

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA PARA REDUCIR LAS FALLAS DE EQUIPOS Y MEJORAR EL TRATAMIENTO EN LA PLANTA DE MINERA CONDESTABLE S.A.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Marco Guillermo Zegarra Colmenares

Código 20052289

Asesor

Rafael Martín Antonio Aita Ramírez Gastón

Lima – Perú

Diciembre de 2022





**REDUCTION OF EQUIPMENT FAILURES TO
ORE PROCESSING IMPROVEMENT
THROUGH APPLICATION OF FAILURE
MODE EFFECT ANALYSIS AT MINERA
CONDESTABLE S.A**

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	ix
Abstract.....	x
CAPÍTULO I: Antecedentes de la empresa	1
1.1 Breve descripción de la empresa.....	1
1.2 Descripción de sector	6
1.3 Descripción del área.....	8
1.4 Factores de desempeño de mantenimiento	12
1.5 Descripción del problema	12
CAPÍTULO II: Objetivos de la investigación	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
CAPÍTULO III: Alcance y limitaciones de la investigación	15
CAPÍTULO IV: Justificación de la investigación.....	16
4.1 Marco teórico	16
4.2 Definición de mantenimiento.....	18
4.3 Tipos de mantenimiento.....	18
4.3.1Mantenimiento Preventivo	18
4.3.2Mantenimiento correctivo	18
4.3.3Mantenimiento autónomo	19
4.3.4El mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC).....	21
4.3.5Análisis de modos y efectos de falla (AMEF)	22
CAPÍTULO V: DIAGNÓSTICO	24
5.1 Matriz de validación.....	24
5.2 Matriz de priorización	25
5.3 Diagrama de Ishikawa.....	26
5.4 Análisis Causa -Consecuencia	28
5.5 Análisis criticidad de causas	29

5.6	Análisis de Pareto.....	30
5.7	Diagrama de árbol de problemas	32
CAPÍTULO VI: PROPUESTAS Y RESULTADOS		33
6.1	Planteamiento, evaluación y selección de soluciones.....	33
6.2	Desarrollo de la implementación	36
6.2.1	Elaboración y aplicación del formato de Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF)	36
6.2.2	Análisis de criticidad de equipo	37
6.2.3	Listado de fallas de equipos	41
6.2.4	Priorización de fallas.....	42
6.2.5	Matriz de Análisis del Modo y efecto de fallas (AMEF)	43
6.2.6	Cronograma de implementación de acciones recomendadas	48
6.3	Análisis de resultados.....	51
6.3.1	Resultados operacionales	51
6.3.2	Resultados económicos	53
6.3.3	Mecanismo de continuidad	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		58
Conclusiones		58
Recomendaciones.....		59
REFERENCIAS.....		61
BIBLIOGRAFÍA		63
ANEXOS.....		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Matriz de validación de problemas	25
Tabla 5.2 Matriz de priorización de problemas	25
Tabla 5.3 Análisis Causa-Consecuencia.	28
Tabla 5.4 Análisis de criticidad de causas	29
Tabla 5.5 Datos para Diagrama de Pareto	30
Tabla 6.1 Matriz de evaluación de soluciones	33
Tabla 6.2 Criterios de selección	34
Tabla 6.3 Matriz de selección de soluciones	34
Tabla 6.4 Matriz de ponderación de elementos	35
Tabla 6.5 Matriz de ranking de factores	36
Tabla 6.6 Criterios de severidad	37
Tabla 6.7 Criterios de gravedad, ocurrencia y complejidad	38
Tabla 6.8 Matriz de criticidad Planta Concentradora	40
Tabla 6.9 Fallas más relevantes equipos planta concentradora	41
Tabla 6.10 Equipos con número de fallas mayor a 4.....	42
Tabla 6.11 Numero de prioridad de riesgo	45
Tabla 6.12 Toneladas perdidas por diversos factores año 2018 – agosto 2019.....	52
Tabla 6.13 Detalle de inversión propia.	54
Tabla 6.14 Pérdidas en USD por mantenimiento no programado año 2018	55
Tabla 6.15 Pérdidas en USD por mantenimiento no programado año 2019	55
Tabla 6.16 Flujo económico año 2019.....	56
Tabla 6.17 Hoja de verificación de implementación	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Organigrama Corporación Gestión Minera.....	3
Figura 1.2 Mapa de macro procesos de Condestable	6
Figura 1.3 Mapa de procesos del área de mantenimiento de planta	8
Figura 1.4 Organigrama mantenimiento de la planta	9
Figura 1.5 Esquemmatización de la Planta Concentradora	10
Figura 1.6 Esquemmatización de los procesos	11
Figura 1.7 Toneladas producidas Año 2018	13
Figura 5.1 Diagrama de Ishikawa.....	27
Figura 5.2 Diagrama de Pareto	31
Figura 5.3 Diagrama de árbol de problemas.....	32
Figura 6.1 Criterios de asignación de nivel de criticidad y determinación de criticidad.	39
Figura 6.2 Cronograma de implementación de acciones.....	49
Figura 6.3 Evolución de fallas de flota chancadoras molinos y fajas enero 2018-agosto 2019.....	52
Figura 6.4 Toneladas perdidas por mantenimiento no programado 2018- ago. 2019 ...	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Proceso Ejecución de orden de trabajo	65
Anexo 2: Proceso Identificación de trabajos	66
Anexo 3: Proceso Elaboración del presupuesto anual y plan de Mtto.....	67
Anexo 4: Solicitud de Pedidos.....	68
Anexo 5: Listado de fallas de equipos 2018	69
Anexo 6: Modo de fallas.....	77
Anexo 7: Causa, Efecto y control actual (AMEF).....	79
Anexo 8: Acciones recomendadas según NPR.....	81
Anexo 9: Cálculo de la disponibilidad de equipos (Formato antiguo)	83
Anexo 10: Nuevo formato de registro de paradas de equipos (base de datos)	84
Anexo 11 Nuevo formato de cálculo de la disponibilidad de equipos	85
Anexo 12: Nuevo formato de reporte de trabajos diarios digital.....	86
Anexo 13: Formato antiguo de reporte de trabajo manual.	87
Anexo 14: Formato nuevo de orden y reporte de trabajo unificado.	87

RESUMEN

Cía. Minera Condestable S.A es una empresa minera cuyas operaciones se desarrollan en el distrito de Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima, su actividad principal es el procesamiento y comercialización de concentrado de cobre, que se extrae de los yacimientos Condestable, Raúl y Vinchos. (Corporacion de Gestión Minera S.A, 2015)

Dentro de la problemática interna de la empresa existe el incumplimiento de las toneladas de procesamiento presupuestadas del cual el área de mantenimiento planta tuvo un 26.1% de responsabilidad en el año 2018 debido a las fallas de los equipos críticos de producción.

En tal sentido, en el presente informe se aplicaron herramientas de mejora continua para la obtención de soluciones viables a corto plazo que le permitan a la empresa mejorar su resultado operativo y económico.

La acción de mejora que se implementó fue la aplicación del Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF) y desarrollo de las acciones recomendadas.

La implementación de esta solución permitió la disminución de las fallas de la flota de chancadoras, molinos y fajas en un 46,7 %, así como un 41,7% en la pérdida de tonelaje por mantenimiento no programado.

La inversión de la implementación fue de 319 343 USD entre servicios de mantenimiento externo, compra de materiales y repuestos.

El análisis económico arrojó un VAN positivo de 40 338,0 USD y un TIR de 15,3% por encima de la tasa de descuento del 12%.

Palabras clave: Mantenimiento, AMEF, Cobre, Criticidad, Mejora continua.

ABSTRACT

Cía. Minera Condestable S.A is a company whose main activity is to carry out the processing and marketing of copper concentrate, which is extracted from the Condestable, Raúl and Vinchos mining deposits, its operational headquarters is located in the district of Mala, Cañete province, Lima department.

Within the internal problems of the company has the breach of the tons of processing budgeted in which the maintenance area had a 26,1% of responsibility in the year 2018 due to the failures of critical production equipment

In this regard, were applied tools of Kaizen for the obtaining of viable solutions in the short term that will enable the company to improve its operating result and economic.

The improvement action that was implemented was the application of the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and development of the recommended actions.

The implementation of these three solutions allowed the decrease of the crushers, mills and conveyor failures in 46,7% and 41,7% in the loss of tonnage for not programmed maintenance.

The investment was \$319 343 between external maintenance, material and spare parts services.

Economic analysis yields a positive VAN of 40,338.0 USD and TIR of 15,3% above the 12% discount rate.

Keywords: Mantenimiento, FMEA, Cobre, Criticidad, Mejora continua.

Entrega de Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	idoc.pub Fuente de Internet	1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
8	www.americasistemas.com.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	