. Es decir, es el valor que tiene el flujo de caja futuro equivalente en la actualidad. Esto es de utilidad a la hora de verse en la necesidad de comparar proyectos de inversión. Se calcula como sigue:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

I_0: *Inversión inicial, realizada en* $t = 0$

F_t: *Son los flujos de dinero en cada periodo* t

n: *Es el número total de periodos de tiempo*

k: *Es la tasa de descuento*

t: *Es el periodo actual de tiempo*

2.4.2.2. DESCRIPCION DE APLICACIÓN MODELO DE WOODWARD

El modelo por aplicar para el cálculo del costo de ciclo de vida se basa en el modelo de Woodward del 1997, el cual se describe a continuación:

1. Se establecen las condiciones para operar el equipo y sus modos, es decir, la carga completa, media carga, sin carga.

2. Se identifican las categorías de los costos: adquisición, costos operacionales, mantenimiento programado, mantenimiento mayor, reposición.

3. Se determinan los costos por confiabilidad, es decir, los costos por falla, identificando los tipos de falla y en qué periodo ocurrieron.

4. Identificar categorías que generen mayor impacto y considerar los factores involucrados.

5. En cada categoría se realiza el reajuste correspondiente del IPC. Se precisa la tasa de descuento a aplicar, la cantidad de años a analizar y finalmente, se obtiene el cálculo de los costos a través de un flujo de caja en donde se traen a valor presente con el VAN.

La fórmula que describe el análisis del costo de ciclo de vida

$$ACCV\ (P) = \sum CI + CO + CMP + CTPF + CMM - VR$$

Donde:

$ACCV$: *Costos totales del ciclo de vida , para tasa de descuento* (i) *en un periodo de vida útil esperado.*

CI: *Costo inicial de adquisición e instalación*

CO: *Costos operacionales*

CMP: *Costos de mantenimiento preventivo*

$CTPF$: *Costos totales por falla*

CMM: *Costos de mantenimiento mayor*

VR: *Valor residual del activo al alcanzar el final de la vida útil*

Las categorías de costos operacionales, costos de mantenimiento preventivo, costos totales por fallas son valores obtenidos en el periodo de un año. El costo de mantenimiento mayor o overhaul, será considerado solamente en el periodo en el que fue realizada la actividad. Posteriormente, el análisis se realiza a través de un flujo de caja en donde todos los valores de cada una de las categorías serán reajustados a través del IPC y finalmente se reducirán al Valor Actual Neto.

2.4.3. ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA DE LOS DECANTERS

Para realizar el Análisis de Costo de Ciclo de Vida de los Decanters es necesario obtener datos iniciales que serán resumidos en las siguientes tablas:

La información que se presenta en las tablas ha sido recopilada meticulosamente a partir de dos fuentes principales: los manuales de operaciones de los decanters y el historial de funcionamiento gestionado por la empresa. Estas dos fuentes son fundamentales para proporcionar una visión completa y precisa del rendimiento de los decanters a lo largo del tiempo.

Los manuales de operaciones de los decanters son documentos detallados proporcionados por el fabricante del equipo. Contienen información técnica específica sobre el diseño, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento adecuado de los equipos. Estos manuales son una referencia invaluable que proporciona instrucciones clara sobre como operar y mantener los equipos de manera segura y eficiente.

Por otra parte, el historial de funcionamiento de los decanters es una fuente de datos importante que proviene de la recopilación y el registro sistemáticos de información sobre el rendimiento del equipo a lo largo del tiempo, desde su disposición inicial. Esta información incluye datos de rendimiento, tiempo de funcionamiento de los decanters en condiciones reales de operación.

Al combinar la información de los manuales de operaciones con el historial de funcionamiento, se puede obtener una comprensión más completa del rendimiento de los equipos. Esto permite identificar patrones, tendencias y áreas de mejora potenciales, así como tomar las decisiones informadas sobre el mantenimiento, la optimización y la gestión de los equipos para garantizar su eficiencia y fiabilidad a largo plazo. La integración de estos dos conjuntos de datos también facilita la elaboración de informes y análisis detallados para respaldar la toma de decisiones estratégicas de la empresa.

Punto del manual	Centro cost	Especialidad	Descripcion	Uni	qty	Precio unitari	Precio total	Mano de obra	Modo de falla
Rotor	Repuestos	Mecanico	tornillo	UN	1	USD 9.500,00	USD 9.500,00	Tiempo-Recurso	TORNILLO FLECTADO
Transmisión principal	Repuestos	Mecanico	correa trapezoidal	UN	4	USD 4.058,90	USD 16.235,60	Tiempo-Recurso	CORREAS CORTADAS
Rotor	Repuestos	Mecanico	Tambor	UN	1	USD 6.036,00	USD 6.036,00	Tiempo-Recurso	CARCAZA FISURADA
Rodamiento tornillo transportador	Repuestos	Mecanico	Conjunto rodamientos	UN	1	USD 754,00	USD 754,00	Tiempo-Recurso	RODAMIENTO MAL ESTADO
Unidad lectrica	Repuestos	Electrica	cable	UN	1	USD 150,65	USD 150,65	Tiempo-Recurso	PANTALLA QUEMADA
Rodamiento tornillo transportador	Repuestos	Mecanico	tubo protector	UN	1	USD 150,05	USD 150,05	Tiempo-Recurso	TUBO ALIMENTACION CORTADO
Unidad Electrica	Repuestos	Mecanico	acoplamiento	UN	2	USD 25,63	USD 51,26	Tiempo-Recurso	ACOPLAMIENTO ROTO
Rodamiento principal	Repuestos	Mecanico	retención de anillo en V	UN	1	USD 29,93	USD 29,93	Tiempo-Recurso	SELLO QUEMADO
Montaje del rotor	Repuestos	Mecanico	tornillo	UN	107	USD 5,20	USD 556,40	Tiempo-Recurso	PERNOS CORTADOS

Tabla 2- 28 Costos de los Modos de falla

Para resumir la tabla, fue necesario ubicar los modos de falla en cada componente al que corresponde y visualizarla en el manual de operaciones del que proviene. Como por ejemplo, el modo de falla, tornillo flectado, corresponde al rotor, las correas cortadas corresponden a la transmisión principal, rodamiento en mal estado, corresponde a rodamiento de tornillo transportador y así sucesivamente.

A cada modo de falla se le asigna según historial el precio unitario como repuesto en dólares, teniendo esta información, se puede calcular los costos que van asociados a cada modo de falla.

Para calcular el costo de mantenimiento preventivo anual de los decanters, es necesario considerar algunos elementos, lo que incluye el precio del kit mayor, el que contiene todos los repuestos necesarios para la mantención preventiva, así como el costo del servicio de balanceo para cada decanter.

REPUESTO/SERVICIO	POR DECANTER		POR 5 DECANTER
KIT MAYOR	USD	5.292,480	USD 26.462,40
BALANCEO	USD	1.067,680	USD 5.338,40

Tabla 2- 29 Costos Mantenimiento preventivo

En el contexto de la empresa, se emplea el término “overhoul” para hacer referencia a un proceso de mantenimiento preventivo en el cual se realizan reemplazos de repuestos en los decanters, el lugar de optar por el cambio completo del equipo. Es implica una revisión completa del equipo y la sustitución de piezas especificas según recomendaciones del fabricante y el historial de funcionamiento del decanter.

Al disponer de esta información detallada sobre los componentes necesarios para el mantenimiento preventivo de los decanters, así como el costo asociado al servicio de balanceo, se puede calcular el costo total de mantenimiento preventivo anual para los cinco decanters. Este cálculo incluye la estimación del precio del kit mayor, que agrupa todos los repuestos requeridos para el mantenimiento preventivo, y el costo del servicio de balanceo por decanter.

Es importante tener en cuenta que, en este contexto especifico, el costo de overhoul coincide con el costo de mantenimiento preventivo anual. Esto se debe a que ambos términos se utilizan indistintamente para describir el mismo tipo de servicio de mantenimiento preventivo, que implica la sustitución planificada de piezas y el servicio de balanceo para garantizar el funcionamiento óptimo de los decanters.

Por lo tanto, al calcular el costo de mantenimiento preventivo anual para los cinco decanters, se obtendría simultáneamente el costo de overhoul anual. Esta estimación precisa de los costos de mantenimiento es fundamental para la planificación adecuada del

presupuesto y la asignación de recursos necesarios para garantizar la confiabilidad y eficiencia operativa de los equipos industriales en la empresa.

CATEGORÍA	COSTO (USD)
Inversion inicial 5 decanters	USD 945.887,95
Costo de mantenimiento preventivo anual	USD 31.800,80
Costos por falla	USD 186.628,66
Costos de Overhoul	USD 31.800,80

Tabla 2- 30 Costos totales

La siguiente tabla, resume los costos totales por falla (CTF) por cada decanter, considerando la cantidad de fallas que cada uno experimentó durante el estudio. Los valores tienen directa relación con la cantidad de fallas, sin embargo, se aprecian diferencias de un aumento de 5 fallas en relación a la que menos presenta.

En el caso del Decanter 1 que es el que menos fallas presentó, con el Decanter 5 que aumenta en la cantidad de fallas, lo que implica un aumento de hasta 10.000,00 USD en el costo de fallas.

Aunque la relación de cantidad de fallas por equipo, no necesariamente indica que su costo total por falla sea más elevado, esto se puede apreciar comparando el decanter 1 y decanter 2, en donde el primero tiene una cantidad de 7 fallas y el costo total por las fallas es mayor al costo total de fallas del segundo equipo, que presenta 10 fallas, 3 más que el primero, pero que el costo total de sus fallas es del 22,73% menos.

DECANTERS	FALLAS	CTF (USD)
Decanter 1	7	USD 35.964,76
Decanter 2	10	USD 27.789,04
Decanter 3	8	USD 33.568,18
Decanter 4	9	USD 43.444,62
Decanter 5	12	USD 45.862,06

Tabla 2- 31 Costos totales por falla de cada decanter

2.5. TASAS DE FALLAS

Las fallas forman parte de la vida de un activo y en cualquier momento pueden producirse, pueden aparecer durante su funcionamiento, mientras está en reposo, cuando se solicita que haga una función determinada o incluso mientras se desmantela.

Por tanto, para mejorar la fiabilidad del activo, se debe conocer, cuanto, cuándo y cómo falla el activo y para ello es imprescindible conocer la tasa de fallos (conocida como

lambda λ) que no deja de ser el número de fallos en un tiempo determinado y se aplica la siguiente formula:

$$Tasa\ de\ Fallos\ = \frac{Número\ de\ Fallos}{Tiempo\ (h)}$$

En el gráfico de la curva de la bañera se visualizan las fallas de la siguiente manera:

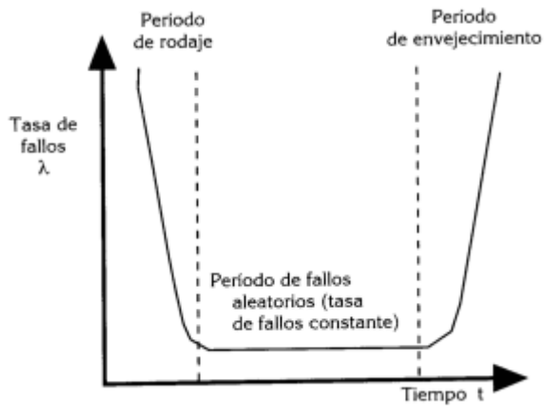


Grafico 2-1 Tasa de falla vs Tiempo

2.6. TASAS DE FALLAS DE LOS DECANTERS

Para calcular las tasas de fallas de los decanters, se aplica la formula, con la información que se ha recopilado para realizar el estudio de modos de falla

2.6.1. DECANTER 1

EQUIPO	FALLAS	HORAS
DECANTER 1	TORNILLO FLECTADO	427
	RODAMIENTO MAL ESTADO	331
	CARCAZA FISURADA	230
	ESTATOR GASTADO	175
	CORREAS CORTADAS	134
	SELLO QUEMADO	85
	PANTALLA QUEMADA	62

2.6.1.1. TASA DE FALLAS DECANTER 1

Datos	DECANTER 1
N° FALLAS	7
TIEMPO EN HORAS	1444
TASA DE FALLAS	0,004847645

Según los datos obtenidos en el estudio, en promedio la tasa de fallas del equipo, a las 1444 de operación horas, corresponde a: TF= 0.004847645

2.6.2. DECANTER 2

EQUIPO	FALLAS	HORAS
DECANTER 2	RODAMIENTO MAL ESTADO	309
	ACOPLAMIENTO ROTO	146
	CORREAS CORTADAS	129
	V/V GASTADA	87
	PANTALLA QUEMADA	77
	SISTEMA DE CONTROL QUEM/	67
	SELLO QUEMADO	64
	FUENTE DE PODER QUEMADA	60
	EMPAQUETADURA QUEMADA	32
	ESTATOR GASTADO	16

2.6.2.2. TASA DE FALLAS DECANTER 2

Datos	DECANTER 2
N° FALLAS	10
TIEMPO EN HORAS	987
TASA DE FALLAS	0,010131712

Según los datos obtenidos en el estudio, en promedio la tasa de fallas del equipo, a las 987 de operación horas, corresponde a: TF= 0.010131712

2.6.3. DECANTER 3

EQUIPO	FALLAS	HORAS
DECANTER 3	CORREAS CORTADAS	259
	ESTATOR GASTADO	210
	RODAMIENTO MAL ESTADO	189
	ACOPLAMIENTO ROTO	178
	ROTURAS PIPING	150
	PERNOS CORTADOS	88
	TORNILLO FLECTADO	82
	FLEXIBLE ROTO	47
	BUSHING GASTADO	47

2.6.3.3. TASA DE FALLAS DECANTER 3

Datos	DECANTER 3
N° FALLAS	8
TIEMPO EN HORAS	1250
TASA DE FALLAS	0,0064

Según los datos obtenidos en el estudio, en promedio la tasa de fallas del equipo, a las 1250 de operación horas, corresponde a: TF= 0.0064

2.6.4. DECANTER 4

EQUIPO	FALLAS	HORAS
DECANTER 4	CORREAS CORTADAS	202
	ACOPLAMIENTO ROTO	183
	CARCAZA FISURADA	176
	ESTATOR GASTADO	159
	V/V GASTADA	138
	RODAMIENTOS MAL ESTADO	132
	CORREAS QUEMADAS	104
	FLEXIBLE ROTO	90
	SELLO QUEMADO	33

2.6.4.4. TASA DE FALLAS DECANTER 4

Datos	DECANTER 4
N° FALLAS	9
TIEMPO EN HORAS	1217
TASA DE FALLAS	0,007395234

Según los datos obtenidos en el estudio, en promedio la tasa de fallas del equipo, a las 1217 de operación horas, corresponde a: TF= 0.007395234

2.6.5. DECANTER 5

EQUIPO	FALLAS	HORAS
DECANTER 5	ACOPLAMIENTO ROTO	223
	ESTATOR GASTADO	158
	CORREAS CORTADAS	123
	VDF QUEMADO	108
	RODAMIENTO MAL ESTADO	105
	TORNILLO FLECTADO	95
	FLEXIBLE ROTO	76
	TUBO ALIMENTACION CORTADO	66
	SELLO QUEMADO	58
	Carcaza fisurada	58
	EMPAQUETADURA QUEMADA	48
	V/V GASTADA	28

2.6.5.5. TASA DE FALLAS DECANTER 5

Datos	DECANTER 5
N° FALLAS	12
TIEMPO EN HORAS	1146
TASA DE FALLAS	0,010471204

Según los datos obtenidos en el estudio, en promedio la tasa de fallas del equipo, a las 1146 de operación horas, corresponde a: TF=0.010471204

2.6.6. TASAS DE FALLAS DE LOS DECANTERS

Conociendo la cantidad de fallas que cada uno ha presentado y las horas en las que se han expuesto, resultando los datos de Tasa de falla de cada decanter en la siguiente tabla:

Datos	DECANTER 1	DECANTER 2	DECANTER 3	DECANTER 4	DECANTER 5
N° FALLAS	7	10	8	9	12
TIEMPO EN HORAS	1444	987	1250	1217	1146
TASA DE FALLAS	0,004847645	0,010131712	0,0064	0,007395234	0,010471204

Es importante tener en cuenta que este cálculo proporciona una medida de la confiabilidad del activo, donde una tasa de falla más baja indica una mayor confiabilidad. Sin embargo, la interpretación precisa de la tasa de falla puede depender del contexto específico de la industria y de las expectativas de rendimiento del activo.

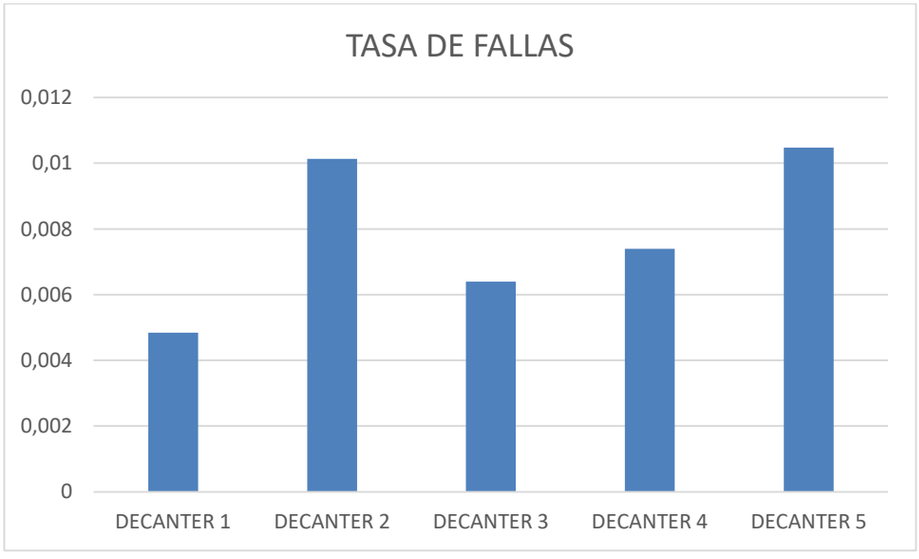


Grafico 2-1 Grafico de barra Tasa de falla

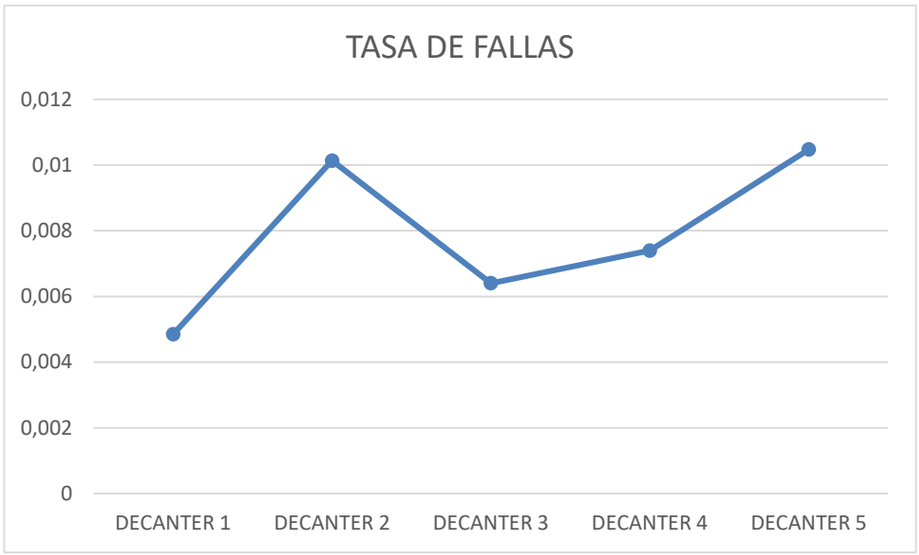


Grafico 2-2 Grafico de linea Tasa de falla

El decanter 1 se destaca por tener la tasa de falla más baja entre los demás equipos, lo que significa que experimenta menos fallas en comparación con los otros decanters, incluso considerando una mayor cantidad de horas de funcionamiento. Esta observación sugiere que el decanter 1 es más confiable y presenta una mejor capacidad para mantenerse en operación durante periodos más largos sin experimentar interrupciones debido a fallas.

Seguidos del Decanter 3,4,2 y 5, que este último es el que presenta mayor fallas.

El que el Decanter 1 tenga una tasa de falla más baja, es una ventaja, ya que ayuda a mantener la continuidad de las operaciones y a reducir los costos asociados con el tiempo de inactividad de las reparaciones.

3. CAPITULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

El análisis de resultados y recomendaciones incluye en una primera parte, las conclusiones recogidas del estudio.

3.1. CONCLUSIONES

El estudio del ciclo de vida de los decanters, ha entregado datos que son importantes para obtener resultados.

Dentro de los análisis, se realizaron tablas con datos obtenidos en la empresa, logrando evaluar el ciclo de vida de los decanters, analizar su costo de operación y de las fallas que presentan en sus procesos.

De los 5 decanters y del historial de fallas de cada uno, se logra obtener un listado de fallas y modos de falla, que aunque los decanters son equipos iguales, las fallas que presentan son distintas entre sí, aun cuando son equipos de las mismas características, estas fallas tienden a repetirse lo que es un indicativo común de fallas.

A modo de síntesis y para realizar una especificación de las fallas más frecuentes en los equipos, se utilizará los datos contenidos en la tabla N°1 y gráfico N|1 del anexo 1.

En el estudio del ciclo de vida de los decanters y su funcionamiento, se identificaron un total de 18 fallas. De estas, 5 se consideran factores comunes de fallas, lo que significa que son problemas recurrentes que afectan el rendimiento de los decanters de manera similar. Entre las 5 fallas comunes, hay 3 que se repiten consistentemente en todos los decanters, esto indica que estas fallas son particularmente prevalentes.

Además, hay 2 fallas que se observan en cuatro de los cinco decanters estudiados. Aunque no son universales como las primeras 3 mencionadas, su frecuencia sugiere que son problemas significativos que deben ser abordados. La repetición de estas fallas es un indicador importante al momento de evaluar la fiabilidad y el rendimiento de los decanters.

La identificación de fallas comunes y recurrentes permite centrarse en áreas específicas para mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos.

Al conocer qué fallas ocurren con mayor frecuencia, es posible evaluar estrategias de mantenimiento más efectivos, para minimizar problemas en el futuro. Además proporciona información valiosa para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de equipos y recursos.

Las fallas que se repiten en 5 decanters son las siguientes:

- Rodamiento en mal estado
- Estator gastado
- Correas cortadas
- Pantalla quemada (excepto en decanter 3)
- Acoplamiento roto (excepto en decanter 1)

De acuerdo con los datos obtenidos del estudio de confiabilidad, los cinco decanters analizados presentan un parámetro de forma (β) mayor a 1. Este hallazgo sugiere que todos los decanters están en una fase de envejecimiento, lo que significa que la probabilidad de fallas aumenta con el tiempo. Este comportamiento es característico de sistemas sujetos a desgaste o deterioro progresivo.
Las implicaciones significativas del estado de envejecimiento de los decanters se mencionan en el anexo 1.

3.2. RECOMENDACIONES

El seguimiento del funcionamiento de cada equipo se realiza a través de un documento impreso que registra las horas de operación, la temperatura que alcanza el equipo y el porcentaje de alimentación de la bomba. Este método, puede presentar limitaciones en términos de eficiencia y accesibilidad de los datos.
Por lo tanto, se sugiere considerar la posibilidad de mejorar el registro del uso del equipo mediante la digitalización de estos documentos.
Implementar un sistema digital no solo facilitaría el seguimiento de las horas de trabajo, sino que también permitiría almacenar y analizar datos de manera más eficiente. Esto no solo mejoraría la precisión de patrones y tendencias que podrían ser útiles para la planificación del mantenimiento y la toma de decisiones.
Además de ello, se recomienda la posibilidad de:

- Instalar un horómetro en cada equipo, el que cumplirá la función de contar las horas en el que el equipo está o estuvo trabajando.
- Instalar flujometros en cada línea de alimentación, para obtener datos precisos del flujo al que trabaja cada equipo, esto para medir porcentaje de solido en la alimentación de los equipos y compararla con el valor al cual fue diseñado.
- Poner filtros en la alimentación de las bombas para evitar daños posteriores de material que no tiene que ver con el proceso.

- Realizar análisis de vibraciones a los decanters, cada temporada del año, o las veces que se requieran.

Los beneficios y estrategias de colocar los equipos mencionados en las recomendaciones, están especificados en el anexo N°2

CONCLUSIÓN

El presente estudio realizado en la planta Blumar S.A. San Vicente Talcahuano, ha demostrado la importancia de adoptar un enfoque integral y basado en datos para la gestión efectiva de activos industriales, particularmente en el caso de los decanters utilizados en el proceso de producción de harina y aceite de pescado.

A través del análisis exhaustivo del ciclo de vida de estos equipos, se lograron identificar los principales factores que influyen en su desempeño y confiabilidad a lo largo de tiempo. Aspectos como el desgaste de componentes, los patrones de falla y los costos asociados al mantenimiento, fueron cuidadosamente evaluados utilizando herramientas de análisis como el FMCA, análisis de Pareto y análisis de confiabilidad.

Los resultados obtenidos en este trabajo han revelado que existen oportunidades significativas para mejorar las estrategias de operación y mantenimiento de los decanters en la plnanta Blumar. En particular, se ha identificado la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo y predictivo más robusto, que permita anticipar y mitigar eficazmente las fallas críticas.

Asimismo, la adopción de tecnologías avanzadas de monitoreo en tiempo real de los equipos, podrías brindar una visión más precisa de su estado de salud y facilitar la toma de decisiones oportunas en materia de mantenimiento. Estas medidas, combinadas con un enfoque sistemático de gestión de activos, no solo extenderían la vida útil de los decanters, sino que también reducirían significativamente los tiempos de inactividad y optimizarían los costos operativos, contribuyendo así a mejorar la competitividad y sostenibilidad a largo plazo de la planta.

En conclusión, el análisis del ciclo de vida de los activos industriales, como el caso de los decanters evaluados, se perfila como una herramienta fundamental para que las empresas del mismo sector y de la industria en general, puedan hacer frente a los crecientes desafíos operativos y económicos. La implementación de las estrategias propuestas en este trabajo representa una oportunidad valiosa para optimizar la gestión de estos activos críticos y fortaleces la posición competitiva de la planra Blumar S.A. San Vicente.

RECOMENDACION

Realizar análisis periódicos de fallas para identificar y abordar proactivamente los modos de falla críticos de los decanters y equipos aledaños.

Aumentar la capacitación del personal en técnicas de mantenimiento predictivos y el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real.

Tener un inventario de repuestos críticos bien gestionado para asegurar una respuesta rápida ante fallas inesperadas.

Poner en marcha un programa de mejora continua que fomente la innovación y la optimización de procesos en e mantenimiento de los equipos.

BIBLIOGRAFIA

BANQUIERO. *Activos intangibles: ¿Qué son?*Activos intangibles: ¿Qué son y por qué son importantes para tu empresa?*

CRUZ CORTÉZ, Nicolás; ZAMORANO DÍAZ, Daniela. do*Universidad de Santiago de Chile*

CASTELA, Francisco. *Curva de la banera*Curva de la bañera* [en línea]

SEGURA GODOY, Francisco. *Confiabilidad y gestión de actividades*Confiabilidad y gestión de activos Uiversidad Andres Bello* Chile.2023

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Javier. *teo*Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado: estrategias predictivas*. España

SEXTO, Luis Felipe. *Conf*Confiabilidad de un activo: Confiabilidad integral de activo*.

PISTARELLI, Alejandro J. *Manual de mantenimiento: Ingeniería, gestión y organización* . Buenos Aires: [Editorial], 2012.

VILORIA, Miguel.*Ciclo de*Ciclo de vida de un activo* [en línea].2022

VIVEROS, Pablo; STEGMAIER, Raúl; KRISTJANPOLLER, Fredy; BARBERÁ, Luis; CRESPO, Adolfo. Gesti*Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. 2013,

ANEXOS

Anexo 1

Fallas comunes Decanters

Fallas comunes Decanters							
Item	fallas	decanter 1	decanter 2	decanter 3	decanter 4	decanter 5	sumatoria
1	Tornillo flectado	x		x		x	3
2	rodamiento en mal estado	x	x	x	x	x	5
3	carcasa fisurada	x			x	x	3
4	estator gastado	x	x	x	x	x	5
5	correas cortadas	x	x	x	x	x	5
6	sello quemado	x	x		x	x	4
7	pantalla quemada	x	x				2
8	acoplamiento roto		x	x	x	x	4
9	v/v gastado		x		x	x	3
10	sistema de control quemado		x				1
11	fuente de poder quemada		x				1
12	empaquetadura quemada		x			x	2
13	roturas piping			x			1
14	pernos cortados			x			1
15	flexible roto			x	x	x	3
16	bushing gastado			x			1
17	VDF quemado					x	1
18	tubo alimentación cortado					x	1

Tabla 1

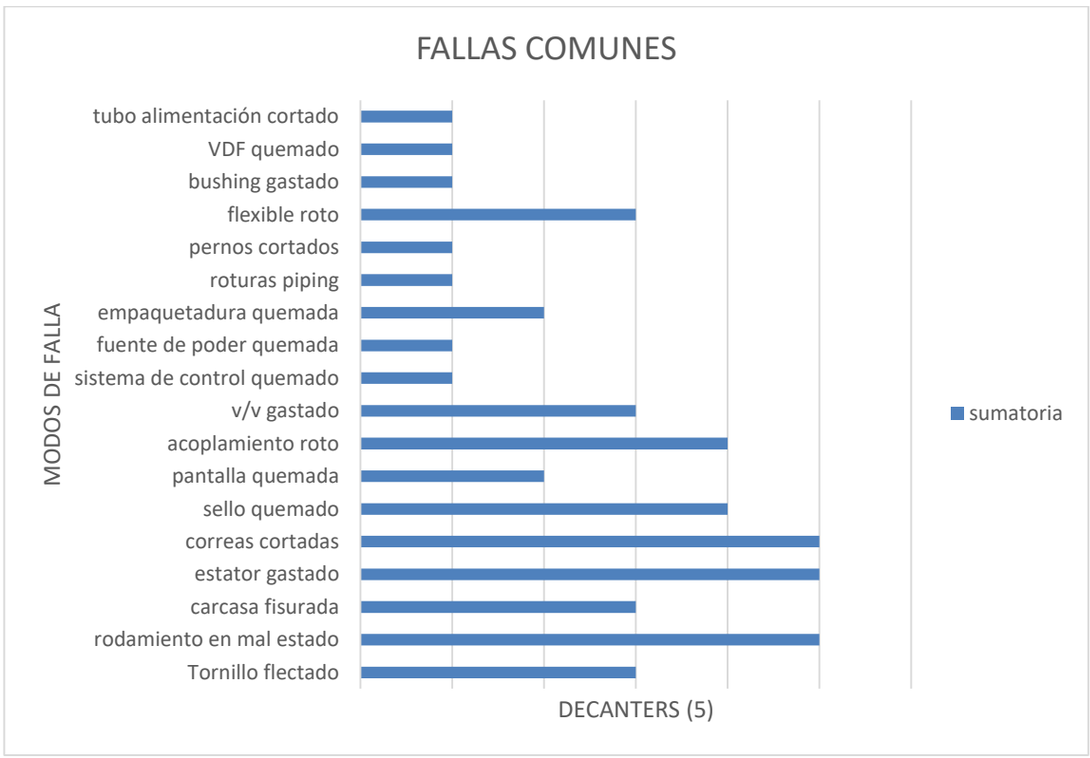


Grafico 1

Implicaciones del estado de envejecimiento

El hecho de que los cinco decanters se encuentren en estado de envejecimiento tiene varias implicaciones importantes para la gestión del mantenimiento y la operación de estos equipos que son:

Incremento de la tasa de falla, la tasa de falla creciente con el tiempo indica que los decanters son más propensos a experimentar fallas a medida que envejecen, esto puede

deberse a factores como el desgaste mecánico, la fatiga de materiales, la corrosión y otros mecanismo de deterioro.

Necesidad de mantenimiento preventivo, dado que la tasa de falla aumenta con e tiempo, es crucial implementar estrategias de mantenimiento preventivo. Esto puede incluir inspecciones regulares, limpieza, lubricación y ajustes de componentes críticos para evitar fallas inesperadas.

Mantenimiento Predictivo, el uso de tecnologías de monitoreo preventivo, como análisis de vibraciones, la termografía, y en monitoreo de condición, puede ayudar a identificar problemas antes de que resulten en fallas. Estas técnicas permiten planificar intervenciones precisas y minimizar el tiempo de inactividad.

Reemplazo de componentes, la planificación del reemplazo de componentes al alcanzar ciertos umbrales de desgaste puede ser una estrategia efectiva para mitigar el riesgo de fallas catastróficas. Esto es especialmente importante para componentes que son críticos para la operación segura y eficiente de los decanters.

Optimizaciín de inventario, mantener un inventario adecuado de piezas de repuestos es esecial para asegurar una respuesta rápida a las fallas. La gestión eficiente del inventario puede reducir los costos operativos y minimizar e riempo de inactividad.

Anexo 2

ESTRATEGIAS QUE PERMITAN MINIMIZAR LA APARICIÓN DE FALLAS

Colocar flujometro

Un flujómetro, es un dispositivo utilizado para medir la velocidad de flujo de un fluido (líquido o gas) en una tubería o sistema de conductos. Estos dispositivos son esenciales en muchas aplicaciones industriales, científicas y de ingeniería para monitorear y controlar procesos que involucran el movimiento de fluidos.

Un flujómetro en un decanter se utiliza para medir y controlar el flujo de líquidos en el proceso de separación de fases, como en la separación de sólidos y líquidos en la industria alimentaria, química, de tratamiento de aguas residuales, entre otras. La elección del tipo de flujómetro adecuado para un decanter depende de varios factores, incluyendo el tipo de fluido, la presencia de sólidos, y las condiciones del proceso.

Los decanters operan bajo principios de separación centrífuga, donde la precisión en el control de flujo de alimentación, descarga de sólidos y efluentes es crucial para su rendimiento y eficiencia. Un flujometro adecuado proporciona datos esenciales para:

Optimización del Proceso, permite el ajuste preciso de las tasas de alimentación y descarga, mejorando la separación y residuos el consumo de energía.

Control de Calidad, asegura la consistencia en la calidad del producto final mediante la regulación del flujo de entrada y salida, evitando variaciones indeseadas en la separación.
Mantenimiento preventivo, facilita la detección temprana de anomalías en el flujo que puedan indicar desgaste o problemas mecánicos, permitiendo intervenciones proactivas.

Instalar horómetro

Un horómetro, también conocido como contador de horas o medidor de horas, es un dispositivo utilizado para registrar el tiempo total de operación de una máquina, equipo o motor. Es una herramienta esencial en la gestión de mantenimiento y en la planificación de servicios de equipos industriales y maquinaria.

Las funciones y usos del horómetro son:
Registro de tiempo de Operación, el horómetro registra y muestra las horas de funcionamiento de un equipo desde que se inicia hasta que se detiene. Esto puede incluir tanto el tiempo de trabajo continuo como los intervalos acumulativos.
Planificación de Mantenimiento, Basado en el tiempo de operación registrado, se pueden planificar y programar las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo. Esto ayuda a prevenir fallas inesperadas y prolongar la vida útil del equipo.
Monitoreo de rendimiento, permite el seguimiento del rendimiento del equipo a lo largo del tiempo, ayudando a identificar cuando un equipo está siendo utilizado de manera óptima o cuando podría ser necesario ajustar o reparar.
Control de Garantía, por lo general los equipos tienen garantías basadas en las horas de operación. Este dispositivo ayuda a llevar registro preciso para fines de garantía y servicio
Un horómetro es una herramienta esencial para la gestión efectiva del mantenimiento y el monitoreo del rendimiento de máquinas y equipos. Al registrar las horas de operación, permite a los operadores y técnicos programar mantenimientos, gestionar garantías y optimizar la utilización del equipo, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa y reducción de costos de reparación inesperados.

Instalar filtros en la alimentación de las bombas

En un sistema que alimenta un decanter, la instalación de filtros antes de la bomba es crucial para proteger la bomba y el decanter de daños causados por partículas grandes y sólidos no deseados.

Importancia de los Filtros en el Sistema de Alimentación del Decanter

Protección de la bomba, previene los daños mecánicos a la bomba causados por partículas grandes y abrasivas.

Optimización del Decanter, Evita la entrada de sólidos grandes que podrían afectar la eficiencia de separación del decanter.

Mantenimiento y Operación, disminuyen la frecuencia de mantenimiento y las reparaciones de la bomba y el decanter, además mejora la confiabilidad y consistencia del proceso de separación.

El filtro que se debería instalar sería uno tipo canasta (Basket Filters), el que consiste con una canasta perforada que atrapa partículas grandes que permiten el paso de fluido. Este filtro es adecuado para capturar solidos grandes en líquidos con baja a moderada viscosidad, es de fácil limpieza y mantenimiento.

Análisis de vibraciones

El análisis de vibraciones es una técnica de mantenimiento predictivo que permite evaluar el estado de las máquinas y equipos industriales. Esta técnica ofrece múltiples ventajas que pueden contribuir significativamente a mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la vida útil de los equipos. Algunas de las ventajas de realizar análisis de vibraciones a los decanters son:

- Detección temprana de fallas, el análisis de vibraciones permite detectar problemas en sus etapas iniciales, antes de que se conviertan en fallas graves, esto incluye la identificación de desequilibrios, desalineadores, fallos en rodamientos y problemas de engranaje, entre otros., La detección temprana de fallas permite planificar las reparaciones necesarias, evitando paradas inesperadas y costosas del proceso.
- Reducción del tiempo de inactividad, al identificar y abordar los problemas de manera proactiva, el análisis de vibraciones ayuda a reducir significativamente el tiempo de inactividad no planificado. Minimizar el tiempo de inactividad es una ventaja ya que mejora la productividad y la eficacia operativa de la planta, asegurando un flujo continuo de producción.
- Prolongación de la vida útil de los equipos, al mantener los decanters en óptimas condiciones mediante la detección y corrección temprana de problemas, se puede

extender su vida útil, al verse prolongada los decanters reducen la necesidad de reemplazos frecuentes, lo que finalmente disminuye los costos.

- Optimización del mantenimiento, esta herramienta, permite programar el mantenimiento basado en el estado real del equipo, en lugar de intervalos de tiempo predefinido, esto solo cuando es necesario, reduciendo los costos y evitando el mantenimiento innecesario.
- Mejora de la seguridad, la identificación temprana de problemas mecánicos ayuda a prevenir fallos catastróficos que pueden poner en riesgo la seguridad del personal y del equipo, esto reduce el riesgo de posibles accidentes laborales y protege tanto al personal como a la infraestructura de la planta
- Reducción de costos de reparación, detectando tempranamente y corrigiendo problemas menores antes que se conviertan en fallos mayores ayudan a reducir los costos de reparación ya que las reparaciones menores y planificadas son generalmente menos costosas que las reparaciones de emergencia y la posible sustitución del equipo completo.
- Mayor fiabilidad y disponibilidad del equipo, al mantener los decanters en condiciones óptimas, el análisis de vibraciones mejora la fiabilidad y disponibilidad del equipo, lo que contribuye a un rendimiento operativo más consistente y confiable.
- Monitoreo continuo, el análisis de vibraciones permite un monitoreo continuo del estado de los decanters, proporcionando datos en tiempo real sobre su funcionamiento, lo que además permite la reacción rápida ante cualquier cambio en el comportamiento del equipo, mejorando la capacidad de respuesta del mantenimiento.
- Base para el análisis predictivo, este análisis proporciona datos valiosos que pueden ser utilizados para prever fallos futuros y planificar acciones preventivas, lo que permite anticipar la toma de decisiones en las medidas para evitar interrupciones operativas.
- Mejora de la calidad del producto, los decanters en buen estado operan de manera más eficiente, lo que mejora la calidad del producto final al asegurar un proceso consistente y preciso, lo que ayudaría a aumentar la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado.

El análisis de vibraciones es una herramienta poderosa y efectiva en el mantenimiento predictivo de los decanters. Al proporcionar una evaluación precisa del estado del equipo, permite detectar problemas temprano, reducir el tiempo de inactividad, prolongar la vida útil de los equipos, optimizar el mantenimiento, mejorar la seguridad, reducir costos de reparación, aumentar confiabilidad y disponibilidad del equipo, permite el monitoreo continuo, apoyar el análisis predictivo y mejorar la calidad del

producto, lo que son sin duda grandes ventajas. Implementar un programa de análisis de vibraciones puede resultar en disminución de costos significativos y en una mayor eficiencia operativa para la planta.