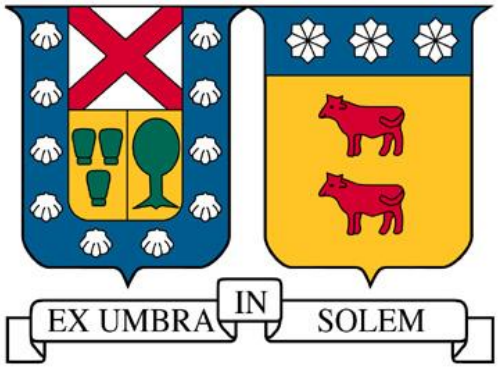
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
VALPARAISO – CHILE



MODELO DE GESTION PARA ACTIVOS FISICOS DE UNA RED OT, BASADO EN ISO 55001. EN SQM DIVISION YODO Y NUTRICION VEGETAL

RUBEN ANTONIO BAEZA DIAZ

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE ACTIVOS Y MANTENIMIENTO

PROFESOR GUÍA : SR. RAUL STEGMAIER

NOVIEMBRE 2025

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título; ☒ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Modelo de gestión para activos físicos de una red OT, basado en ISO 55001 en SQM División Yodo y Nutrición Vegetal

Nombre del candidato(a): Rubén Baeza Díaz

Carrera / Grado: Magíser en Gestión de Activos y Mantenimiento

Campus: Santiago Vitacura **;** **Departamento**: Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Raúl Stegmaier Bravo, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 3-12-25 ; **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03/12/2025 ; **Firma:** Ruben Baeza Diaz

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

KEYWORDS: INDUSTRIA 4.0, MINERÍA NO METÁLICA, GESTION DE ACTIVOS, AUDITORÍA, NCh-ISO 55.001, NCh-ISO 27001, SQM, HACKING ETICO.

Dentro de las Compañías Mineras de Chile se encuentra SQM, líder tanto nacional como internacional en la producción de minerales no metálicos como Yodo, Litio y Fertilizantes, actividades productivas que ha ido en crecimiento en los últimos años y cada vez con más empresas interesadas en participar de este mercado. El desarrollo de una propuesta de Plan de Gestión de Activos Físicos de una Red OT SQM (Sociedad Química Minera de Chile) en su División Yodo Nutrición Vegetal, nace de la necesidad de mantener los sistemas informáticos interconectados y disponibles a fin de generar valor mediante un nuevo modelo operacional basado en la integración de un conjunto de tecnologías que permiten interconectar ecosistemas de innovación entre distintos centros operativos y organizaciones inteligentes en tiempo real. Es esta interconectividad global y el intercambio de datos e información, lo que ha permitido a SQM adaptar y crear nuevos modelos o conceptos de negocio para volverse una organización más competitiva y sobrevivir a un panorama global cada vez más complejo.

La presente Tesina aborda a fondo el escenario actual y futuro de la división Yodo y Nutrición Vegetal en términos del nuevo modelo operacional y el impacto que tiene sobre este, los activos físicos de la red industrial (oT).

El desarrollo de este trabajo está constituido por 5 capítulos, el Capítulo N°1 y 2 se centra en el contexto general de la empresa, exponiendo los antecedentes, organigrama, valores y estructura organizacional de SQM, además del marco teórico que gobierna la investigación. El objetivo de este apartado es entregar un entendimiento de la organización en el proceso de transformación digital de sus operaciones, su desarrollo tecnológico y su participación en el mercado de Minerales no Metálicos, además de definir los principales conceptos relacionados a la gestión de activos, en conjunto con las Normas NCh ISO 55.001 e ISO 27001, utilizadas para el diagnóstico y recomendaciones mediante las auditorías AMS-ISO 55.001, más la auditoria de Hacking Ético, respectivamente.

El Capítulo N°3 define la metodología de cada auditoria, los formatos de sus análisis y conceptualiza la entrega de sus resultados. En particular la auditoria AMS-ISO 55001 se

desarrolla través de la categorización de preguntas que permiten una evaluación cuantitativa del nivel de cumplimiento de la norma. Y la auditoria de Hacking Ético basado en la ISO-27001 se centra en la explotación de vulnerabilidades mediante la metodología de caja gris, más un análisis de riesgos basados en una lista de cumplimiento sobre la gestión administrativa de activos físicos de la red industrial.

El Capítulo N°4, entrega el detalle de los resultados de cada auditoria. Explícitamente expone numéricamente la evaluación cuantitativa de cada una de las 7 categorías respecto de la NCh-ISO 55001 y entrega una visión grafica de las vulnerabilidades detectadas a través de la auditoria de Hacking Ético. Inmediatamente es posible concluir y evaluar las brechas de la organización en relación del cumplimiento de ambas normativas.

Mientras que el Capítulo N° 5 se diseña el Plan de Gestión de Activos a través de la entrega de recomendaciones para su implementación. Estas recomendaciones vienen del análisis de resultados y resume los requisitos que la empresa debe cumplir para el desarrollo de cada auditoria. Además, se describe un ítem para los puntos de atención, donde se centra en un Plan de Mejoras para las puntuaciones más bajas de los sub-elementos. Por último, se presenta una propuesta de indicadores con el objetivo de medir el desempeño del SGA priorizando a través de un roadmap, cada acción propuesta del plan.

INDICE

1. INTRODUCCION 2

1.1. OBJETIVOS 4

1.1.1. OBJETIVO GENERAL 4

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 4

1.2. ALCANCE 4

1.2.1. LA EMPRESA: SQM INDUSTRIAL S.A 4

1.2.2. ORGANIGRAMA VICEPRESIDENCIA YNV 8

1.2.3. CAMBIO ORGANIZACIONAL Y OPERACIONAL 4.0 9

1.2.3.1 Interconectividad ciberfísica de sistemas 10

1.2.3.2 Digitalización y Transparencia de la información. 11

1.2.3.3 Toma de decisiones descentralizada 11

1.2.3.4 Mayor autonomía y flexibilidad de los sistemas ciberfísicos 12

1.2.5. CULTURA LEAN Y LA TRANSFORMACION DIGITAL M1+ 13

1.2.6. IMPLEMENTACION CIO Y SU NUEVO MODELO OPERATIVO 16

1.2.6.1 Dirección de Operaciones y Procesos 17

1.2.6.2 Diseño (dar forma) a Operaciones y Procesos. 17

1.2.6.3 Planificación y Control de Operaciones 18

1.2.6.4 Mejora Operacionales. 19

1.2.7. ACTIVOS DIGITALES, INFORMATICOS Y DE RED 19

1.2.8. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL EN SQM YNV 20

2. MARCO TEORICO 25

2.1. MARCO TEORICO PARA AUDITORIA AMORS - ISO 55001 25

2.1.1. Gestión de Activos 25

2.1.2. Sistema de Gestión de Activos 26

2.1.3. Tipos de Activos 27

2.1.4. Objetivos de la Gestión de Activos 28

2.1.5. Plan de Gestión de Activos 28

2.1.6. Política de Gestión de Activos 29

2.1.7. NCh ISO 55.000 30

2.1.8. Auditoria 32

2.1.9. Auditoria AMS-ISO 55.001: Asset Management Survey-ISO 55.001 33

2.1.10. Categorización para exigencias de la norma ISO 55.001 33

2.1.10.1 Categoría N°4 Contexto de la Organización 33

2.1.10.2 Categoría N°5 Liderazgo 33

2.1.10.3 Categoría N°6 Planificación 34

2.1.10.4 Categoría N°7 Soporte 34

2.1.10.5 Categoría N°8 Operación 34

2.1.10.6 Categoría N°9 Evaluación del Desempeño 34
2.1.10.7 Categoría N°10 Mejora 34

2.2. MARCO TEORICO PARA AUDITORIA DE HACKING ETICO SEGÚN ISO 27.001 36
2.2.1. Hacking Ético 36
2.2.2. ISO 27001-2022 37
2.2.3. Definiciones 38
2.2.4. Tipos de controles 38
2.2.4.1 Controles de detectives. 39
2.2.4.2 Controles reactivos (aka Controles correctivas). 39
2.2.5. ¿Qué se debe auditar? 39
2.2.6. ¿Por qué se deben realizar auditorías? 39
2.2.7. Fases de una auditoria de Hacking Etico 40
2.2.7.1 Fase I: Conocimientos del Sistema. 40
2.2.7.2 Fase II: Análisis de las transacciones. 40
2.2.7.3 Fase III: Análisis de riesgos y amenazas. 41
2.2.7.4 Fase IV: Análisis de controles. 41
2.2.7.5 Fase V: Evaluación de Controles. 41
2.2.7.6 Fase VI: Informe de Auditoría. 42
2.2.7.7 Fase VII: Seguimiento de recomendaciones. 42
2.2.8. Beneficios. 42
2.2.9. Tipos de Ataque 42
2.2.9.1 Denegación de servicio. 42
2.2.9.2 Identificación de contraseña por fuerza bruta. 43
2.2.9.3 Explotación de vulnerabilidades mediante Caja Negra-Blanca o Gris 43
2.2.9.4 Phising. 44
2.2.9.5 Spoofing. 44
2.2.9.6 Ingeniería social. 44
2.2.9.7 OSSTMM (Open-Source Security Testing Methodology Manual). 45
2.2.9.8 ISSAF (Information Systems Security Assessment Framework). 45
2.2.9.9 OWASP (Open web application security Project). 46
2.2.9.10 CEH (Certified ethical hacking). 46
2.2.9.11 Offensive security. 47
2.2.10. Herramientas de Hacking Ético 47
2.2.10.1 Nmap. 47
2.2.10.2 Ncat. 47
2.2.10.3 Ncrack. 48
2.2.10.4 Metasploit framework. 48
2.2.10.5 Matelgo. 48
2.2.10.6 Yersinia. 49
2.2.10.7 Dsniff. 49
2.2.10.8 Ettercap. 49

2.2.10.9 Ike-Scan. ... 49
2.2.10.10 Nessus. ... 49
2.2.10.11 Social engineering toolkit. ... 50
2.2.10.12 Backtrack5. ... 50

3. METODOLOGIA APLICADA ... 52

3.1. METODOLOGIA AUDITORIA AMORS PARRA-CRESPO PARA SQM SEGÚN ISO55001 ... 52

3.2. METODOLOGIA HACKING ETICO PARA SQM SEGÚN ISO 27.001 ... 53
3.2.1. Reconocimiento de Sistemas. ... 53
3.2.2. Análisis y Detección de Vulnerabilidades Mediante Técnica de Caja Gris. ... 53
3.2.3. Análisis de Riesgos del Sistema Basado en ISO 27001. Auditoria de Seguridad. ... 56

4. RESULTADOS ... 59

4.1. RESULTADOS GENERALES AUDITORIA AMS-ISO 55001 DE PARRA Y CRESPO ... 59

4.2. RESULTADOS ESPECIFICOS DE AUDITORÍA AMS-ISO 55.001 ... 61
4.2.1. Resultados para la categoría N° 4 Contexto de la Organización AMS-ISO 55.001 ... 63
4.2.1.1 Requisito 4.1 Comprensión de la organización y su contexto ... 64
4.2.1.2 Requisito 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas ... 65
4.2.1.3 Requisito 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos ... 67
4.2.1.4 Requisito 4.4 Sistema de Gestión de Activos ... 68
4.2.2. Resultados para la categoría N° 5 Liderazgo AMS-ISO 55.001 ... 68
4.2.2.1 Requisito 5.1 Liderazgo y compromiso ... 69
4.2.2.2 Requisito 5.2 Política ... 70
4.2.2.3 Requisito 5.3 Funciones organizacionales, responsabilidades y autoridad ... 72
4.2.3. Resultados para la categoría N° 6 Planificación AMS-ISO 55.001 ... 73
4.2.3.1 Requisito 6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades para el sistema de gestión de activos 74
4.2.3.2 Requisito 6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos ... 75
4.2.4. Resultados para la categoría N° 7 Soporte AMS-ISO 55.001 ... 77
4.2.4.1 Requisito 7.1 Recursos ... 78
4.2.4.2 Requisito 7.2 Competencias ... 79
4.2.4.3 Requisito 7.3 Toma de conciencia ... 81
4.2.4.4 Requisito 7.4 Comunicación ... 82
4.2.4.5 Requisito 7.5 Requisitos de información ... 83
4.2.4.6 Requisito 7.6 Información documentada ... 84
4.2.5. Resultados para la categoría N° 8 Operación AMS-ISO 55.001 ... 86
4.2.5.1 Requisito 8.1 Planificación y control operacional ... 87
4.2.5.2 Requisito 8.2 Gestión del cambio ... 89
4.2.5.3 Requisito 8.3 Subcontratación ... 90
4.2.6. Resultados para la categoría N° 9 Evaluación del Desempeño AMS-ISO 55.001 ... 91
4.2.6.1 Requisito 9.1 Monitoreo, medición, análisis y evaluación ... 92

4.2.6.2 Requisito 9.2 Auditoría 94
4.2.6.3 Requisito 9.3 Revisión por la dirección 95
4.2.7. Resultados para la categoría N° 10 Mejora AMS-ISO 55.001 96
4.2.7.1 Requisito 10.1 No conformidades y acciones correctivas 96
4.2.7.2 Requisito 10.2 Acciones preventivas 98
4.2.7.3 Requisito 10.3 Mejora continua 99

4.3. RESULTADOS GENERALES DE AUDITORIA DE HACKING ETICO SEGÚN ISO 27001 99

4.4. RESULTADOS ESPECIFICOS DE AUDITORIA DE HACKING ETICO SEGÚN ISO 27001 ... 101
4.4.1. Resultados Fase I. Reconocimiento de Sistemas 101
4.4.2. Resultados Fase II. Metodología de Caja Gris Según ISO 27001 102
4.4.3. Resultados Fase III. Riesgos de Seguridad Según ISO 27001 109
4.4.3.1 Riesgos de Seguridad OT de Criticidad Alta 109
4.4.3.2 Riesgos de Seguridad OT de Criticidad Media 110
4.4.3.3 Riesgos de Seguridad OT de Criticidad Baja 110

5. REQUISITOS DEL PLAN DE GESTION DE ACTIVOS. 112

5.1. REQUISITOS DEL PLAN SEGUN AUDITORÍA AMS-ISO 55001 112
5.1.1. Plan de Acción Categoría N° 4 Contexto de la Organización ISO 55.001 113
5.1.1.1. Requisito 4.1 Comprensión de la organización y su contexto 113
5.1.1.2. Requisito 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas 113
5.1.1.3. Requisito 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos 113
5.1.1.4. Requisito 4.4 Sistema de Gestión de Activos 114
5.1.2. Plan de Acción para la categoría N° 5 Liderazgo ISO 55.001 114
5.1.2.1 Requisito 5.1 Liderazgo y Compromiso 114
5.1.2.2 Requisito 5.2 Política 115
5.1.2.3 Requisito 5.3 Funciones organizacionales, responsabilidades y autoridad. 116
5.1.3. Plan de Acción para la categoría N° 6 Planificación ISO 55.001 116
5.1.3.1 Requisito 6.1 Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos 116
5.1.3.2 Requisito 6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos. 116
5.1.4. Plan de Acción para la categoría N° 7 Soporte ISO 55.001 117
5.1.4.1 Requisito 7.1 Recursos 117
5.1.4.2 Requisito 7.2 Competencias 118
5.1.4.3 Requisito 7.3 Toma de conciencia 118
5.1.4.4 Requisito 7.4 Comunicación 119
5.1.4.5 Requisito 7.5 Requisitos de información 120
5.1.4.6 Requisito 7.6 Información documentada 121
5.1.5. Plan de Acción para la categoría N° 8 Operación ISO 55.001 122
5.1.5.1 Requisito 8.1 Planificación y control operacional 122
5.1.5.2 Requisito 8.2 Gestión del cambio 122
5.1.5.3 Requisito 8.3 Subcontratación 123

5.1.6. Plan de Acción para la categoría N° 9 Evaluación del desempeño ISO 55.001 124
5.1.6.1 Requisito 9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación 124
5.1.6.2 Requisito 9.2 Auditoría interna 124
5.1.6.3 Requisito 9.3 Revisión por la dirección 125
5.1.7. Plan de Acción para la categoría N° 10 Mejora ISO 55.001 125
5.1.7.1 Requisito 10.1 No conformidades y acciones correctivas 125
5.1.7.2 Requisito 10.2 Acciones preventivas 126
5.1.7.3 Requisito 10.3 Mejora continua 126

5.2. REQUISITOS DEL PLAN SEGÚN AUDITORÍA DE HACKING ÉTICO ISO 27001 127
5.2.1. Plan de Acción Para el Cumplimiento de la Fase I. 128
5.2.2. Plan de Acción Para el Cumplimiento de la Fase II. 128
5.2.3. Plan de Acción Para el Cumplimiento de la Fase III. Análisis de Riesgos 129

5.3. IMPLEMENTACION DEL PEGA 132
5.3.1. Situación Actual e Impacto Cultural para la Implementación del PEGA. 138
5.3.2. Fuerzas Positivas y Negativas al Cambio. 139
5.3.2.1 Fuerzas Positivas. 139
5.3.2.2 Fuerzas Negativas. 140
5.3.3. Estimación del ESFUERZO que requiere la Implementación del PEGA 141
5.3.4. Estimación del IMPACTO que genera la Implementación del PEGA. 142
5.3.5. Matriz de Priorización del PEGA. 143

5.4. PRIORIZACION DEL PEGA Y CONSTRUCCION DEL ROADMAP 145
5.4.1. Resultados de la Priorización para las Acciones del PEGA 146
5.4.1. Construcción del ROADMAP para la Ejecución del PEGA 152
5.4.2. Temas Estratégicos y Planificacion del PEGA. (Puntos de Atención) 153
5.4.2.1 Plan Estratégico Organizacional del PEGA 155
5.4.2.2 Gestión de Información e Inventario 156
5.4.2.3 Ciclo de Vida del Activo. 157
5.4.2.4 Tipos de Mantenimiento y Análisis del Proceso del Activo 158
5.4.2.5 Presupuesto. Opex y Capex 160
5.4.2.6 Indicadores de Desempeño 160
5.4.2.7 Organigrama y Roles 162
5.4.2.8 Análisis de la Demanda y Tercerización de Servicios 163
5.4.2.9 Estrategia de los Sistemas de Ingeniería 165
5.4.2.10 Gestión de Riesgos y Respuesta ante Emergencias (Fallas o Incidentes). 167

6. CONCLUSIONES 170

7. ANEXOS 174

8. BIBLIOGRAFIA 182

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de Existencia de Requerimiento. 35
Tabla 2. Escala de Aplicación de Requerimiento. 35
Tabla 3. Niveles mínimo-aceptables de cada requerimiento. 36
Tabla 4. IP Hacking Ético 54
Tabla 5. Escala de medición de impacto (CVSS v3). 55
Tabla 6. Escala de medición de probabilidad 55
Tabla 7. Resultado de Puntaje obtenido por auditoría AMS por cada Requisito 60
Tabla 8. Resultados Generales de la Auditoria AMS 61
Tabla 9. Tabla de Resultados para la categoría N°4 Contexto de la Organización 64
Tabla 10. Resultados para la categoría N° 5 Liderazgo 69
Tabla 11. Resultados del Requisito Auditable N°6 Planificación 73
Tabla 12. Resultados para la categoría N° 7 Soporte 78
Tabla 13. Resultados para la categoría N° 8 Operación 87
Tabla 14. Resultados para la categoría N° 9 Evaluación del Desempeño 92
Tabla 15. Resultados para la categoría N° 10 Mejora 96
Tabla 16. Vulnerabilidades Detectadas Según Criterio de Evaluación CVSS v3. 103
Tabla 17. Hallazgos Detectados en Auditoria de Hacking Ético. 107
Tabla 18. Resumen de Acciones Propuestas para la Implementación del PEGA 135
Tabla 19. Categorización del Esfuerzo para Priorizar el PEGA 142
Tabla 20. Categorización del Impacto para Priorizar el PEGA 143
Tabla 21. Resultados (Cantidad) de Tareas por cada Nivel de Prioridad 147
Tabla 22. Propuesta de Indicadores de Desempeño para el PEGA 161
Tabla 23. Principales Actividades Desarrolladas en SQM para Gestionar Activos Físicos de la Red OT 164
Tabla 24. Preguntas del Requisito Auditable “Contexto de la Organización” 174
Tabla 25. Preguntas del Requisito Auditable “Liderazgo” 175
Tabla 26. Preguntas del Requisito Auditable “Planificación” 176
Tabla 27. Preguntas del Requisito Auditable “Soporte” 177
Tabla 28. Preguntas del Requisito Auditable “Operación” 178
Tabla 29. Preguntas del Requisito Auditable “Evaluación del Desempeño” 179
Tabla 30. Preguntas del Requisito Auditable “Mejora” 180
Tabla 31. Escala de Apreciación y Niveles de Madurez de la organización con respecto a los requerimientos ISO 55.001 181

INDICES DE FIGURAS

Ilustración 1. Ubicación de Plantas de SQM..... 7
Ilustración 2. Proceso de producción de nitratos..... 8
Ilustración 3. Organigrama Superintendencia de Mantencion / Área Ingeniería y Confiabilidad.... 9
Ilustración 4. Pirámide de información de modelo based on 14
Ilustración 5. Modelo de arquitectura de malla de información..... 15
Ilustración 6. Relación entre términos claves de la Gestión de Activos..... 26
Ilustración 7. Jerarquía de los Activos dentro del Sistema de Gestión..... 26
Ilustración 8. Procesos de un Sistema de Gestión de Activos..... 27
Ilustración 9. Relación entre los elementos claves de un sistema de Gestión de Activos 29
Ilustración 10. Categorías de la Política de Gestión de Activos..... 30
Ilustración 11. Procedimiento general de implantación de una auditoría..... 32
Ilustración 12. Resultado General por cada Requisito Auditable AMS 60
Ilustración 13. Nivel de madurez a detalle cada Requisito Auditable de la ISO 55.001 63
Ilustración 14. Mapa de Calor Vulnerabilidades Según CVSS V3 108
Ilustración 15. Definición de un entorno confiable para activos de una red OT. 131
Ilustración 16. Recomendaciones básicas para un Sistema de Gestión de Activos Físicos Informáticos o de Red 132
Ilustración 17. Matriz Esfuerzo vs Impacto Priorización PEGA 144
Ilustración 18. Escala de Valorización para la Matriz de Priorización 145
Ilustración 19. Resultados Requisitos Auditoria AMS ISO55001 145
Ilustración 20. Resultados de Tareas Priorizadas para el PEGA..... 147
Ilustración 21. Construcción de un Roadmap para una Gestión de Activos 4.0 152
Ilustración 22. Road Map para la Implementación del PEGA 153
Ilustración 23. Ciclo de Vida de Un Activo. 158
Ilustración 24. Planificacion del Proceso de un Activo Según Consultora McKinsey. 159
Ilustración 25. Características de un Líder para la Gestión de Activos..... 163
Ilustración 26. Medidas de Desempeño para Activos y SGA 167

CAPITULO 1

1. INTRODUCCION

El último tiempo La Minería No Metálica ha acaparado el interés de grandes grupos empresariales a nivel mundial, motivados principalmente por el Litio como elemento indispensable en la electromovilidad y la refinación de metaloides como el Sodio, Yodo, Potasio y el Magnesio para la fabricación de productos de tecnología y fertilizantes de especialidad, siendo Chile un país con grandes reservas y SQM con la mayor concesión de terrenos ricos en estos minerales.

A raíz de dicho interés, hemos sido testigos de los cambios que han sufrido las principales industrias en nuestro país y en particular SQM (Sociedad Química y Minera), para mantener el nivel de competitividad en un mundo cada vez más dinámico, donde la operación tradicional, bajo el concepto de la Industria 4.0, ha desarrollado un modelo operativo basado en la integración de tecnologías innovadoras de la información, las redes y la comunicación en toda la estructura organizacional mediante la interconexión e informatización de los procesos productivos convencionales directos e indirectos. Este nuevo y disruptivo paradigma tiene como objetivo fomentar una red inteligente de productos y procesos para reducir la complejidad de las operaciones y al mismo tiempo aumentar la eficiencia y eficacia. A largo plazo reducir los costos mediante la gestión de datos y la incorporación de la inteligencia artificial como pilares de innovación.

Si bien la digitalización es un motor clave de la cuarta revolución industrial, la integración continua de internet del todo (IoE), permite a las organizaciones diseñar diferentes enfoques, explorar oportunidades y desafíos relacionados con esta transformación digital, en la cual uno de los factores más relevantes es la gestión de activos físicos de los sistemas de comunicación y control de las operaciones industriales. Para ello, la convergencia de medios de producción innovadores con tecnologías digitales de la información y la comunicación promete una eficacia operativa sustancialmente mayor, lo que transforma a los activos informáticos y de redes en esenciales no solo desde la visión de la optimización, sino que incluye dentro del modelo su indisponibilidad y más aún el impacto de su escases u obsolescencia. Este último puede ser aún más relevante si pensamos que la renovación tecnológica avanza con una media de 4 a 5 años. Este desafío requiere de activos cada vez

con mayor capacidad de procesamiento y eleva cada vez más su interconexión con distintos lenguajes de comunicación.

El campo de la gestión de activos, la ISO 55001 proporciona un terreno rico para justificar el desarrollo de políticas que permitan establecer estrategias de operaciones y mantenimiento adecuadas para estos equipos, los cuales, por falta de procesos estandarizados, no siempre son tratados como tal. Basado en escenarios complejos, la ISO 55001 permite establecer modelos basados en recursos más eficientes, garantizando como base la continuidad operativa de los procesos industriales. Teniendo en cuenta que estas estrategias se implementan a través de procesos o programas que definen cómo se hacen las cosas, es importante garantizar que dichos procesos se ejecuten de manera eficiente y al mismo tiempo cumplan con los objetivos y requisitos operativos en términos de costo y disponibilidad. Por lo tanto, su implementación plantea problemas no solo a nivel local, sino que también tiene implicaciones generalizadas en toda la cadena de valor. Con tal fin, aunque las implicaciones de la tecnologización, la digitalización y la informática, en la Gestión de Activos son importantes para la práctica, se reconoce ampliamente que es un tema aún poco vinculado.

Con el fin de contribuir a una mejor comprensión de los impactos resultantes de la implementación de políticas de gobernanza, estrategias de mantenimiento (monitoreo) y modelos para la gestión de activos físicos de una red OT basados en la ISO 50001, proporcionaremos los resultados de una auditoría interna de “Hacking Ético” mediante software NESSUS; una práctica común en las organizaciones actuales, que permitirá medir dicho impacto de manera cuantitativa, además de proporcionar una herramienta de análisis para justificar su implementación. Este artículo pretende contribuir a minimizar esta brecha en la investigación relacionada con dichas tendencias y desafíos en el campo de la gestión de activos físicos informáticos y de redes.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Modelo de Gestión que establezca los requisitos operacionales y de mantenimiento, para Activos Físicos de una Red OT basado en la NCh-ISO 55.001:2014 para la empresa SQM Industrial en su División Yodo Nutrición Vegetal.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el contexto actual de la industria; en particular de SQM respecto de la Gestión de Activos Físicos de los sistemas informáticos y de redes exponiendo una auditoria de "Hacking Ético" mediante Software NESSUS y sus recomendaciones.
- Realizar un diagnóstico mediante la Técnica de Auditoría AMS (Asset Management Survey) del estado actual de la Empresa determinando las oportunidades y su nivel de madurez con respecto a los requerimientos de la ISO 55.001.
- Determinar las acciones de mejora para el desarrollo del Modelo de Gestión de Activos Físicos de la Red OT de la Vicepresidencia de Operaciones Yodo y Nutrición Vegetal, evaluando técnica y económicamente su implementación mediante Indicadores de Calidad y Salud de sus equipos.

1.2. ALCANCE

1.2.1. LA EMPRESA: SQM INDUSTRIAL S.A

SQM es una empresa con presencia en todo el mundo al contar con oficinas comerciales en más de 20 países; con una diversidad de industrias que se presentan con 5 líneas de negocios: Nutrición Vegetal de Especialidad, Yodo y derivados, Litio y derivados, Químicos Industriales y Potasio. Superando los 2 billones de dólares en venta, que permiten que sus fórmulas de negocio lleguen a clientes de 110 países. Alcanzando el liderazgo, a

través de fuertes inversiones. No solo para aumentar su capacidad productiva, sino para capacitar a su personal, realizar investigaciones, mejorar su tecnología y realizar todo tipo de acciones orientadas a comprender las necesidades de sus clientes.

SQM fue creada en 1968, para reorganizar la industria chilena del salitre. Pasó por varias fases: al principio, su propiedad era compartida entre el Estado de Chile y la Compañía Salitrera Anglo Lautaro S.A. Luego, la industria se nacionalizó y quedó completamente en manos del Estado Chileno y, finalmente, en 1983 comenzó su proceso de privatización, que se completó en 1988.

En sus plantas ubicadas en el Norte de Chile, se procesan los recursos naturales como el mineral de caliche y salmueras, los que conforman la materia prima principal para la diversa gama de productos de SQM y que se encuentran en el centro de un proceso de producción integrado y flexible que permite a la compañía, la obtención al mismo tiempo de diferentes productos naturales y complementarios, incluidos los derivados de nitrato.

Con el apoyo de una red comercial internacional y la distribución en diversos países, aliados de negocio, SQM tiene como objetivo proporcionar, mediante sus principales marcas, soluciones empresariales que contribuyen al crecimiento de los negocios de los clientes, y por su extensión, mejorar el negocio agro en los países comprometidos.

La fuerte posición competitiva que SQM mantiene en cada uno de sus negocios se sustenta en los siguientes fundamentos:

Importantes economías de escala en sus distintas áreas de negocio, lo que permite obtener importantes ventajas en costos frente a sus competidores.

Importantes sinergias entre las materias primas: el caliche y las salmueras del Salar de Atacama.

Vastos recursos naturales, cuyas características de ubicación, facilidad de extracción y composición química, los hacen únicos en el mundo.

- Presencia mundial a través de una extensa red de distribución y comercialización.
- Procesos productivos flexibles y complementarios entre sí.
- Participación en mercados con potencial de crecimiento importante.

Para SQM, sus recursos naturales son fundamentales para poder ofrecer los mejores productos y servicios a sus clientes. Por eso, se encuentra en una búsqueda constante de los mejores procesos, las tecnologías más avanzadas y las soluciones más innovadoras, para aprovechar al máximo los recursos disponibles, realizando una explotación sustentable y eficiente a la vez.

SQM entiende que no es posible crecer, si no es de la mano de sus trabajadores y las comunidades que rodean sus plantas. SQM comprende que no es posible desarrollarse, sin tener como prioridad el cuidado del medio ambiente, que es donde nacen sus recursos. Por eso, busca equilibrar todos estos elementos indispensables, para avanzar junto con ellos, en armonía, hacia el futuro.

El Desierto de Atacama, ubicado entre la Primera y Segunda Región de Chile, es el inmenso escenario donde se encuentran sus nueves plantas productivas. Ahí, SQM cuenta con acceso exclusivo a reservas naturales de incomparable magnitud y calidad: las reservas de yodo y nitrato más extensas que se conocen en el mundo y las más altas concentraciones de litio y potasio de las que se tenga registro en la actualidad.

Los depósitos de SQM no tienen paralelo en el mundo. Y ahí, desde sus reservas de caliche y salmueras, la compañía obtiene los productos en los que se basan sus fórmulas de negocio, uno de los valores que sustentan su liderazgo en sus tres principales líneas de negocio: Nutrición Vegetal de Especialidad, Yodo y derivados, Litio y derivados, Químicos Industriales y Potasio.

Ilustración 1. Ubicación de Plantas de SQM

Fuente: Reporte Sostenibilidad SQM 2024. P06

Los depósitos minerales de caliche, ubicados en el norte de Chile, son los mayores que se han descubierto y la única fuente de nitratos naturales comercialmente explotada en el mundo.

El caliche se encuentra bajo una capa de material de sobrecarga de un espesor de entre 0.5 y 2.5 metros, en estratos de mineral que pueden tener desde 0.2 hasta 5 metros de potencia. Las concentraciones de mineral en el caliche varían entre una mina y otra. En total SQM explota anualmente del orden de 30 millones de toneladas de caliche.

La sobrecarga del caliche es removida con bulldozers. Posteriormente, con cargas explosivas, se quiebra el mineral que es instalado sobre camiones por cargadores frontales. En el caso de Pedro de Valdivia, los camiones acarrean y acumulan el mineral sobre pilas o stock cercanos a estaciones ferroviarias temporales, donde se carga sobre carros para ser llevado a la planta. En el caso de María Elena, Nueva Victoria y Pampa Blanca (ubicada en Sierra Gorda), el mineral se lixivia en pilas, obteniendo soluciones destinadas en primer término a la producción de yodo. Posteriormente, se transportan a pozas de evaporación solar

donde se cristalizan sales con alta concentración de nitrato, que son transportadas por camión a las plantas de Coya Sur, donde se utilizan como insumo en la producción de nitrato de potasio.

Ilustración 2. Proceso de producción de nitratos.

Fuente: Reporte Sostenibilidad SQM 2024. P08

En las plantas, el caliche se muele mecánicamente hasta alcanzar un tamaño de aproximadamente media pulgada. Entonces, se transfiere a una planta de lixiviación en bateas donde se extraen sus contenidos de nitrato y yodo.

La empresa tiene los derechos de exploración o derechos de explotación de reservas minerales, las cuales representan más de 2.145.000 hectáreas. Se cuenta con seis minas, que abarcan un área de 384.000 hectáreas. De estas seis minas, cuatro están siendo explotadas y dos se encuentran sin operaciones en la actualidad. A la vez, se han enviado solicitudes para contar con los derechos de exploración y explotación para más de 444.000 hectáreas adicionales.

1.2.2. ORGANIGRAMA VICEPRESIDENCIA YNV

La presente Tesina, es desarrollada desde el interior del Organigrama. Específicamente en el área de Automatización y Control, dependiente del Departamento de Ingeniería de Mantenimiento y a su vez de la Superintendencia de Mantención. Para alguien

externo a la organización esta dependencia puede resultar fuera de lo común, pero tiene un origen y es que el área de Ingeniería gobierna la gestión del cambio. A partir de este objetivo se construye sinérgicamente el Departamento cuyo horizonte jamás pierde la visión del negocio. De esta manera desde la medula de la Confiabilidad, los ACR y sus soluciones de control son materializadas por un equipo multidisciplinario entre los cuales se encuentra el área de Automatización y Control, quienes tienen como responsabilidad mantener disponibles e interconectados todos los dispositivos físicos que gobiernan la red OT.

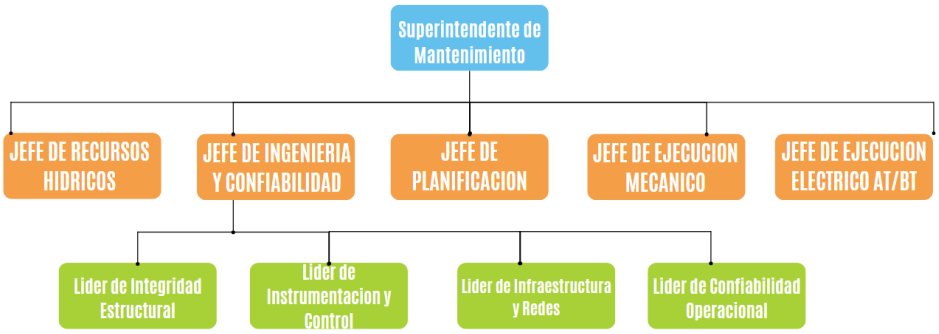


Ilustración 3. Organigrama Superintendencia de Mantencion / Área Ingeniería y Confiabilidad.

Fuente: Elaboración Propia

1.2.3. CAMBIO ORGANIZACIONAL Y OPERACIONAL 4.0

El término Industria 4.0 fue acuñado en SQM como parte de una hoja de ruta estratégica diseñada por la empresa consultora McKinsey durante una consultoría solicitada el año 2018 por el directorio de la compañía, a fin de establecer una nueva fórmula comercial mediante una reestructuración de las unidades de negocio para fortalecer la competitividad de la industria a través de la digitalización de procesos, entre otros. Aunque los términos «Industria 4.0» o «cuarta revolución industrial» no fueron plenamente aceptados de forma inmediata al interior de la organización, no hay duda de que un cambio disruptivo de procesos y operaciones tuvo lugar a escala global debido a dicha transformación digital, tanto así que el año 2020 se forma un área anexa a los Agentes de Cambio de LEAN M1, área denominada “Transformación Digital M1+” de lo cual hablaremos más adelante.

Estos cambios dan como resultado una nueva tendencia de operaciones basada en la integración de un conjunto de tecnologías que permiten interconectar ecosistemas de innovación entre distintos centros operativos y organizaciones inteligentes en tiempo real. Es esta interconectividad global y el intercambio de datos e información lo que permite a SQM adaptar o crear nuevos modelos y conceptos de negocio para volverse una organización más competitiva y sobrevivir a un panorama global cada vez más complejo. Considerando el paradigma de la Industria 4.0, el año 2021 se logran identificar cuatro principios de diseño y tendencias tecnológicas claves relacionados con la transformación digital actual de las operaciones en la Vicepresidencia de Operaciones de Yodo y Nutrición Vegetal en las faenas de Nueva Victoria y Coya Sur, a saber: interconexión, información, descentralización y flexibilidad. Esta nueva visión, da lugar a la incorporación del Centro Integrado de Operaciones (CIO) el cual comienza a ser conceptualizado el mismo año y viene a generar la necesidad de mantener los activos físicos informáticos y de redes no solo disponibles, sino que interconectados de acuerdo la capacidad de procesamiento de cada activo, cuya presión por la disponibilidad u obsolescencia generaran la necesidad de un modelo de gestión mucho más robusto debido además a su amplia cobertura geográfica, cuya interconectividad está hecha sobre una carretera de fibra óptica (FFOO) de más de 100 kmL y más de 200 antenas inalámbricas, en proceso de expansión hasta el día de hoy.

1.2.3.1 Interconectividad ciberfísica de sistemas

Considerando el amplio alcance de la interconectividad digital, resultante de la combinación de IoT (Tecnología Operacional o de Maquinas) e IiT (Tecnología de la Información o Internet de las personas). Un principio clave del nuevo paradigma digital es que la interconectividad ciberfísica tiene lugar entre sistemas de personas, dispositivos y/o máquinas. En SQM en particular existe una diferenciación entre la red oT e iT siendo esta ultima la red corporativa donde se trafican datos desde los servidores centrales de las distintas plataformas y software ERP de administración de variables discretas que podríamos identificar como de origen HUMANO utilizados para la gestión de personas, análisis de laboratorios, inventarios de materias primas, gestión de repuestos, gestión de mantenimiento, entre otros. A través de esta digitalización, los objetos y las personas interconectados pueden compartir información mediante tres tipos de colaboración: colaboración entre humanos,

colaboración entre humanos y máquinas y colaboración entre MAQUINAS, siendo estos últimos datos esenciales para la toma de decisiones en línea desde el Centro Integrado de Operaciones y cuyo tráfico es a través de la red oT, siendo en su mayoría variables continuas. Ambas redes se intercambian datos utilizando reglas de reconocimiento a través de las políticas de firewall en sus servidores locales.

1.2.3.2 Digitalización y Transparencia de la información.

La interconectividad ciberfísica de sistemas antes mencionada permite una nueva forma de transparencia de la información. Los gemelos digitales resultantes de la copia virtual de sistemas del mundo real permiten la simulación y optimización de procesos (apoyando la toma de decisiones en tiempo real), así como el monitoreo y control de sistemas. En SQM la información contextualizada y customizada es indispensable para respaldar la toma de decisiones adecuada mediante recomendaciones operacionales a través de dos modelos o sistemas de información; los gemelos digitales y los sistemas físicos. Inclusive la combinación de ambos sistemas de mediante soluciones de software adecuadas permite un nivel de transparencia donde los datos pueden recopilarse y procesarse, permitiendo el suministro de información en tiempo real operativa crítica para optimizar los procesos. Ejemplo de esto son las soluciones de software GProms Formulate Products de SIEMENS para optimizar la producción mediante la simulación de variables químicas de las materias primas, inventario y variables operacionales en tiempo real o el software desarrollado de forma interna mediante PYTHON “Control Tower” que optimiza los procesos de compras de repuestos identificando su origen, familia, marca, modelo, proveedor, stock u otros y genera recomendaciones de compra para optimizar su costo.

1.2.3.3 Toma de decisiones descentralizada

Tanto la interconexión de sistemas como la transparencia de la información conducen a la capacidad de producir una toma de decisiones descentralizada. Esta descentralización, respaldada por información local y global, ha permitido en SQM modelos de decisión y soluciones de software más sólidos, aumentando así la productividad y la eficiencia generales. La información contextual alimentada en tiempo real también ha permitido la toma de decisiones automatizada y el monitoreo y control autónomos de sistemas del mundo real.

En SQM este concepto se cumple con la incorporación del Centro Integrado de Operaciones (CIO) inaugurado el año 2023, descentralizando la toma de decisiones a nivel de Planta desde los sistemas de control convencionales como Scada o Historizadores, hacia la generación de recomendaciones Operacionales, Mantenimiento, de Proceso, Logísticas, Control de Inventarios y Comerciales, mediante la habilitación del Software PI System de AVEVA para la gestión de datos, con toda su multiplicidad de plataformas de visualización, simulación y reportabilidad, haciendo de la toma de decisiones un proceso transparente, escalable y con visibilidad en todos los niveles de la organización.

1.2.3.4 Mayor autonomía y flexibilidad de los sistemas ciberfísicos

La información y la comunicación contextuales permiten que las máquinas y/o dispositivos inteligentes se adapten de manera flexible a datos dinámicos del mundo real (flexibilidad de máquinas o dispositivos). Este mismo concepto SQM lo aplica a la diversidad (calidad y costo) de las materias primas, las demandas del mercado fluctuantes, o también a los pedidos personalizados (flexibilidad de producción). Además, en el aspecto humano, la automatización y la toma de decisiones descentralizada ha permitido un cambio de rol de la fuerza laboral actual. Por lo tanto, desde una simple posición de operador de máquina, las personas actúan como supervisores de sistemas o tomadores de decisiones estratégicas y solucionadores de problemas, lo que resulta en flexibilidad humana con una mayor interacción y compromiso con los objetivos del proceso. Por lo tanto, una interconectividad ciberfísica general de personas, dispositivos y máquinas ha contribuido a la agilidad y flexibilidad de los sistemas de producción, aumentando la eficiencia de los procesos productivos. La tendencia operacional en SQM es que el Operador o Mantenedor de Planta tome decisiones basado en reglas operacionales o de mantenimiento definidas en el modelo a través de los tableros de gestión digitalizados, dejando las decisiones estratégicas (logísticas y comerciales) a los Supervisores y Jefes de Área. Forzando un modelo combinado de competencias y habilidades que las personas van desarrollando durante el ejercicio de sus funciones o bien mediante especialización en herramientas digitales.

Sumado a lo anterior la introducción de un CIO o GIO a los modelos operacionales convencionales, ha presionado aún más por mantener la interconexión de dispositivos, máquinas y personas dentro del proceso productivo, siendo estos los encargados de generar

recomendaciones operativas y de negocio en tiempo real, además de mantener conectada toda la cadena de valor de la compañía; desde el suministro de materias primas hasta los procesos de embarque y oficinas comerciales. De esta manera los "Enterprise" operacionales son cada vez más comunes, inclusive en pequeñas industrias, por ende, la necesidad de mantener los activos físicos informáticos y de redes 100% disponibles, se vuelve una prioridad en SQM y en la industria moderna.

1.2.5. CULTURA LEAN Y LA TRANSFORMACION DIGITAL M1+

Teniendo en cuenta todas las características y atributos previstos para las fábricas inteligentes, se puede observar que la mayoría de los sistemas de producción existentes en la organización aún no están preparados para la Industria 4.0. De acuerdo con este paradigma SQM ha impulsado "La Transformación Digital" a través de la política de desarrollo sostenible, siendo uno de sus principales valores, e impulsando un modelo de desarrollo tecnológico mediante la implementación de soluciones innovadoras y fomentando la interacción entre diferentes disciplinas técnicas relacionadas con este objetivo. Además, SQM ha centralizado la gestión de datos a través del área llamada LEAN M1+, donde los agentes de cambio reportan a la Vicepresidencia el avance del proceso de transformación digital desde 4 pilares: Interconectividad, Digitalización, Descentralización y Flexibilidad. Su objetivo principal es automatizar la reportabilidad en PI Systems y promover el uso de las herramientas digitales para emitir recomendaciones operacionales desde y hacia el Centro de Operaciones. De manera transversal se han dispuesto de células de trabajo con cada una de las áreas para crear tableros de gestión de datos e implementar software customizados para la simulación de procesos o materializar herramientas digitales que permitan optimizar los procesos en toda la cadena de valor del negocio, siendo entre ellas las más utilizados los gemelos digitales, dashboard de KPI (Enterprise), video analítica y machine learning mediante la simulación de bases de datos. De acuerdo con esta estrategia centrada en la filosofía de Kagerman et al. [9], las fábricas futuras deben desarrollarse teniendo en cuenta la necesidad de una personalización ágil y una individualización flexible. SQM ha llevado a cabo un proceso de transformación digital exitoso en toda su cadena de valor.

La interconectividad de los sistemas de producción ciberfísicos ha sido la base de las fábricas inteligentes y de SQM en particular; permitiendo la gestión combinada de datos del sistema general, así como de cada uno de sus componentes integrados. Estos datos son gestionados eficazmente mediante sistemas de producción inteligentes para adaptarse a los requisitos y atributos de cada pieza, lo que influye en la carga de trabajo del sistema y, al mismo tiempo, se ajusta a través de una transmisión en vivo de datos directamente desde el cliente hacia un centro operativo o un dashboard de KPI encargado de generar recomendaciones tanto operacionales como de logística de carácter estratégico para el negocio.

Actualmente, desde el punto de vista de la gestión de datos, SQM y la mayoría de las fábricas están estructuradas jerárquicamente desde el nivel de planta hasta el nivel de planificación de recursos empresariales de acuerdo con la pirámide de información de automatización presentada en la Fig. 1. Esta arquitectura muestra que, en tal disposición, sólo los miembros de segmentos contiguos pueden intercambiar información, lo que lleva a una disminución del tiempo del ciclo de datos de arriba a abajo, de acuerdo con la cantidad de información transferida.

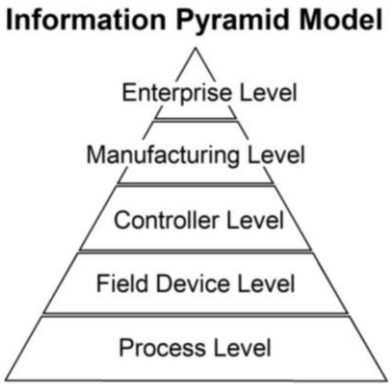


Figure 1: Information pyramid model, based on [12]

Ilustración 4. Pirámide de información de modelo based on

Fuente: *Paper Ethical Hacking Process. Universidad Piloto de Colombia. Rodríguez Edwin. 2010. P03*

Sin embargo, considerando que en un paradigma de Industria 4.0 todos los miembros de la cadena de valor pueden conectarse e intercambiar información entre sí, se requieren numerosos nodos de contacto intermedios para que el flujo de dichos datos se produzca en

tiempo real. Vogel-Heuser proponen un modelo de comunicación para el nuevo paradigma de fabricación digital basado en una arquitectura de malla. En este modelo, la pirámide de comunicación (Fig. 1) se transformará para integrar nodos y mecanismos intermedios para detectar y conectar personas, productos y dispositivos para intercambiar datos e información. En dicho modelo (Fig. 2), las interfaces de comunicación intermedias permiten la comunicación y el procesamiento de datos en una arquitectura de malla dedicada e individualizada, pero interconectada.

En un modelo de arquitectura de malla, los sistemas de producción necesitan interfaces de comunicación dedicadas para adquirir e intercambiar datos con todos los usuarios y dispositivos ciberfísicos conectados. Las interfaces externas se utilizan en sitios de producción que permiten la interacción del usuario como interfaces hombre-máquina (SCADA - HMI), mientras que las interfaces internas se utilizan generalmente para funcionalidades de proceso y control. Por ende, para que esta cadena de valor no sea interrumpida, los activos físicos que las unen deben estar 100% operativos y disponibles, para casos más específicos o críticos con un cierto nivel de redundancia y con un nivel de respuesta ante su remplazo casi imperceptible.

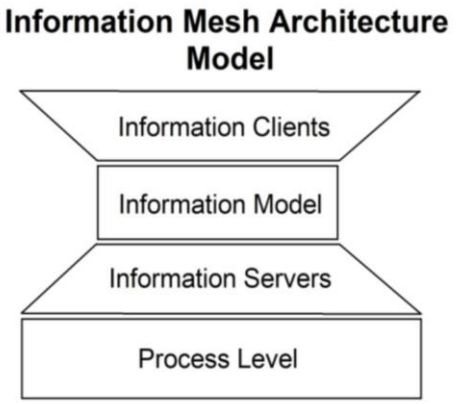


Figure 2: Information mesh architecture model, based on [14].

Ilustración 5. Modelo de arquitectura de malla de información

Fuente: *Paper Ethical Hacking Process. Universidad Piloto de Colombia. Rodríguez Edwin. 2010. P06*

El modelo de gestión de activos físicos para una red OT que se plantea en el presente documento está basado en la metodología de la norma ISO 55001. Donde uno de los

principales requerimientos es que los sistemas de comunicación se encuentren supervisados con periodicidad y frecuencia de manera que este sea capaz de anticiparse a una falla para programar su mantenimiento o reemplazo sin imprevistos, donde además estos sistemas de supervisión tengan funcionalidades dedicadas para gestionar y controlar la salud del activo; y los recursos relacionados con la continuidad operativa. La plantilla con los principales aspectos de la norma debe estar predefinida para asegurar una semántica estandarizada. Esto resulta clave para que la gestión de mantenimiento de las fábricas inteligentes se lleve a cabo en un nuevo entorno de producción global digitalizado y acorde al lenguaje funcional de la gestión de activos.

1.2.6. IMPLEMENTACION CIO Y SU NUEVO MODELO OPERATIVO

Las operaciones son una función importante dentro de cualquier tipo de organización que sea responsable de crear y entregar bienes y/o proporcionar servicios a los clientes. La gestión de operaciones (OM) es la actividad de gestionar estos procesos y los recursos asociados. Las operaciones son, por tanto, un elemento clave para que las empresas obtengan una ventaja competitiva y desarrollen su crecimiento.

Para SQM su visión se centra en la extracción de minerales y la producción de bienes que contribuyen a la calidad de vida de las personas, siendo específicamente la transformación del caliche en productos terminados de yodo y nitrato, siendo el Prill o Prilado el proceso mediante el cual la materia prima es transformada en un producto comercial, después de varios procesos intermedios de refinación.

Como lo hemos dicho anteriormente SQM participa de un mercado extremadamente dinámico, con un alto nivel de competitividad y cada vez más actores dispuestos a ingresar al mercado, donde la demanda por sus productos está fuertemente influenciada por el avance tecnológico y los conflictos regionales por el dominio en la extracción del petróleo o minerales. Por lo tanto, la cultura organizacional está muy centrada en las decisiones Operacionales y de Procesos, apalancadas fuertemente por las áreas de Mantenimiento y Logística, cuya interconexión fue conceptualizada desde un principio en el modelo operativo del Centro Integrado de Operaciones.

Considerando un modelo de negocio como un proceso de transformación que toma recursos y los transforma en bienes o servicios, el OM de la compañía, es el conjunto de

actividades de creación de valor. Según Slack, estas actividades se pueden agrupar en cuatro categorías amplias: Dirección, Diseño, Planificacion y Mejoras. El propósito de esta exposición es explorar los impactos de los desarrollos de la Industria 4.0 de SQM en estas cuatro categorías de OM e identificar desafíos y oportunidades relacionados tanto para la investigación como para la práctica.

1.2.6.1 Dirección de Operaciones y Procesos

La función de Operaciones en SQM tiene una dimensión estratégica, dirige la estrategia general que rige la dirección de la operación e impacta todas las demás decisiones operativas. Dirigir incluye establecer una estrategia de operaciones, definir objetivos de desempeño, tomar decisiones sobre el diseño e innovación de productos y servicios y gestionar el alcance de la operación. Estas decisiones estratégicas están fuertemente influenciadas por el mercado, particularmente por los clientes y competidores, que cambian muy rápidamente. Así, esta empresa ha diseñado un proceso que le permite reaccionar rápidamente a estos cambios del mercado, agilizando la adaptación de la estrategia y acelerando las modificaciones de las operaciones. Por lo tanto y siguiendo esta lógica para SQM es fundamental interconectar todas las actividades de este proceso y mejorar los flujos de información es clave para la obtención de resultados. En la implementación del modelo operativo del CIO y su organigrama fue importante considerar los principios y las tendencias tecnológicas de la Industria 4.0, además de estudiar el potencial del OM en la búsqueda de la definición de la estrategia más efectiva para la organización. Esto es particularmente relevante en los escenarios actuales del mercado, considerando que es clave realizar modificaciones operativas rápidas y ágiles, ya que están fuertemente influenciadas por el rápido cambio de las demandas del mercado y la presión de los competidores. Podríamos decir entonces que el área de Operaciones es el corazón del negocio.

1.2.6.2 Diseño (dar forma) a Operaciones y Procesos.

Diseñar el proceso de transformación es la actividad de determinar la forma física, figura y composición de las operaciones y procesos, junto con los recursos que contienen, responsables de crear productos y servicios. Dar forma a este modelo incluye: el diseño de procesos, el alcance de cada stakeholder, la selección de tecnología y la selección de

personas. Cada una de estas actividades SQM las ha definido de acuerdo con la estrategia de la organización, es decir, el tipo de operación y los objetivos de desempeño, que generalmente requieren de cambios estructurales e inversiones significativas. Así, para SQM las modificaciones en el diseño de operaciones y procesos, resultantes de cambios en el mercado, tienden a ser rápidas y fáciles de implementar. Por lo tanto, supone una ventaja competitiva al contar con un proceso de transformación flexible, dinámico y descentralizado, con la posibilidad de probar los diseños antes de su implementación. Para ello, los principios de la Industria 4.0 han sido una gran contribución, ya que promueven la descentralización y permiten la flexibilidad de los sistemas del mundo real. Por otro lado, la transformación digital permite el suministro de información en tiempo real y consciente del contexto sobre variables operativas críticas. Queda la pregunta sobre la idoneidad de los modelos OM convencionales para abarcar el paradigma de la Industria 4.0.

1.2.6.3 Planificación y Control de Operaciones

Una vez que se diseñan las operaciones y los procesos, se deben crear y entregar productos y servicios a los clientes. Para asegurar la efectividad de este proceso, todas las actividades de la operación de la cadena de suministro deben planificarse y controlarse. La eficiencia del proceso está garantizada mediante; la gestión de la capacidad (optimizando la reacción a la fluctuación de la demanda), la cadena de suministro (analizando el impacto de todas las decisiones de la cadena de suministro sobre la rentabilidad) y los inventarios (aplicando modelos para equilibrar los costos). Las actividades de entrega están respaldadas por métodos y técnicas que necesitan datos e información de proceso. Para SQM esta cadena de información es vital, donde si bien estos datos e información pueden recopilarse con un retraso y a veces en diferentes contextos, en relación con el punto de decisión, su corrección puede ajustarse mediante modelos estadísticos. Sin embargo, este proceso puede comprometer la precisión y confiabilidad de las decisiones. Por lo tanto, para SQM es imprescindible que los datos se puedan recopilar en tiempo real para que se puedan incorporar al proceso de decisión de manera eficaz y eficiente. Sin embargo, aún es necesario desafiar la capacidad de los modelos OM actuales para recibir datos en tiempo real y discriminar la forma en la que dichos datos se consumen, ya que ante la abundancia de información es fácil perder el foco del negocio.

1.2.6.4 Mejora Operacionales.

El papel de la gestión de operaciones no termina con la entrega. Es un proceso dinámico con oportunidades de desarrollo y mejora. El proceso de la cadena de valor no puede funcionar siempre con los mismos estándares porque las condiciones cambian, como las necesidades del cliente y el suministro de materias primas. Por lo tanto, SQM ha establecido una estrategia de mejora, radical e incremental, que pueda respaldarse con métodos de control como la gestión de la calidad (prevención de errores) y la gestión de proyectos (mejora de las actividades Operacionales). Al igual que las actividades de entrega, las actividades de mejora del desempeño dependen de datos de proceso precisos y actualizados. Como se mencionó anteriormente, los modelos OM actuales deben estudiarse para determinar su idoneidad para este tipo de demandas. Para cerrar el ciclo del OM de manera exitosa mediante los procesos de Mejora, es necesario romper el paradigma de soluciones instantáneas de la Operación. Esta visión va más allá de establecer el estatus (on/off) de un activo en el sistema de control (HMI) o la sistematización de los procesos de mantenimiento, requiere de un análisis y conocimiento profundo del proceso productivo y una combinación cuantiosa multidisciplinaria de la realidad operativa de la industria que abarca desde permisología legal, medio ambiental, sanitaria, leyes sociales, suministros y recursos locales e internacionales. Para ello SQM ha integrado al modelo un área de "Mejoras Operacionales", quienes se encargan de materializar toda la gestión del cambio; desde la gestión del ACR (Análisis Causa Raíz) hasta la implementación de sus medidas de control y mitigación, generando a la fecha un impacto relevante en la disminución de costos y mejora en la calidad de los productos comerciales.

1.2.7. ACTIVOS DIGITALES, INFORMATICOS Y DE RED

La transformación digital de los negocios está creando nuevas oportunidades y desafíos para la gestión. Las nuevas tecnologías han hecho posible que los directivos accedan, almacenen y procesen una gran cantidad de datos, recopilados de diferentes fuentes, internas y externas. Estos datos son de gran aporte para la gestión a nivel operativo. Por ejemplo, al utilizar estas tecnologías, las empresas manufactureras pueden obtener acceso a datos

individualizados de los clientes que permiten personalizar el proceso de ventas, el diseño del producto y el servicio. Además, pueden proporcionar datos en tiempo real que mejoran tanto la previsión de la demanda como la precisión de los productos del mercado, y ayudan a predecir el comportamiento del proceso productivo.

La implementación y utilización de estos datos a nivel estratégico plantea algunos desafíos a la gestión de los activos físicos que los colectan, historizan, controlan, trafican y consumen, de los cuales es imprescindible su disponibilidad. Uno de los desafíos clave es saber cómo automatizar su diagnóstico y monitorear su salud. Otro desafío es equilibrar el conocimiento explícito, resultante del nivel de competencias o conocimiento del personal responsable de su operación; con el conocimiento tácito proveniente de la experiencia al tomar decisiones estratégicas para su interconexión y comunicación con otros sistemas o lenguajes. La investigación actual aún no proporciona una respuesta a la pregunta de cómo la transformación digital afectará la definición de la estrategia para una óptima gestión de activos informáticos y de red.

Si bien la transformación digital es un valor y un OKR establecido como referencia objetiva al interior de la organización, está lejos de un nivel estandarizado de gestión, el ejemplo más evidente de ello es que no existe si quiera el inventario de activos físicos de la red OT, ni tampoco su diferenciación entre hardware de red (comunicaciones) o control PLC. ni criticidad.

1.2.8. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL EN SQM YNV

Las empresas, incluso antes de la transformación digital, consideraban la experiencia del día a día al utilizar un enfoque "de abajo hacia arriba" para definir su estrategia de operaciones Operador – Líder – Jefe – Superintendente - Gerente. Las nuevas tecnologías digitales permiten que este proceso sea más ágil y genere más volúmenes de datos. Dado que algunos autores sostienen que los directivos deberían distanciarse de las distracciones de las actividades del día a día a la hora de definir la estrategia de operaciones, estos elevados volúmenes de datos pueden tener un efecto negativo a la hora de definir una estrategia. Sin embargo, en SQM, esto es solo un paradigma. Considerando que los mercados en los que participa la compañía son intrínsecamente inestables en el corto plazo, es más importante mantenerse cerca de lo que sucede en la operación y adaptarse a cualquier circunstancia que

se desarrolle en el mercado. A pesar de las complejidades y perturbaciones que los datos reales puedan causar en el proceso de decisión, se cree en la organización que un modelo que considere estos datos puede ayudar a la mayoría de los gerentes a comprender lo que creen que deberían estar haciendo. El propósito de estos datos no es cambiar la estrategia, sino introducir una mejora continua e incremental en la toma de decisiones y/o generación de recomendaciones de toda la cadena de valor del negocio.

Definir la estrategia de operaciones es esencial para producir y entregar productos o servicios de manera eficiente y obtener una ventaja competitiva. Por lo tanto, SQM ha establecido objetivos de negocio que dirigen a la empresa hacia su objetivo general, ser el mayor proveedor de productos de Litio, Yodo y Nitratos a nivel mundial. Para ello ha definido su proceso de transformación y la forma en que se gestionan las operaciones, cuyos objetivos estratégicos definen las prioridades competitivas y se utilizan para implementar las estrategias operacionales, las cuales pueden ser impulsadas por la tecnología, intensivo en marketing, de bajo costo, alto rendimiento, entre otros, y están influenciados por los competidores, el mercado y la tecnología. Esto plantea otra cuestión que es la de saber cómo van a impactar las tecnologías de transformación digital en la definición de los objetivos estratégicos de la compañía, ya que promueven una alimentación continua de datos reales hacia el mercado y hacia la competencia. SQM debe configurar continuamente su estrategia operativa con respecto a los cambios continuos en el mercado, con el fin de mantener la ventaja competitiva. Por otro lado, la definición de los objetivos estratégicos como: costo, calidad, entrega y flexibilidad, están influenciadas por conocimientos organizacionales específicos. Por lo tanto, la adquisición continua de conocimientos sobre el entorno empresarial interno y externo a través de tecnologías de transformación digital (por ejemplo, competidores, clientes y proveedores) es esencial para el desempeño competitivo general de una empresa. Además, las empresas que ofrecen productos y servicios competitivos que satisfacen las necesidades y deseos de los clientes están en una posición superior para crear una ventaja competitiva sostenible. Aun así, si bien las empresas pueden adquirir, compartir y aplicar conocimientos para mejorar la estrategia de operaciones, es posible que necesiten poseer un modelo conceptual para garantizar resultados efectivos de dicha integración, sobre todo con modelos de datos externos a la organización. Todo esto es una realidad al interior

de la compañía, donde si bien el proceso de integración de datos aún no se realiza de forma estandarizada, la habilitación customizada de tableros y soluciones digitales es una constante, donde a la fecha están disponibles datos que generan recomendaciones internas y se está trabajando en la centralización de un "Enterprise" tipo "MES" que incluya datos del mercado, proveedores y suministros.

Desde una perspectiva gerencial, las empresas deberían contemplar cuidadosamente cómo se pueden utilizar con éxito los datos provenientes de las tecnologías de transformación digital. Los gerentes de SQM estimulan continuamente la adquisición, el intercambio y la aplicación de datos, y aseguran su alineación con la estrategia comercial. Además, garantizan una conversión dinámica entre el conocimiento tácito y el explícito, de modo que los valores que las personas obtienen de su experiencia y práctica puedan integrarse en el nuevo proceso del OM. Esta es una cuestión clave, ya que las investigaciones demostraron que las personas al tomar una decisión sobre sus prioridades competitivas en materia de estrategia consideran si se ajusta a su cultura organizacional específica o no, por ende, la decisión puede tener un impacto negativo ante el miedo de una equivocación. Si bien SQM es una organización abierta a los errores y a capturar la mejor practica mediante la estandarización de procesos, hay poca evidencia para concluir cómo reaccionarán las personas ante la integración de la transformación digital, cuya realidad actualmente se encuentra en un proceso de ajuste a la cultura organizacional.

CAPITULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1. MARCO TEORICO PARA AUDITORIA AMORS - ISO 55001

2.1.1. Gestión de Activos

La Gestión de Activos es el término utilizado para describir las actividades destinadas a la gestión integrada de la infraestructura industrial durante toda su vida útil, de tal manera de optimizar la inversión y los costos de operación del equipamiento industrial, donde se logra desde el proceso de inversión y renovación de equipos industriales, así como su operación, mantenimiento y el manejo de los recursos mínimos necesarios.

Según la definición de la NCh-ISO 55.000:2014, Gestión de Activos es:
"Actividad coordinada de una organización para realizar valor a partir de los Activos"

De la misma manera se define Activo como:
"Un activo es algo que posee valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero."

Bajo estas definiciones, se destaca que la Gestión de Activos no es solo hacer cosas para los activos de la organización, si no que va más allá, donde se busca obtener valor para poder alcanzar los objetivos del negocio en el cual se desenvuelve, por lo que se debe complementar con el modo de pensar, la alineación estratégica y la cultura de la organización.

En la práctica la gestión de activos se refleja en el ciclo de vida de los activos, siendo parte de cada uno de los procesos que lo componen, como de inversión y renovación de equipos, operación y mantenimiento, y disposición final, de tal manera

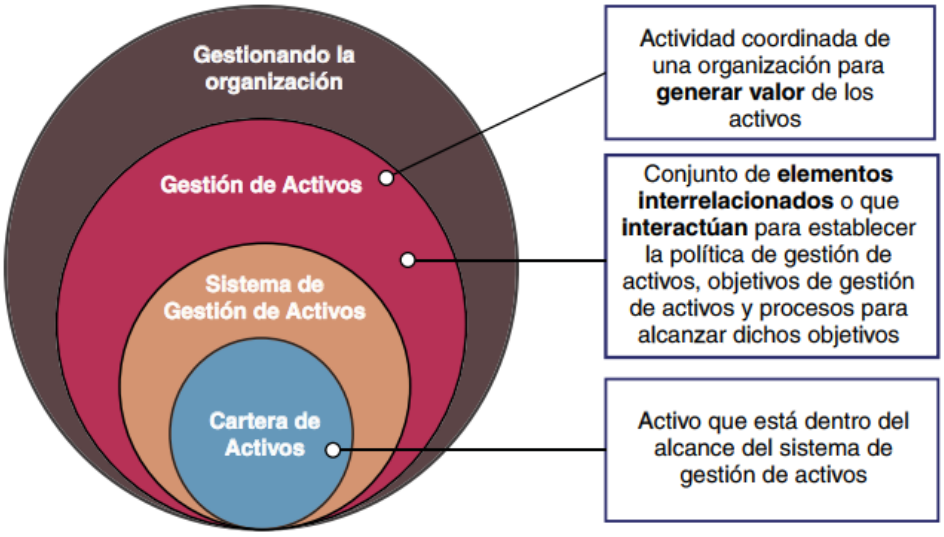


Ilustración 6. Relación entre términos claves de la Gestión de Activos

Fuente: NCh ISO 55.000 Gestión de activos – Visión general, principios y terminología.

2.1.2. Sistema de Gestión de Activos

Un Sistema de Gestión de Activos (SGA) es aquel que permite dirigir, coordinar y controlar las actividades respecto a la Gestión de Activos, donde tiene la función de establecer la política y los objetivos de la gestión de activos.

Ilustración 7. Jerarquía de los Activos dentro del Sistema de Gestión

Fuente: Gestión de activos: una anatomía, The Institute of Asset Management, 2015

El SGA se compone de un conjunto de elementos interrelacionados y que interactúan entre sí, donde se da un enfoque estructurado para el desarrollo, coordinación y control de todas las actividades de la organización realiza sobre la cartera de activos durante cada etapa del ciclo de vida

Ilustración 8. Procesos de un Sistema de Gestión de Activos

Fuente: Gestión de activos, guía para la aplicación de la Norma ISO 55.001, International Copper Association Latin América, 2015.

2.1.3. Tipos de Activos

Se define como tipo de activo a toda aquella agrupación de activos que tienen características comunes que los distinguen en clases o grupos, en estos podemos encontrar

- Activos Físicos
- Activos de Información
- Activos Intangibles
- Activos Críticos
- Activos Habilitadores
- Activos Lineales
- Activos de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC)
- Activos de Infraestructura
- Activos Móviles

2.1.4. Objetivos de la Gestión de Activos

En simples palabras, el objetivo de la Gestión de Activos es poder alinear el trabajo que se realiza con los activos de la organización con los objetivos estratégicos de ella misma, de tal manera poder obtener valor de estos, optimizando los recursos y que estos se puedan utilizar de manera eficiente.

Dentro de los objetivos claves, se puede encontrar:

- Maximizar los beneficios a través del rendimiento y eficiencia operativa
- Minimizar los riesgos para reducir posibles pérdidas
- Optimizar los costos de operación y Mantenimiento

2.1.5. Plan de Gestión de Activos

La NCh-ISO 55.000:2014, define al Plan de Gestión de Activos como:

"Información documentada que especifica las actividades, recursos y escalas de tiempo requeridas para un activo individual, o una agrupación de activos, para lograr los objetivos de la gestión de activos de la organización"

El Plan de Gestión de Activos es como una organización administra y gestiona sus activos de tal manera poder garantizar que sean utilizados de manera eficiente, reduciendo costos y riesgos, este deriva directamente del Plan Estratégico de Activos que es como los objetivos organizacionales se convierten en objetivos de la gestión de activos, vinculada directamente con la política referente a la Gestión de Activos ya que se establece la base para la gestión sistemática siempre en búsqueda de la eficiencia operativa y el valor a largo plazo.

El desarrollo del Plan de Gestión de Activos incluye cada activo o conjunto de activos dentro de la Cartera del Sistema de Gestión, entregando un detallado análisis del impacto en

cada etapa del ciclo de vida, entregando como resultados planes de contingencia para emergencias, para prever soluciones en caso de gran impacto en la organización.

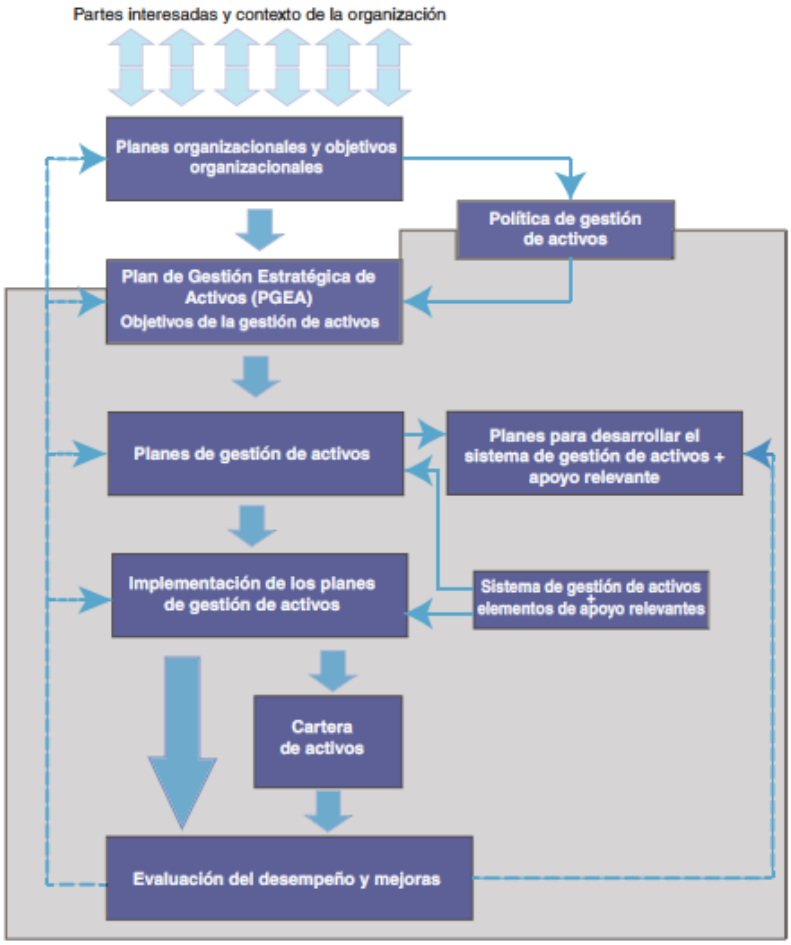


Ilustración 9. Relación entre los elementos claves de un sistema de Gestión de Activos

Fuente: NCh ISO 55.000 Gestión de activos – Visión general, principios y Terminología.

2.1.6. Política de Gestión de Activos

Es una declaración breve que establece los principios por los cuales la organización pretende aplicar la Gestión de Activos para poder alcanzar sus objetivos y donde se describe el enfoque general de la gestión de activos, demostrando qué es importante para la organización; involucrando la visión y la misión de la empresa

Ilustración 10. Categorías de la Política de Gestión de Activos

Fuente: Elaboración propia basado en NCh ISO 55.000 Gestión de activos – Visión general, principios y Terminología.

La Política de Gestión de Activos debe ser consistente con el plan estratégico organizacional, idóneo para la organización de acuerdo con su naturaleza y cartera de activos, incluyendo las operaciones respectivas; se debe mantener compromiso con todo el Sistema de Gestión de Activos y su mejora continua, estableciendo un marco para fijar los objetivos y una comunicación fluida para todo grupo de interés, partes interesadas, etc.

2.1.7. NCh ISO 55.000

La serie de Normas ISO 55.000 hace referencia a 3 normas que indican el objetivo, requisitos y orientación para la implementación de un Sistema de Gestión de Activos, proporcionando una visión general tanto de la Gestión de Activos y los Sistemas de Gestión de Activos. Estas normas son:

- ISO 55.000 – Gestión de Activos – información general, principios y terminología.

Esta Norma proporciona una visión general de los principios, conceptos y terminología relacionados a la gestión de activos, indicando los elementos que componen un sistema de gestión de activos. Además, no se limita en la definición del tema en cuestión, si no que incluye amplias definiciones relativas a los Sistemas de Gestión en general, proporcionando un esquema del modelo de negocio y una breve descripción de cómo interactúa cada elemento de la norma con los sistemas de gestión.

- ISO 55.001 – Gestión de Activos – Sistemas de Gestión – requisitos

Esta Norma es con la que se lleva a cabo el proceso de auditoría. Por lo que especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos. La particularidad es que las distintas organizaciones independientes de su tamaño y naturaleza del negocio pueden usar esta Norma para cualquier tipo de activo.

- ISO 55.002 – Gestión de Activos – Sistemas de Gestión – Guía para la aplicación de ISO 55.001.

Esta Norma se encarga de entregar una orientación y explicación de los requisitos que se encuentran en la norma ISO 55.001, por lo que está destinada a ser un apoyo en el diseño, implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión de Activos. En este documento se puede encontrar un diagrama de un modelo aplicable para un Sistema de Gestión de activos, donde se muestra la relación entre los elementos claves de un sistema en conjunto a sus requerimientos auditables

Estás normas tienen como objetivo permitir que a la organización que las adopte pueda alcanzar los objetivos estratégicos del negocio a través de una eficiente gestión de activos. El público objetivo de esta norma es:

- Los que evalúan cómo mejorar la realización de valor para su organización a partir de su base de activos;
- Los involucrados en el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de activos;

- Los involucrados en la planificación, diseño, implementación y revisión de las actividades de gestión de activos; junto con los proveedores de servicios.

2.1.8. Auditoria

Una Auditoría, es la acumulación y evaluación de evidencia que está basada en información verificable en la que un auditor pueda evaluarla para determinar y reportar sobre el grado de correspondencia entre la información y los criterios establecidos. Puede ser aplicado a las operaciones financieras, administrativas o de gestión.

Para el caso de estudio, se basará en una Auditoría de Gestión, la que se basa en la revisión sistemática de las actividades de una organización, en la cual se pueden identificar tres propósitos: Estimar funcionamiento, identificar oportunidades de perfeccionamiento y desarrollar oportunidades de mejora o fomentar acciones; todo con el fin de poder determinar el grado de eficiencia, eficacia de la implementación de un Sistema de Gestión

El proceso de implantación de una auditoría debe pasar por un conjunto de etapas siguiendo un orden lógico específico:

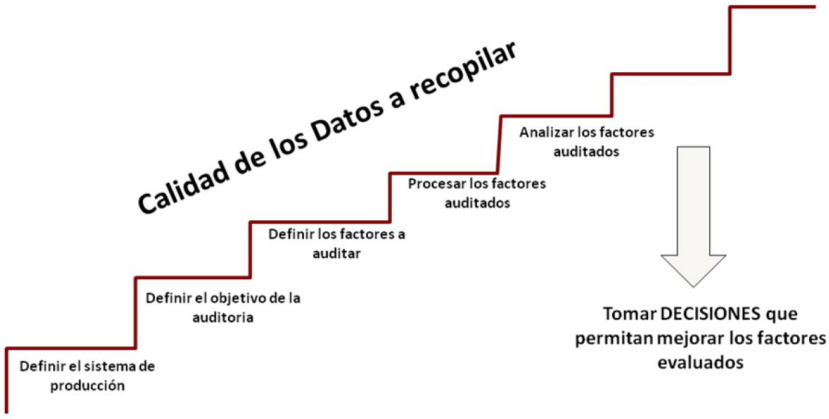


Ilustración 11. Procedimiento general de implantación de una auditoría

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos, Parra y Crespo, 2019.

2.1.9. Auditoria AMS-ISO 55.001: Asset Management Survey-ISO 55.001

La auditoría AMS-ISO 55.001 desarrollado por C. Parra y A. Crespo, es una metodología de diagnóstico por que permite evaluar de forma eficaz los requerimientos de la ISO 55.001 y determinar desviaciones o brechas que tiene la organización con respecto a los requerimientos certificables de la norma.

Está técnica de auditoría propone la utilización de un cuestionario guía que consiste en 94 preguntas la cual permite cuantificar las áreas de oportunidad. Está encuesta se realiza a un grupo de personas (mínimo 10) de las distintas áreas de la organización para que evalúen de forma objetiva las preguntas propuestas de la auditoría AMS-ISO 55.001. A continuación, se presentan las preguntas guías por cada uno de los 24 elemento auditable de los requisitos de la norma.

2.1.10. Categorización para exigencias de la norma ISO 55.001

Los requisitos de la Norma ISO 55.000 para desarrollar un Sistema de Gestión de Activos es similar a los otros Sistemas de Gestión ISO, en total se contiene de 24 requerimientos, la cual tiene un orden de elementos lógicos conforme al marco común de los procesos de calidad: PHDA, Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.
En esta sección solo veremos enumeradas las categorías que se requieren evaluar. En Anexos 2.1 se presentan las preguntas que ponderan cada requerimiento.

2.1.10.1 Categoría N°4 Contexto de la Organización

4.1 Comprensión de la Organización y su contexto
4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas
4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos
4.4 Sistema de gestión de activos

2.1.10.2 Categoría N°5 Liderazgo

5.1 Liderazgo y Compromiso
5.2 Política
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

2.1.10.3 Categoría N°6 Planificación

6.1 Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el SGA.

6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos

2.1.10.4 Categoría N°7 Soporte

7.1 Recursos

7.2 Competencias

7.3 Toma de conciencia

7.4 Comunicación

7.5 Requisitos de información

7.6 Información documentada

2.1.10.5 Categoría N°8 Operación

8.1 Planificación y control operacional

8.2 Gestión del cambio

8.3 Contratación a Terceros

2.1.10.6 Categoría N°9 Evaluación del Desempeño

9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

9.2 Auditoría Interna

9.3 Revisión por la dirección

2.1.10.7 Categoría N°10 Mejora

10.1 No conformidades y acciones correctivas

10.2 Acciones preventivas

10.3 Mejora continua

Para medir el nivel de madurez en esta auditoría, se basa en la escala propuesta por el "Asset Management Maturity Scale and Guidance" del IAM (junio 2016), la cual se realiza en dos niveles de calificación, existencia y aplicación.

La escala de Existencia del Requerimiento es para determinar si un requerimiento existe dentro del Sistema de Gestión, resultado obtenido mediante la evaluación de la puntuación obtenida en las encuestas, determinando en que categoría se encuentra el proceso y la descripción de su clasificación final.

Tabla 1. Escala de Existencia de Requerimiento.

Puntuación	Escala de Existencia del Requerimiento		
0	Proceso inexistente	Inocente	0 – 0.5
1	Proceso muy deficiente	Consciente	0.6 – 1.5
2	Proceso debajo del promedio	Desarrollando	1.6 – 2.5
3	Proceso estándar promedio	Competente	2.6 – 3.5
4	Proceso con muy buenas prácticas	Optimizado	3.6 – 4.5
5	Proceso a nivel de Clase Mundial	Excelente	4.6 – 5

Fuente: Elaboración basado en Escala de Madurez de la IAM

La escala de Existencia del Aplicación es determinar el porcentaje de en qué se encuentra aplicado un Requerimiento Existente, como resultado de la tabla mencionada anteriormente. Dichas tablas no se aplican en los diagnósticos iniciales, donde se busca proponer un Plan de Gestión, pero sí es aplicable en las auditorías internas para una vez implementado el Sistema de Gestión y poder tomar medidas de control

Tabla 2. Escala de Aplicación de Requerimiento.

Puntuación	Escala de Aplicación del Requerimiento		
0%	Proceso inexistente	Inocente	0% - 10%
20%	Proceso muy deficiente	Consciente	11 – 20%
40%	Proceso debajo del promedio	Desarrollando	21 – 40%
60%	Proceso estándar promedio	Competente	41 – 60%
80%	Proceso con muy buenas prácticas	Optimizado	61 – 80%
100%	Proceso a nivel de Clase Mundial	Excelente	81 – 100%

Fuente: Elaboración basado en Escala de Madurez de la IAM

Para describir un nivel de Madurez de la organización con respecto a los requerimientos de la ISO 55.001, se define el nivel mínimo aceptable en un Nivel 3

Tabla 3. Niveles mínimo-aceptables de cada requerimiento.

Niveles mínimo-aceptables (nivel 3)	
Escala de Existencia del Requerimiento	3
Escala de Aplicación del Requerimiento	60%

Fuente: Elaboración basado en Escala de Madurez de la IAM

Para determinar la característica de la madurez, el IAM describe una escala de 6 niveles para definir la capacidad/madurez ya sea de un sistema de gestión o de las competencias más amplias en la gestión de activos.

2.2. MARCO TEORICO PARA AUDITORIA DE HACKING ETICO SEGÚN ISO 27.001

2.2.1. Hacking Ético

La Auditoría de Hacking Ético es un proceso, el cual se orienta a la verificación y aseguramiento de la eficacia y de la eficiencia de las políticas y procedimientos establecidos para la implantación y uso adecuado de las Tecnologías de la Información, en cualquier ámbito, debe ser más amplia que la simple detección de errores debe proponer la toma de decisiones que permitan corregir los errores en caso de que existan y mejorar la forma de actuación. El examen es una herramienta esencial para cumplir con el Objetivo 8.8 del Anexo A de la versión 2022 de la norma, la cual conforma una auditoría que abarca una serie de controles, verificaciones y juicios que concluyen en un conjunto de recomendaciones y un plan de acción. Es la elaboración de este Plan de Acción lo que diferencia a la Auditoría de Hacking Ético de lo que sería una auditoría tradicional.

Para ejecutar las auditorias de hacking ético se debe primeramente desarrollar el entendimiento de los procesos generales de la administración de los activos informáticos y de red que permitan la identificación de riesgos a que está sujeto el negocio y el desarrollo de los respectivos controles que minimizarán el impacto de los mismos. Es esencial conocer los estándares, controles y normas que guiaran el proceso.

Uno de los elementos clave la auditoria es explotar las vulnerabilidades existentes en el sistema valiéndose de test de intrusión, que verifican y evalúan la seguridad física y lógica de los sistemas de información, redes, aplicaciones web, bases de datos, servidores, con la intención de ganar acceso y demostrar que un sistema es vulnerable, esta información es de gran ayuda al momento de tomar las medidas preventivas en contra de posibles ataques malintencionados.

En resumen, las auditorias de Hacking Ético son una ejecución controlada de exploits de vulnerabilidades encontradas en un análisis de vulnerabilidad previo, consisten en probar los métodos de protección del sistema de información sometiendo el sistema a una situación real.

2.2.2. ISO 27001-2022

La ISO/IEC 27001 es la norma internacional que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI). Su objetivo principal es proteger la información de una organización, asegurando su confidencialidad, integridad y disponibilidad. Es aplicable a cualquier organización, sin importar su tamaño o sector.

El propósito central de la ISO 27001 es ayudar a las empresas a gestionar los riesgos de seguridad de la información de manera sistemática y eficaz. Esto se logra identificando los activos de información importantes, evaluando las amenazas y vulnerabilidades, y aplicando los controles adecuados para mitigar esos riesgos.

Una guía fundamentada en esta norma no solo abarca el uso de la tecnología, sino también a las personas y los procesos, donde una práctica común en las industrias actuales es la realización de una auditoria de Hacking Ético basado en los objetivos de la ISO 27001. Si bien la estructura de la norma establece una fórmula adecuada para la identificación de riesgos a través del desarrollo de sus procedimientos, no deja del todo explicito la identificación de vulnerabilidades, por lo cual se complementa su ejecución con una evaluación de acuerdo con la práctica de puntuación de explotabilidad (exploits), representada en métricas para cada vector de ataque, complejidad de ataque, privilegios necesarios, interacción de usuario y ambiente de ejecución llamada CVSS3 V3.

Muchas veces si bien las auditorias de Hacking Ético no se realizan bajo la estructura de la misma norma, sus objetivos y recomendaciones abordan directamente los riesgos, faltas y brechas para alcanzar dicho estándar.

2.2.3. Definiciones

El hacking ético: se describiría como la defensa contras las amenazas constantes en el ciber espacio brindando la posibilidad de controlarlas, erradicándolas, buscando de donde provienen, quien la puede estar ejecutando. Algunos conceptos enfocados en la seguridad de los sistemas.

La amenaza: es la acción o evento que puede afectar la seguridad.

La vulnerabilidad: es la debilidad que puede ocasionar un comportamiento no esperado que afecta la seguridad de los sistemas.

Los exploit: son el camino definido para vulnerar la seguridad de un sistema de TI utilizando una vulnerabilidad

Un ataque: se define como cualquier acción que viola la seguridad

2.2.4. Tipos de controles

Los controles pueden ser de carácter preventivo, detective, o reactiva, y pueden tener implementaciones administrativas, técnicas y físicas.

Controles Preventivos. Los controles preventivos dejan un mal evento suceda. Por ejemplo, lo que requiere un ID de usuario y la contraseña de acceso a un sistema es un control preventivo. Evita que (teóricamente) que personas no autorizadas accedan al sistema.

2.2.4.1 Controles de detectives.

Controles Detectives grabar un mal evento después de que haya sucedido. Por ejemplo, el registro de todas las actividades realizadas en un sistema permitirá a revisar los registros en busca de actividades inapropiadas después del evento.

2.2.4.2 Controles reactivos (aka Controles correctivas).

Controles reactivos caen entre los controles preventivos y de detección. Ellos no impiden que un mal evento se produzca, sino que proporcionan una forma sistemática para detectar cuando esos malos acontecimientos han sucedido y corregir la situación, es por eso que a veces se llaman controles correctivos. Por ejemplo, usted podría tener un sistema antivirus central que detecta.

2.2.5. ¿Qué se debe auditar?

Un plan de auditoría debe enfocar a los auditores en las áreas con mayor riesgo y en áreas donde se puede añadir el máximo valor. Usted debe ser eficiente y eficaz en la forma en que utiliza sus recursos limitados por pasar sus horas de auditoría de TI mirando las áreas de mayor importancia. Esto no se debe hacer tirando arbitrariamente auditorías potenciales fuera del aire; en cambio, debe ser un proceso lógico y metódico que asegura que todas las auditorías potenciales se han consideradas.

2.2.6. ¿Por qué se deben realizar auditorías?

Al igual que cualquier área de la organización, los_sistemas de TI deben estar sometidos a controles de_calidad y auditoría informática porque las_computadoras y los centros de procesamiento de datos son blancos apetecibles para el espionaje, la_delincuencia y el terrorismo.

Es importante tener en cuenta que quien realice la auditoría debe ser una persona capacitada.

Las auditorias deben realizarse máximo cada 12 meses, pero es la compañía quien determina el tiempo según sus planes de acción.

2.2.7. Fases de una auditoria de Hacking Ético

Para realizar una auditoría informática o de red se requiere planear una serie ordenada de acciones y procedimientos específicos, que deben ser ejecutados de forma secuencial, cronológica y ordenada, teniendo en cuenta etapas, eventos y actividades que se requieran para su ejecución que serán establecidos de acuerdo a las necesidades de la empresa. Estos procedimientos se adaptarán de acuerdo al tipo de auditoría de sistemas que se vaya a realizar y con el cumplimiento estricto de las necesidades, técnicas y métodos de evaluación del área de sistematización. Los métodos deben seguirse para la determinación de las herramientas e instrumentos de revisión que serán utilizados en la auditoría, la metodología cubre tres etapas: la primera de planeación, la segunda de ejecución y la tercera del dictamen de la auditoría.

2.2.7.1 Fase I: Conocimientos del Sistema.

Se usa buscadores, herramientas de análisis de DNS, whois y demás herramientas para obtener información de la víctima. Además, se puede hacer una exploración de metadatos de los documentos, imágenes y otros tipos de archivos que estén al alcance navegando.

- Aspectos Legales y Políticas Internas: Sobre estos elementos está construido el sistema de control y por lo tanto constituyen el marco de referencia para su evaluación.
- Características del sistema operativo: Organigrama del área que participa en el sistema, Informes de auditoría realizadas anteriormente.
- Características de la aplicación de computadora: Manual técnico de la aplicación del sistema, equipos utilizados en la aplicación de computadora.

2.2.7.2 Fase II: Análisis de las transacciones.

Se basa en conseguir direcciones IP del objetivo, nombres de usuarios y contraseñas válidas de su entorno y nombres de servicios y aplicaciones accesibles, y todo aquello que luego pueda ayudar a lanzar un ataque.

- Definición de las transacciones.
- Establecer el flujo de los documentos. Identificar y codificar los recursos que participan en el sistema.
- Relación entre transacciones y recursos.

2.2.7.3 Fase III: Análisis de riesgos y amenazas.

- Identificación de riesgos.
- Identificación de las amenazas.
- Relación entre recursos/amenazas/riesgos.

2.2.7.4 Fase IV: Análisis de controles.

Se comienza a actuar sobre los sistemas encontrados, se analizan en busca de vulnerabilidades, ya sea en la infraestructura, los sistemas operativos, los servicios disponibles o las aplicaciones existentes.

- Codificación de controles.
- Relación entre recursos/amenazas/riesgos.
- Análisis de cobertura de los controles requeridos.

2.2.7.5 Fase V: Evaluación de Controles.

En esta fase se hace la intrusión en el sistema y se obtendrá evidencias de la misma para la posterior documentación o la demostración de que se realizó la intrusión.

- Objetivos de la evaluación.
- Plan de pruebas de los controles.
- Pruebas de controles.
- Análisis de resultados de las pruebas.

2.2.7.6 Fase VI: Informe de Auditoría.

En esta fase genera de forma entendible y accesible todos los hallazgos, Reportar todo lo descubierto sobre los sistemas, realizar informes detallados con evidencia de las intrusiones, realizar una presentación concisa y resumida de resultados, y señalar aquellos puntos que requieren especial importancia o que provocan los problemas más graves o inmediatos.

- Informe detallado de recomendaciones.
- Evaluación de las respuestas.
- Informe resumen para la alta gerencia.

2.2.7.7 Fase VII: Seguimiento de recomendaciones.

- Informes del seguimiento.
- Evaluación de los controles implantados.

2.2.8. Beneficios.

- Mejora la imagen pública.
- Genera confianza en los usuarios sobre la seguridad y control de los servicios de TI.
- Optimiza las relaciones internas y del clima de trabajo.
- Disminuye los costos de la mala calidad.
- Genera un balance de los riesgos en TI.
- Realiza un control de la inversión en un entorno de TI, a menudo impredecible.

2.2.9. Tipos de Ataque

2.2.9.1 Denegación de servicio.

También llamado ataque DoS (Denial of Service) o DDoS (de Distributed Denial of Service), es un ataque a un sistema de computadoras o red que causa que un servicio o recurso sea inaccesible a los usuarios legítimos. Normalmente provoca la pérdida de la conectividad

de la red por el consumo del ancho de banda de la red de la víctima o sobrecarga de los recursos computacionales del sistema de la víctima.

2.2.9.2 Identificación de contraseña por fuerza bruta.

Consiste en adivinar repetitivamente la contraseña y corroborar contra un hash criptográfico existente de la contraseña.

La herramienta más usada para este tipo de ataque es hydra.

¿Con qué protocolos funciona hydra? Hydra es una herramienta de penetración para el testing muy versátil que ha sido usada con la mayoría de los sistemas de protocolos de seguridad modernos. Algunos ejemplos de ello son:

- Cisco.
- Cisco-enable.
- HTTPS-form-get.
- MySQL.
- SSH2.
- SIP.
- FTP.
- Oracle-listener.
- MSSQL.
- IMAP.

2.2.9.3 Explotación de vulnerabilidades mediante Caja Negra-Blanca o Gris

Es un fragmento de software, fragmento de datos o secuencia de comandos y/o acciones, utilizada con el fin de aprovechar una vulnerabilidad de seguridad de un sistema de información para conseguir un comportamiento no deseado del mismo. Ejemplos de comportamiento erróneo: Acceso de forma no autorizada, toma de control de un sistema de cómputo, consecución privilegios no concedidos lícitamente, consecución de ataques de denegación de servicio.

Las pruebas de penetración de caja gris son una técnica que combina las ventajas de los métodos de caja negra y caja blanca. Su tasa de éxito se basa, por lo tanto, en su nivel de conocimiento del entorno objetivo. Esta técnica específica convierte a las pruebas de caja gris en la primera opción en entornos controlados, como las agencias militares y de inteligencia.

Las pruebas de penetración de caja gris evalúan activamente la seguridad física y de red, lo que las hace ideales para detectar brechas en dispositivos perimetrales como firewalls. Esta técnica combina métodos como el escaneo de red, el escaneo de vulnerabilidades, la ingeniería social y la inspección manual del código fuente para evaluar todos los posibles efectos de los hackers o atacantes.

2.2.9.4 Phising.

También conocido como suplantación de identidades un término informático que denomina un modelo de abuso informático y que se comete mediante el uso de un tipo de ingeniería social caracterizado por intentar adquirir información confidencial de forma fraudulenta (como puede ser una contraseña o información detallada sobre tarjetas de crédito u otra información bancaria).

2.2.9.5 Spoofing.

En términos de seguridad de redes hace referencia al uso de técnicas a través de las cuales un atacante, generalmente con usos maliciosos o de investigación, se hace pasar por una entidad distinta a través de la falsificación de los datos en una comunicación.
Se pueden clasificar los ataques de spoofing, en función de la tecnología utilizada. Entre ellos tenemos el IP spoofing (quizás el más conocido), ARP spoofing, DNS spoofing, Web spoofing o email spoofing, aunque en general se puede englobar dentro de spoofing cualquier tecnología de red susceptible de sufrir suplantaciones de identidad.

2.2.9.6 Ingeniería social.

Quizá el ataque más simple pero muy efectivo sea engañar a un usuario llevándolo a pensar que un administrador del sistema está solicitando una contraseña para varios

propósitos legítimos. Los usuarios de sistemas de Internet frecuentemente reciben mensajes que solicitan contraseñas o información de tarjeta de crédito, con el motivo de "crear una cuenta", "reactivar una configuración", u otra operación benigna; a este tipo de ataques se los llama phishing (se pronuncia igual que "fishing", pesca).

2.2.9.7 OSSTMM (Open-Source Security Testing Methodology Manual).

Metodología que propone un proceso de evaluación de una serie de áreas que refleja de manera fiel los niveles de seguridad presentes en la infraestructura como parte de un trabajo secuencial la metodología OSSTMM consta de 6 ítems los cuales comprenden todo sistema actual, estos son:

- Seguridad de la Información.
- Seguridad de los Procesos.
- Seguridad en las tecnologías de Internet.
- Seguridad en las comunicaciones.
- Seguridad inalámbrica.
- Seguridad Física.

2.2.9.8 ISSAF (Information Systems Security Assessment Framework).

Marco metodológico de trabajo desarrollado por la OISSG que permite clasificar la información de la evaluación de seguridad en diversos dominios usando diferentes criterios de prueba. Algunas de las características más representativas de ISSAF son:

- Brinda medidas que permiten reflejar las condiciones de escenarios reales para las
- evaluaciones de seguridad.
- Esta metodología se encuentra principalmente enfocada en cubrir los procesos de seguridad y la evaluación de los mismos para así obtener un panorama completo de las vulnerabilidades existentes.
- Permite el desarrollo de matriz de riesgo para verificar la efectividad en la implementación de controles.

2.2.9.9 OWASP (Open web application security Project).

Metodología de pruebas enfocada en la seguridad de aplicaciones, El marco de trabajo descrito en este documento pretende alentar a las personas a evaluar y tomar una medida de la seguridad a través de todo el proceso de desarrollo. Así, pueden relacionar los costes de un software inseguro al impacto que tiene en su negocio, y de este modo gestionar decisiones de negocio apropiadas (recursos) para la gestión del riesgo, algunas de las características más representativas de OWASP son:

- Pruebas de firma digital de aplicaciones Web.
- Comprobaciones del sistema de autenticación.
- Pruebas de Cross Site Scripting.
- Inyección XML.
- Inyección SOAP.
- HTTP Smuggling.
- Sql Injection.
- LDAP Injection.
- Polución de Parámetros.
- Cookie Hijacking.
- Cross Site Request Forgery.

2.2.9.10 CEH (Certified ethical hacking).

Metodología de pruebas de seguridad desarrollada por el International Council of Electronic Commerce Consultants (EC-Council) algunas de las fases enunciadas en esta metodología son:

- Obtención de Información.
- Obtención de acceso.
- Enumeración.
- Escala de privilegios.
- Reporte.

2.2.9.11 Offensive security.

Metodología líder a nivel mundial para el desarrollo de pruebas de penetración y estudios de seguridad, la metodología contempla principalmente los métodos para el desarrollo de estudios de seguridad enfocados en seguridad ofensiva y teniendo como marco la posibilidad real de explotación independientemente de los indicadores de riesgos y vulnerabilidades, las principales ventajas de adoptar este marco metodológico son:

- Enfoque sobre la explotación real de las plataformas.
- Enfoque altamente intrusivo.
- Enfoque orientado a resultados tangibles y no a estadísticas generadas por herramientas).

2.2.10. Herramientas de Hacking Ético

Dentro de las metodologías utilizadas en el ethical hacking, se utilizan entre otras las siguientes herramientas o software para generar los exploits (pruebas de penetración) requeridos:

2.2.10.1 Nmap.

Herramienta estándar usada mundialmente por miles de consultores en el mundo, algunas de las características más representativas de nmap son:

- Escaneo de Puertos.
- Escaneo de servicios.
- Escaneo de vulnerabilidades.
- Escaneo de redes.
- Escaneo por scripts.

2.2.10.2 Ncat.

Utilidad que tiene entre otras las siguientes características:

- Redirección TCP y UDP.
- Escáner de puertos.
- Service binding.

- Soporte para SSL.
- Soporte para Proxys.

2.2.10.3 Ncrack

Herramienta para cracking de autenticación de alta velocidad, algunas de las características de esta herramienta son:

- Soporte para RDP.
- Soporte para SSH.
- Soporte para SMB.
- oSoporte para VNC.
- Soporte para VNC.
- Soporte para FTP.
- Soporte para Telnet.

2.2.10.4 Metasploit framework.

Framework de explotación desarrollado en Ruby usado ampliamente a nivel mundial por consultores en seguridad, algunas de las características destacadas del framework son:

- Amplia base de datos de exploits.
- Diversos Payloads de ejecución.
- Soporte para post-explotación.
- Permite atacar diferentes plataformas.

2.2.10.5 Matelgo.

Herramienta ampliamente usada mundialmente para el desarrollo de etapas de obtención de información. Los resultados proporcionados por maltego pueden ser usados en diferentes fases de un ataque.

2.2.10.6 Yersinia.

Herramienta de red que permite tomar ventaja de los diferentes tipos de vulnerabilidades en diferentes protocolos de red, con yersinia se pueden realizar ataques contra los siguientes protocolos.

- Spanning Tree Protocol (STP).
- Cisco Discovery Protocol (CDP).
- Dynamic Trunking Protocol (DTP).
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).
- Hot Standby Router Protocol (HSRP).
- IEEE 802.1Q.
- IEEE 802.1X.
- Inter-Switch Link Protocol (ISL).
- VLAN Trunking Protocol (VTP).

2.2.10.7 Dsniff.

Sniffer usado ampliamente en pruebas de penetración con capacidades interceptación de tráfico de red. Adicionalmente dsniff incluye las herramientas arpspoof, dnsspoof y macof.

2.2.10.8 Ettercap.

Sniffer de red con capacidades de realizar ataques del tipo Man In The Middle y con un amplio soporte de plugins.

2.2.10.9 Ike-Scan.

Herramienta especializada para realizar ataques dispositivos que usen el protocolo IKE.

2.2.10.10 Nessus.

Scanner de vulnerabilidades conocido ampliamente a nivel mundial con soporte de scripts personalizados mediante el uso de Nessus Attack Scripting Language NASL.
Algunas de las características más representativas de Nessus son:

- Permanente actualización.
- Reportes de riesgos con categorización del mismo.
- Posibilidad de escanear máquinas de forma simultánea.
- Posibilidad de integración con otras herramientas como metasploit y nmap.

2.2.10.11 Social engineering toolkit.

Herramienta líder mundialmente para el desarrollo de vectores de ataque relacionados con ingeniería social, incluyendo Phising, Credential Harvesting y otros vectores de ataque dirigidos a explotar vulnerabilidades humanas en usuarios y administradores.

2.2.10.12 Backtrack5.

Principal distribución cuyo propósito específico es la seguridad en redes, considerada actualmente la distribución más avanzada de Linux diseñada con un propósito específico de seguridad, desarrollada por profesionales de la seguridad y en total alineación con las metodologías descritas anteriormente, cuenta de forma nativa con más de 300 herramientas de seguridad incorporadas.

CAPITULO 3

3. METODOLOGIA APLICADA

3.1. METODOLOGIA AUDITORIA AMORS PARRA-CRESPO PARA SQM SEGÚN ISO55001

Dado que la División Yodo Nutrición Vegetal es uno de los negocios estratégicos mejor posicionados en el mercado internacional, tiene la necesidad de mantenerse competitivo y es la división que mejor tiene implementada la gestión responsable y visión a largo plazo del negocio por lo que marca desafíos más específicos, por lo que el estudio será aplicado a dicha división.

Para la aplicación de la auditoría, se aplicó la encuesta descrita anteriormente, Asset Management Survey (AMS), a 20 trabajadores de la compañía, cuyos cargos se distribuyen en Superintendentes, Supervisores, Jefes de Planta, Planificadores e Ingenieros Predictivos, Mecánicos y Operadores de Planta. Los resultados se expresan en 2 ítems, el primero como resultado general de la auditoría y el segundo con resultados específicos desglosado por cada requerimiento, donde se detalla la exigencia del requisito, tomado directamente del documento ISO 55.001:2024, los antecedentes analizados dentro de la organización y por último la práctica de la empresa referente al requisito. Para una mejor comprensión de los resultados se estratificó la muestra entre los 14 encuestados de Rol Ejecutivo y Supervisor pertenecientes al grupo 1 y los 6 encuestados de Rol General pertenecientes al grupo 2. Esto permitirá enfocar los esfuerzos en aquellos aspectos de la norma que más inciden en la organización, debido a que los encuestados pertenecientes al Rol General, pudieran no tener del todo la información requerida para argumentar el cumplimiento de los distintos aspectos de la norma. Podemos ver esta incidencia en que todos los entrevistados de Rol General, calificaron las respuestas de cada requisito con nota 4 y 5.

3.2. METODOLOGIA HACKING ETICO PARA SQM SEGÚN ISO 27.001

Para la ejecución de esta auditoría, se planificaron actividades en 3 fases secuenciales, cada una orientada a realizar detecciones pertinentes y proveer información relevante para el correcto desenvolvimiento de la etapa siguiente y que entre las 3, agrupan las 7 fases declaradas en el marco teórico:

1. Fase I: Reconocimiento de Sistemas.
2. Fase II: Análisis y Detección de Vulnerabilidades Mediante Técnica de Caja Gris.
3. Fase III: Evaluación e Informe de Riesgos Basado en ISO 27001.

Para cada fase, se emplearon herramientas y técnicas específicas, algunas de ellas automatizadas, pero en su gran mayoría se ejecutaron pruebas manuales con interacción total por parte de los consultores asignados a esta actividad, lo que se tradujo en precisión y control de las acciones realizadas.

3.2.1. Reconocimiento de Sistemas.

Esta etapa consta de la revisión y recolección de información de toda la arquitectura de la red industrial: listado de activos, diagramas, políticas, procedimientos, certificación de competencias y licenciamiento son parte de la revisión general del sistema oT/iT.

3.2.2. Análisis y Detección de Vulnerabilidades Mediante Técnica de Caja Gris.

En esta etapa fue necesario un servicio profesional que imitara los ataques o que accediera con las mismas metodologías que emplea un intruso. De esta manera, se pudo evaluar, con certeza, las condiciones de seguridad de la organización, y de haber agujeros en el sistema, se podrían descubrir y solucionar de forma preventiva. La labor de los profesionales de penetración siempre está ligada a las necesidades y preocupaciones que

pueda tener una entidad. Por ello, cada prueba de intrusión será diferente y su éxito dependerá de las habilidades y experiencias que tenga el profesional. Algunas tareas que se realizaron para la detección de vulnerabilidades fueron:

- Reconocimiento, escaneo, enumeración e identificación de puertos, protocolos, servicios y tecnologías utilizadas por la plataforma mediante software Nessus.
- Búsqueda y análisis de vulnerabilidades automatizada y manual con reconocimiento de segmentos de red.
- Revisión de configuraciones inseguras mediante ataque controlado de exploits.
- Revisión de componentes desactualizados o con vulnerabilidades conocidas.
- Se focaliza la detección de vulnerabilidades en sistemas como VMware, vCenter, RDP, SNP y sistemas operativos desactualizados.

Los segmentos de IP analizados fueron los que se indican en la tabla adjunta. Ver anexo Diagramas de Arquitectura Red OT.

Tabla 4. IP Hacking Ético

N°	Dirección de Red/Prefijo
1	192.168.100.0/24
2	192.168.123.0/24
3	192.168.80.0/24
4	192.168.103.0/24
5	192.168.128.0/24
6	10.16.200.0/24
7	172.23.211.0/24
8	160.70.42.0/24
9	160.70.19.0/24
10	160.70.31.0/24
11	192.168.7.0/24

Fuente: Elaboración Propia

Lo hallazgos realizados durante la auditoria, fueron evaluados empleando una escala de medición de vulnerabilidades basada en el sistema de puntuación CVSS v3 (Common Vulnerability Scoring System), que es marco de trabajo abierto que establece un estándar para el reporte del impacto, la probabilidad y las características de las vulnerabilidades, estandarizando de esta forma la gravedad de los riesgos de seguridad de detectados, facilitando de esta el establecimiento de planes de acción y prioridades para las actividades de remediación. En las siguientes tablas, se definen los parámetros empleados para obtener el puntaje asignado a cada hallazgo realizado:

Tabla 5. Escala de medición de impacto (CVSS v3).

Nivel	Valor	Descripción
Crítico	Entre 9 y 10	Fallas que-permiten tomar control de equipos y extraer información, son fáciles de ejecutar, siempre ofrecen un resultado similar que únicamente depende del atacante.
Alto	Entre 7 y 8.9	Fallas que permiten tomar control de equipos y extraer información. Los ataques son complejos y requieren capacidades técnicas avanzadas para que sean exitosos y no siempre son repetibles.
Medio	Entre 4 y 6.9	Fallas que permiten un control limitado de equipos, así como acceso limitado a información del sistema.
Bajo	Entre 0 y 3.9	Fallas que no permiten control de equipos, pero permiten obtener información adicional para ejecución de ataques.
Información	-	Oportunidades de mejora.

Fuente: Estándar FIRST Forum Of Incident Response and Security Teams

Adicionalmente se categoriza el nivel de la probabilidad de ocurrencia o de ejecución de ataques basados en una vulnerabilidad específica. La escala definida por CyberTrust se expone a continuación:

Tabla 6. Escala de medición de probabilidad

Nivel	Valor	Descripción
Muy Alta	4	Ataques para los que existen herramientas creadas, son automatizados, sencillos de ejecutar y repetibles
Alta	3	Ataques para los que no siempre existen herramientas creadas y dependen de factores adicionales a la ejecución del código malicioso.

Media	2	Ataques para los que no siempre existen herramientas creadas pero su éxito depende de condiciones específicas, tales como interacción de usuarios o configuraciones específicas.
Baja	1	Ataques complejos, para los que no existen herramientas creadas y cuyo éxito depende de condiciones específicas

Fuente: Estándar FIRST Forum Of Incident Response and Security Teams

Los valores de impacto se transforman a escala del 1 al 4 y son combinados con la probabilidad de cada hallazgo para ofrecer un valor de **riesgo**, al que se le asigna un valor en función a la siguiente escala y bajo la cual se efectúa una matriz o mapa de calor de las vulnerabilidades detectadas expuesta en los resultados de la presente auditoria:

- Crítico
- Alto
- Medio
- Bajo

3.2.3. Análisis de Riesgos del Sistema Basado en ISO 27001. Auditoria de Seguridad.

En el entorno actual de las redes de comunicación, las organizaciones son cada vez más dependientes de sus sistemas de información. Por ello, es que la información es un activo que, como otros activos comerciales es muy importante y esencial para el negocio, por lo tanto, necesita ser protegido adecuadamente, ya que la información está expuesta a un número cada vez mayor de usuarios y por tanto a una variedad más amplia de amenazas cada vez son más sofisticadas. Esta etapa de la auditoria de seguridad no es para culpar o desmerecer el diseño de una red, sino para garantizar la eficacia, integridad y el cumplimiento de las políticas de seguridad de la empresa. La auditoría ofrece la habilidad de probar los sistemas, encontrar riesgo y comprobar si los controles son los apropiados para mitigar la exposición a los diferentes riesgos, cabe recalcar que la auditoría de seguridad no sólo trata de cómo ejecutar un sin número de herramientas de hackers, en un intento de entrar en la red. Es por ello que la ISO/IEC 27001:2022 representa el estándar internacional desarrollado

como una guía para el análisis, implementación, control y mantenimiento de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI), a través del establecimiento de un grupo de requisitos a cumplir con este motivo. Dado su enfoque orientado a los procesos de negocio, es una norma general aplicable a una gran gama de empresas, adaptándose a los diferentes giros de negocio y activos de información que éstas puedan tener. A diferencia de su versión anterior la norma actual no nombra el Ciclo Deming como metodología para definir el ciclo de vida – y mejora continua – del sistema de seguridad a implementar, dejando abierta la posibilidad de la entidad a elegir un modelo de mejora continua distinto y que se adapte mejor a sus necesidades.

Considerando lo anterior se han definido algunos requisitos fundamentales de cumplimiento en esta auditoría que se presentarán como ausencia en los resultados de esta etapa en cuyas tareas destacan las siguientes actividades:

- Se realiza un análisis avanzado basado en los requisitos de la norma ISO 27001 para generar recomendaciones de "Riesgos" categorizados en alto, medio y bajo.
- Se crea un reporte de Confidencialidad, en el cual se declara que toda Información deberá ser mantenida por las Partes de manera confidencial, y sólo podrá ser utilizada para los objetivos del análisis propuesto y de ninguna manera la Información Confidencial podrá ser revelada por las Partes, sus agentes o personal sin una previa autorización escrita por la otra Parte.
- Se realizarán pruebas basadas en metodologías internacionales centradas principalmente en la detección de información sensible expuesta, conexiones no cifradas o cifradas con métodos débiles, utilización de componentes desactualizados, desarrollo inseguro, entre otros.

CAPITULO 4

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS GENERALES AUDITORIA AMS-ISO 55001 DE PARRA Y CRESPO

Los resultados obtenidos de la auditoría para cada uno de los 7 requisitos de la NCh-ISO 55.001, indica que en promedio la División de la Compañía se encuentra en un "Proceso Levemente por Debajo del Promedio" dentro de la escala de existencia, con un valor promedio de 2,86 puntos. Esto claramente muestra que SQM YNV se encuentra en una etapa de desarrollo donde sus elementos bajos son el Liderazgo, Contexto de la Organización y Planificacion, ya que no se han establecido objetivos organizacionales para la implementación de un PEGA.

Sin embargo, al estratificar la muestra, se puede observar que el impacto en los resultados de los encuestados del tipo "Rol General" favorecen la composición de la métrica, es decir, ayudan al cumplimiento de los objetivos según la metodología del procedimiento. Esto puede deberse a varios factores, uno de ellos es la falta de información que fideliza el cumplimiento de cada requisito o bien, dado que la encuesta es cualitativa, la sensación de satisfacción en el cumplimiento de los mismos.

Dado lo anterior y considerando que el Rol "Ejecutivo (E) y Supervisor (S)" tienen una formación académica ligada a los conceptos de la norma y su función se encuentra más cercana a los procesos administrativos que gobiernan la organización, solo consideraremos las encuestas realizadas a estos cargos quedando un total de 14 encuestados.

Dejamos claro que el impacto de los resultados si bien no varía de gran manera permite evidenciar de mejor forma las oportunidades que tiene la organización en función del cumplimiento de los requisitos de la norma, quedando el promedio general en 2,2 dentro de la escala de existencia.

Tabla 7. Resultado de Puntaje obtenido por auditoría AMS por cada Requisito

	Requerimientos de la ISO 55001	Escala de existencia (0-1-2-3-4-5)
1	4. Contexto de la Organización	1.62
2	5. Liderazgo	1.78
3	6. Planificación	1.81
4	7. Soporte	2.77
5	8. Operación	2.83
6	9. Evaluación de desempeño	2.23
7	10. Mejora	2.34

Fuente: Elaboración Propia

Dichos resultados se pueden visualizar de mejor manera a través de la gráfica tipo radar, en el que, de manera clara, se puede apreciar que los primeros 3 elementos auditables de la Norma se encuentran bajos, cuyos detalles se podrán revisar en los resultados específicos de la auditoría.

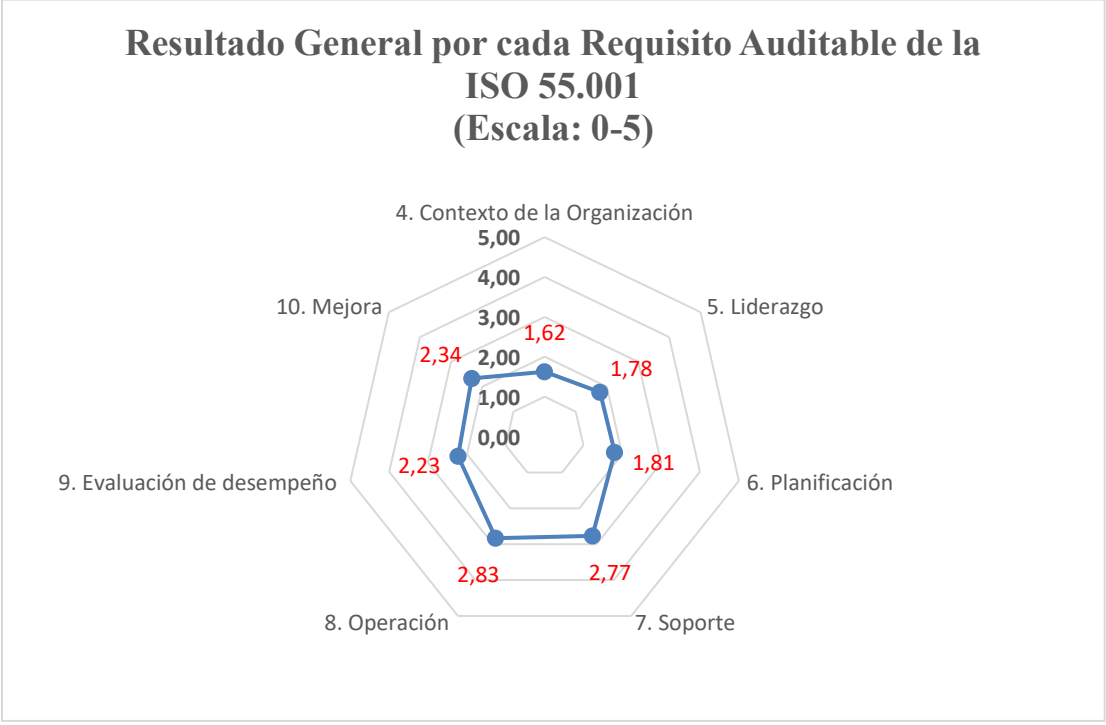


Ilustración 12. Resultado General por cada Requisito Auditable AMS

Fuente: Elaboración Propia

4.2. RESULTADOS ESPECIFICOS DE AUDITORÍA AMS-ISO 55.001

Cada requisito se puede desglosar en niveles inferiores, en los cuales se puede analizar los puntos que influyen en la calificación final del nivel de madurez de dicho elemento. Donde con mayor claridad se refleja que cuatro de siete de los requisitos auditables se encuentran bajo el nivel de madurez.

Los resultados de los requisitos auditables son presentados detallando la Exigencia del Requisito, obtenido directamente de la NCh ISO 55.001:2014, los antecedentes analizados como material complementario a los resultados de la Encuesta AMS-ISO 55.001 y por último las prácticas identificadas en la organización referente al elemento auditable.

Tabla 8. Resultados Generales de la Auditoria AMS

Requerimientos de la ISO 55001	**Escala de existencia (0-1-2-3-4-5)**
4. Contexto de la Organización	1,62
4.1. Comprender la organización y su contexto	2,13
4.2. Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas	1,75
4.3. Determinar el alcance del sistema de gestión de activos	1,48
4.4. Sistema de Gestión de Activos	1,14
5. Liderazgo	1,78
5.1. Liderazgo y compromiso	1,94
5.2. Política	1,28
5.3. Papeles (Roles) organizacionales, responsabilidades y autoridades	2,11
6. Planificación	1,81
6.1. Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades en el sistema de gestión de activos	2,34
6.2. Objetivos de la gestión de activos y planificación para lograrlos	1,27
7. Soporte	2,77
7.1. Recursos	3,40
7.2. Competencia	2,61
7.3. Concientización	3,08
7.4. Comunicación	2,24
7.5. Requisitos de información	2,69
7.6. Información documentada	2,62

8. Operación	2,83
8.1. Planificación y control operacionales	2,80
8.2. Gestión de cambio	2,41
8.3. Outsourcing (Tercerización)	3,29
9. Evaluación de desempeño	2,23
9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación	2,57
9.2. Auditoría interna	1,87
9.3. Revisión de la gestión	2,24
10. Mejora	2,34
10.1. No conformidad y acción correctiva	2,41
10.2. Acción preventiva	2,30
10.3. Mejora continua	2,29

Fuente: Elaboración Propia

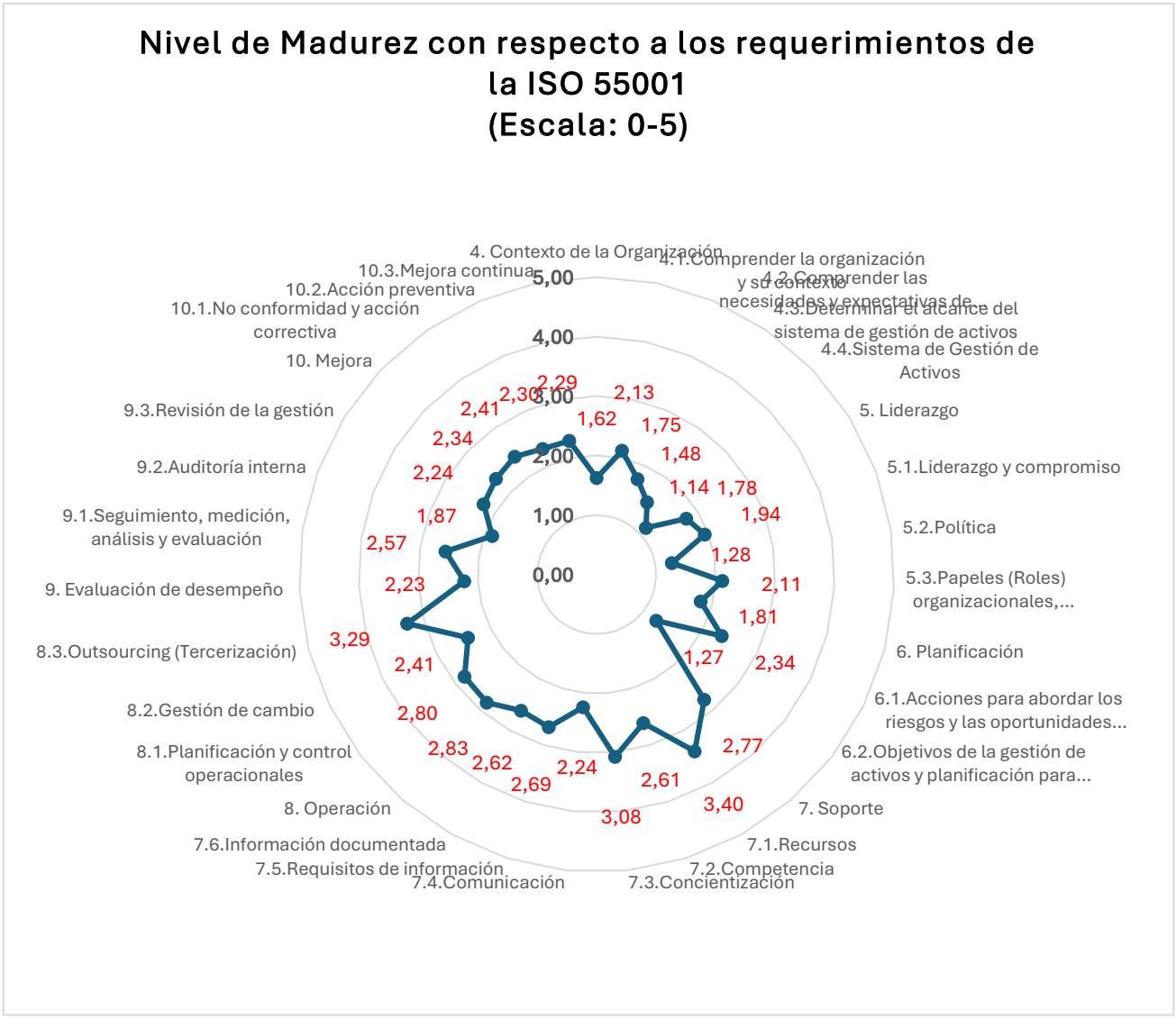


Ilustración 13. Nivel de madurez a detalle cada Requisito Auditable de la ISO 55.001

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1. Resultados para la categoría N° 4 Contexto de la Organización AMS-ISO 55.001

Los resultados de madurez en este elemento muestran un nivel “Desarrollando”, donde la organización ha establecido objetivos organizacionales y cuenta con un plan estratégico respecto a su negocio, esto muestra que a la vez existe una comprensión sobre ellos, pero no ha establecido compromisos para la implementación de un Sistema de Gestión

de Activos. Aun así, lo que respectan a las áreas involucradas en el negocio, solo Mantenimiento comprenden la necesidad de un Plan de Gestión de Activos, y logran comprender cuales son los puntos que fortalecen la Gestión de Activos de la organización. Mientras que las demás como Operaciones, no tienen claridad del concepto ni su importancia, así como su rol dentro de un SGA.

Tabla 9. Tabla de Resultados para la categoría N°4 Contexto de la Organización

4. Contexto de la Organización	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
4.1. Comprender la organización y su contexto	2.13
4.2. Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas	1.75
4.3. Determinar el alcance del sistema de gestión de activos	1.48
4.4. Sistema de Gestión de Activos	1.14

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1 Requisito 4.1 Comprensión de la organización y su contexto

Exigencias del Requisito

La organización debe determinar los factores relevantes internos y externos que afectan la capacidad de la organización para lograr los resultados esperados del sistema de gestión de activos.

Los objetivos de la gestión de activos deben estar alineados y en consonancia con los objeticos de la organización.

Antecedentes analizados

- Plan Estratégico de la Compañía, propósito y valores.
- Organigrama corporativo
- Políticas de Sostenibilidad, Ética y Derechos Humanos; Política de Gestión Integrada de Procesos

- Certificaciones y Alianzas
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

En base a los resultados de las entrevistas y de la información revisada se evidencia que trabaja bajo pilares esenciales para el desarrollo de sus actividades, las cuales son:

- Seguridad
- Sostenibilidad
- Integridad
- Excelencia
- Desafío

El contexto interno se encuentra documentado, que se cuenta con estructura organizativa, políticas, objetivos y estrategias, capacidades, sistemas de información y flujo de decisiones, sistemas de gestión ambiental, eficiencia energética y de calidad, pero no cuenta con prácticas demostrables de gestión de activos. Dado esto, no se evidencia registros de documentación formal en donde se revisen los factores relevantes ni se ha determinado formalmente los objetivos de la gestión de activos, pero si se presentó la oportunidad de la implementación para mejorar la forma en que se obtiene valor de los activos y la adherencia al Pliego Técnico RPTD N° 17.

4.2.1.2 Requisito 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Exigencias del Requisito

La organización debe identificar, documentar y revisar las partes interesadas tanto internas como externas que son relevantes para el sistema de gestión de activos y sus necesidades y expectativas referente a este tema, el cual debe incluir.

- Requisitos y expectativas de estos interesados con respecto a la gestión de activos.

- Criterios y niveles de servicio para la gestión de activos.
- Toma de decisiones.
- Requisitos para la grabación de información financiera y no financiera relevante para la gestión de activos y presentación de informes internos y externos.

Antecedentes analizados

- Reportes de Sustentabilidad
- Revisión de requerimiento de las áreas involucradas en la operación directa de los activos físicos:
- Procesos
- Operaciones Planta
- Operaciones Integradas
- Mantenimiento (Ejecución, Planificación y Predictivos)
- Salud y Seguridad
- Medio ambiente
- M1 (Excelencia Operacional)
- Abastecimiento
- Finanzas
- Recursos Humanos
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización tiene identificada las partes interesadas de sus Sistemas de Gestión Integrados que actualmente se encuentran vigentes, aun así, no ha definido cuales son las necesidades y expectativas de estás en relación a los requisitos del Sistema de Gestión de Activos.

El personal que interactúa directamente con las operaciones tiene una descripción documentada de su rol, además se tiene establecido por agenda interacciones con las áreas internas de acuerdo a los flujos establecidos (Proveedores, clientes internos, empresas

externas, etc.), pero no se ha determinado criterios para la toma de decisiones respecto a los Activos y al Sistema de Gestión.

4.2.1.3 Requisito 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos

Exigencias del Requisito

La organización debe determinar los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión de activos para establecer su alcance. El alcance debe estar alineado con el PEGA y la Política de gestión de activos.

Al determinar el alcance, la organización debe considerar:

- Factores externos e internos referidos en el numeral 4.1.
- Requisitos de las partes interesadas mencionado en el numeral 4.2.
- Interacción con otros sistemas de gestión.
- La organización debe definir el portafolio de activos cubierto por el alcance del sistema de gestión de activos.
- El alcance estará disponible como información documentada.

Antecedentes analizados

- Listado de Activos Físicos asociado a las operaciones de SQM YNV.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización tiene identificado todos los activos físicos, los cuales se encuentran agrupados por operación y jerarquizado según su características y criticidad. Este se encuentra cargado en un ERP de Mantenimiento. Sin embargo, al no contar con un Sistema de Gestión de Activos no se tiene definido ni documentado el alcance de las responsabilidades e influencias de las partes interesadas relevantes.

4.2.1.4 Requisito 4.4 Sistema de Gestión de Activos

Exigencias del Requisito

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos, incluyendo los procesos necesarios y su interacción, de acuerdo con los requisitos de ISO 55001.

La organización debe desarrollar un PEGA que incluye documentación del papel del sistema de gestión de activos apoyando el logro de los objetivos de la gestión de activos

Antecedentes analizados

- Documentos y Políticas de SQM.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La compañía no ha establecido un Sistema de Gestión de Activos para las instalaciones de sus operaciones, pero sí se puede observar la necesidad de su implementación de acuerdo a los lineamientos de RPTD-N°17-SGIIE. La gestión que se tiene sobre los activos incluye mantenimiento y operación en el cual se identifican los sistemas y activos críticos, de acuerdo al Plan de Producción anual, para asegurar la continuidad operacional. Además, estos activos cuentan con una estrategia de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

La organización cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental, de Calidad y Eficiencia Energética, los cuales servirán como referencia y base para el desarrollo de un Sistema de Gestión de Activos

4.2.2. Resultados para la categoría N° 5 Liderazgo AMS-ISO 55.001

El nivel de madurez de este elemento, entrega un resultado de “Desarrollando” donde se destaca que la organización cuenta con planes estratégicos organizacionales y objetivos

claros, además de una cultura marcada por la innovación y reinvención en el mercado, lo que hace que tiene claro los factores que influyen en la obtención de valor. Además cuenta con Políticas enfocadas en distintos aspectos de la empresa, donde muchas de ellas tienen relación con el Sistema de Gestión de Activos, como lo son la Política de Abastecimiento Responsable, de Conflicto de interés, Corporativa de Gestión Integrada de Procesos, entre otras, sin embargo no se cuenta con una Política de Gestión de Activos ni se ha establecido el equipo que lidere el proceso de la Gestión de Activos dentro de la organización, generando estrategias, planes, políticas y todo lo que conlleva la implementación, ejecución y mantención de un Sistema de Gestión de Activos. Esto ha hecho que se tenga conocimiento de la importancia de un PEGA, pero solo se limita a iniciativas no implementadas o formalizadas.

Tabla 10. Resultados para la categoría N° 5 Liderazgo

5. Liderazgo	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
5.1. Liderazgo y compromiso	1.94
5.2. Política	1.28
5.3. Papeles (Roles) organizacionales, responsabilidades y autoridades	2.11

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.1 Requisito 5.1 Liderazgo y compromiso

Exigencias del Requisito

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de activos de la siguiente forma:

- Asegurándose de que la política de gestión de activos, el PEGA y los objetivos establecidos en la gestión de activos sean compatibles con los objetivos organizacionales.
- Asegurar la integración de los requisitos del sistema de gestión de activos en el proceso de negocio de la organización.
- Asegurar que los recursos para el sistema de gestión de activos están disponibles.

- Comunicar la importancia de una gestión de activos eficaz y de ajustarse a los requisitos de la gestión de activos.
- Asegurarse de que el sistema de gestión de activo logra su(s) resultado(s) previsto(s).

Dirigir y apoyar a las personas para contribuir a la eficacia del sistema de gestión de activos:

- Promover la colaboración interfuncional dentro de la organización.
- Promover la mejora continua.
- Apoyar otros roles de gestión relevantes para demostrar su liderazgo en lo que se refiere a sus áreas de responsabilidad.
- Asegurar que el enfoque utilizado para gestionar el riesgo en la gestión de activos esté alineado con el enfoque de la organización para gestionar el riesgo.

Antecedentes analizados

- Estándares de Gestión Ambiental, de Calidad, Eficiencia Energética, Seguridad de la Información.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La compañía, a través de sus Sistemas de Gestión Integrados, muestra atributos de liderazgo que satisfacen el requisito en mención. A pesar de esto, la organización no ha asignado formalmente los recursos para la implementación de un SGA ni los compromisos necesarios. Aun así, se ha identificado la necesidad de su implementación.

4.2.2.2 Requisito 5.2 Política

Exigencias del Requisito

La alta dirección debe establecer una política de gestión de activos que:

- Es apropiada para el propósito de la organización.

- Proporciona un marco para establecer objetivos de gestión de activos.
- Incluye el compromiso de satisfacer los requisitos aplicables.
- Incluye un compromiso con la mejora continua del sistema de gestión de activos.

La política de gestión de activos deberá:

- Ser consistente con el plan organizacional.
- Ser consistente con otras políticas organizacionales relevantes.
- Ser apropiado a la naturaleza y escala de los activos y operaciones de la organización.
- Estar disponible como información documentada.
- Comunicarse dentro de la organización.
- Estar disponible para las partes interesadas, según corresponda.
- Ser implementada y revisada periódicamente y, si es necesario, actualizada.

Antecedentes analizados

- Políticas corporativas en sus diferentes aspectos (medio ambiente, seguridad, gobierno corporativo, conflicto de interés, libre competencia, de inversión, de financiamiento, sostenibilidad, ética y derechos humanos, gestión integrada de procesos, abastecimiento responsable, habitualidad).
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización dispone de diferentes políticas en sus diferentes aspectos (Anexo D), medio ambiente, seguridad, energía, cumplimiento normativo, ética, entre otros. Se destaca que tiene implementada políticas en los Sistema de Gestión de Medio Ambiente, Calidad, Eficiencia Energética, pero no existe una que haga alusión a la Gestión de Activos, por lo que debe ser desarrollada y difundida en las partes interesadas.

4.2.2.3 Requisito 5.3 Funciones organizacionales, responsabilidades y autoridad

Exigencias del Requisito

La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles relevantes se asignen y se comuniquen dentro de la organización.

La alta dirección debe asignar la responsabilidad y autoridad para:

a) Establecimiento y actualización del PEGA, incluidos los objeticos de gestión de activos.
b) Asegurar que el sistema de gestión de activos apoya el cumplimiento del PEGA.
c) Asegura que el sistema de gestión de activos cumpla con los requisitos de la norma ISO 55001.
d) Asegurar la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión de activos.
e) Establecer y actualizar el (los) plan (es) de gestión de activos.
f) Informar sobre el rendimiento del sistema de gestión de activos a la alta dirección.

Antecedentes analizados

- Estándares de Gestión Ambiental, de Calidad, Eficiencia Energética, Seguridad de la Información, Sistema de Gestión de Riesgos Operacionales.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

Se identifica que dentro de la organización las áreas se encuentran definidas con sus respectivas funciones y roles, estructura organizativa establecida (Anexo E) y además se cuenta con un Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1 (Anexo F) en el que se demuestra la interrelación de las áreas involucradas, sus KPI y lideres.

Dado que no existe un SGA, no se especifican los roles, responsabilidades y autoridades para el sistema mencionado por lo que las actividades relacionadas Gestión de Activos que realizan las diferentes áreas no está formalmente establecido ni documentado.

4.2.3. Resultados para la categoría N° 6 Planificación AMS-ISO 55.001

Bajo el contexto de este requerimiento, las acciones para abordar los riesgos y las oportunidades en la Gestión de Activos, se basa en la experiencia y el conocimiento general del equipo humano de la organización y no de un procedimiento documentado. Aun así, la organización cuenta con un procedimiento Corporativo Gestión de Riesgos del Negocio para el aseguramiento razonable de la creación y protección de valor de la Compañía, este no se aplica como herramienta para la gestión de activos, pero puede ser adoptado y aplicado. Por lo que la puntuación obtenida en este elemento muestra que la organización está en un proceso "Desarrollando". No obstante, el presupuesto otorgado para el logro de los objetivos es adecuado, pero es distribuido en los activos de acuerdo a condición de forma reactiva y no es distribuido de acuerdo a la criticidad que este tenga en el proceso todo bajo la experiencia y conocimiento del equipo humano.

Tabla 11. Resultados del Requisito Auditable N°6 Planificación

6. Planificación	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
6.1. Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades en el sistema de gestión de activos	2,34
6.2. Objetivos de la gestión de activos y planificación para lograrlos	1,27

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.1 Requisito 6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades para el sistema de gestión de activos

Exigencias del Requisito

La organización debería determinar las acciones que son necesarias para abordar los riesgos cuando realiza la planificación de su sistema de gestión de activos. La intención es que la organización se asegure de que el sistema de gestión de activos logra sus objetivos, previene o reduce los efectos no deseados, identifica las oportunidades y logra la mejora continua. Cunando se abordan los riesgos en el SGA, organización debe considerar los problemas a los que se hace referencia en los requisitos a los que se hace referencia en 4.2 y determinar los riesgos y oportunidades que deben abordarse.

Antecedentes analizados

- Estándares de Gestión Ambiental, de Calidad, Eficiencia Energética, Seguridad de la Información, Sistema de Gestión de Riesgos Operacionales.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Procedimiento Corporativo Gestión del Riesgo del negocio.
- Sistema de Gestión del Riesgos Operacionales.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización posee un Sistema de Gestión de Riesgos Operacionales, en el cual la compañía facilita y sistematiza la gestión preventiva y control de los riesgos laborales y pérdidas potenciales que se presentan en las distintas operaciones. Esto se cuenta con su respectiva matriz y dentro de sus principios se encuentran el liderazgo, CPHS, reporte de investigación de accidentes, actividades de terreno, control de contratistas, planes de emergencia, entre otras. Además, se cuenta con un procedimiento de Gestión de Riesgos del Negocio y un área de Gestión de Riesgos de SQM que se encarga de identificar los eventos potenciales que amenacen la consecución de los procesos y objetivos, en esto se desatacan los incendios, incumplimiento de permisos ambientales, accidentes graves o fatales,

ciberseguridad. Se dispone de in inventario de riesgos donde se analizan y entienden las acciones que pueden provocar el riesgo. Este Sistema de Gestión considera el contexto interno y externo que afectan a la organización.

4.2.3.2 Requisito 6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos

Exigencias del Requisito

Objetivos de la gestión de activos

La organización debe establecer los objetivos de gestión de activos en las funciones y niveles que se encuentran al alcance previamente definidos, estos deben proporcionar un vínculo esencial entre los objetivos organizacionales y los del PEGA.

Al establecer sus objetivos de gestión de activos, la organización debe adaptar y satisfacer las necesidades y requisitos de las partes interesadas relevantes y de otros requisitos como financieros, técnicos, legales, reglamentarios y organizativos en el proceso de planificación de la gestión de activos, así como el monitoreo, la medición, análisis y evaluación necesaria para la toma de decisiones sobre las acciones de mejora.

Los objetivos de gestión de activos deben:

- Ser coherentes y estar alineados con los objetivos organizativos y política de gestión de activos;
- Tener incluido los riesgos e impactos potenciales de los riesgos
- establecerse y actualizarse utilizando criterios de toma de decisiones de gestión de activos (véase 4.2);
- Establecerse y actualizarse como parte del PEGA ante cambios o riesgos previamente identificados.
- Ser medible, monitoreado y analizado
- Ser comunicado a las partes interesadas relevantes del contexto interno como externo del SGA (Solo si aplica según confidencialidad)

La organización debe conservar la información documentada de los objetivos de gestión de activos y establecer para sistemas de gestión de activos grandes o complejos, objetivos en sí mismo.

Planificación para lograr los objetivos de la gestión de activos

La organización debe desarrollar e integrar la planificación para alcanzar los objetivos de gestión de activos en conjunto otras actividades de la planificación organizativa, las que, por mencionar, financieras, recursos humanos, medio ambiente, entre otras.

Para uno o varios planes(es) de gestión de activos, a organización debe establecer, documentar y mantener en un nivel apropiado los planes de gestión de activos para alcanzar los objetivos previamente establecidos. Estos planes, al igual que los objetivos de gestión de activos, deben estar alineados con la política de gestión de activos y el PEGA. Además, se debe asegurar que los planes de gestión de activos tomen en cuenta los requisitos relevantes procedentes fuera del sistema de gestión de activos, de tal forma alinearlo con el contexto de la organización.

Al planificar cómo alcanzar sus objetivos de gestión de activos, la organización debe determinar y documentar:

a) El método y los criterios para la toma de decisiones y la priorización de las actividades y recursos para alcanzar su(s) plan(es) de gestión de activos y objetivos de gestión de activos.
b) Los procesos y métodos que deben emplearse en la gestión de sus activos a lo largo de sus ciclos de vida.
c) Lo que se hará, los recursos que se necesitarán, quién será responsable y cuándo se completará, cómo se medirán y evaluarán los resultados.
d) El período de revisión del(los) plan(s) de gestión de activos, acciones para abordar los riesgos y oportunidades.

Teniendo en cuenta cómo pueden cambiar los riesgos y oportunidades con el tiempo, se deben establecer procesos para:

- Identificación de riesgos y oportunidades.
- Evaluación de riesgos y oportunidades.
- Determinar la importancia de los activos en la consecución de los objetivos de gestión de activos.
- La aplicación del tratamiento y el seguimiento adecuados de los riesgos y oportunidades.

Antecedentes analizados

- Estándares de Gestión Ambiental, de Calidad, Eficiencia Energética, Seguridad de la Información, Sistema de Gestión de Riesgos Operacionales.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Plan Estratégico de la Compañía, propósito y valores.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización demuestra que tiene objetivos y metas dentro de su contexto y las áreas involucradas, pero no ha establecido objetivos relacionados a la Gestión de Activos. Respecto a la Planificación, estos al no estar definidos los objetivos de un SGA, no se dispone de una planificación, pero si se puede evidenciar que la planificación diaria de lo las actividades de mantenimiento de las plantas y sus equipos se realizan bajo alcances, con recursos, tiempo de ejecución definido y responsabilidades asignadas, además se demuestra que puede integrar con otras actividades de la organización como financiera, RRHH, seguridad, operaciones entre otras, una planificación para alcanzar objetivos establecidos. Estas actividades se realizan de manera formal y son soportadas por medio de ERP previamente definidos por la compañía.

4.2.4. Resultados para la categoría N° 7 Soporte AMS-ISO 55.001

La organización dispone de los recursos financieros, humanos, de seguridad, herramientas y equipos necesarios, no para garantizar un Sistema de Gestión de Activos, pero si para que se puedan gestionar los activos correctamente, de tal manera poder obtener valor durante el tiempo de vida útil. A la vez también dispone de inversiones para la adquisición, sustitución o reestructuración de sus activos físicos. Esto refleja que la categoría tiene un nivel de competente, ya que puede destinar o redistribuir los recursos para el diseño, implementación y mantenimiento de un Sistema de Gestión de Activos.

Tabla 12. Resultados para la categoría N° 7 Soporte

7. Soporte	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
7.1. Recursos	3.40
7.2. Competencia	2.61
7.3. Concientización	3.08
7.4. Comunicación	2.24
7.5. Requisitos de información	2.69
7.6. Información documentada	2.62

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.1 Requisito 7.1 Recursos

Exigencias del Requisito

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de activos.

La organización debe proporcionar los recursos necesarios para cumplir los objetivos de gestión de activos y para implementar las actividades especificadas en el plan o planes de gestión de activos.

Antecedentes analizados

- Presupuesto anual global y por área.
- Control de Costos Operacionales.
- Estados financieros consolidados 2024 (Opex y Capex).
- Revisión de Software de trabajo en los activos.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización ha definido recursos, ya sea económicos, humanos y tecnológicos para la implementación de sistemas de gestión, pero no se encuentra el de gestión de activos, aun así, demuestra tener la capacidad para poder disponer de recursos necesarios para la implementación de un SGA.

A pesar de no tener un Sistema Integrado, la contratación del personal no es al azar y se determinan los roles y competencias que estos deben tener para trabajar dentro de las áreas que interactúan directamente con los activos, dentro de estas competencias se encuentran la educación y experiencia del personal, lo que no asegura que se revise de forma periódica las necesidades actuales y futuras del personal. Aun así, no dispone de un equipo humano que pueda implementar un Sistema de Gestión de Activos dentro de la organización por lo que estos roles no se encuentran definidos.

En cuanto a los recursos tecnológicos, se dispone de variados softwares que se relacionan directamente con la Gestión de Activos: IBM Máximo, SAP MM, Power BI (Alimentado con datos directos de sensores de equipos y del proceso), SharePoint, AVEVA Historian, entre otros.

4.2.4.2 Requisito 7.2 Competencias

Exigencias del Requisito

La organización debe:

- Determinar la competencia necesaria de las personas que realizan el trabajo bajo su control que afecta el desempeño de sus activos, el desempeño de la administración de activos y el desempeño del sistema de administración de activos.
- Asegurar de que estas personas sean competentes sobre la base de una educación, formación o experiencia adecuadas.
- Cuando corresponda, tomar acciones para adquirir la competencia necesaria y evaluar la efectividad de las acciones tomadas.
- Conservar la información documentada apropiada, como prueba de competencia.

- Revisar periódicamente las necesidades y requisitos de competencia actuales y futuros

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Roles y Responsabilidades de los cargos que se encuentren trabajando directamente con activos.
- Capacitación M1 - Nuevos Ingresos.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

A pesar de no tener un Sistema Integrado, la contratación del personal no es al azar y se determinan los roles y competencias que estos deben tener para trabajar dentro de las áreas que interactúan directamente con los activos, dentro de estas competencias se encuentran la educación y experiencia del personal, lo que no asegura que se revise de forma periódica las necesidades actuales y futuras del personal.

Se evidencia que la organización, en todos sus niveles evalúa anualmente el desempeño de sus trabajadores en base a los 5 valores de la compañía.

Los nuevos ingresos en los distintos niveles tienen un programa de seguimiento para su adaptación al cargo a través de un monitor con experiencia en la compañía.

No se cuenta con capacitaciones periódicas para el personal que pueda ayudar al desarrollo profesional del cargo.

Aun así, no dispone de un equipo humano que pueda implementar un Sistema de Gestión de Activos dentro de la organización, por lo que estos roles no se encuentran definidos.

4.2.4.3 Requisito 7.3 Toma de conciencia

Exigencias del Requisito

Las personas que realicen trabajos bajo el control de la organización y que puedan tener un impacto en el logro de los objetivos de gestión de activos deberán conocer:
La política de gestión de activos.

Su contribución a la eficacia del sistema de gestión de activos, incluyendo los beneficios de un mejor desempeño de la gestión de activos

Sus actividades laborales, los riesgos y oportunidades asociados y cómo se relacionan entre sí las

Las consecuencias de cumplir con los requisitos del sistema de gestión de activos

Antecedentes analizados

- Estándares de Gestión Ambiental, de Calidad, Eficiencia Energética, Seguridad de la Información, Sistema de Gestión de Riesgos Operacionales.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Plan Estratégico de la Compañía, propósito y valores.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

Los resultados en concientización muestran que la mayor toma de conciencia se encuentra en el área de mantenimiento, que a pesar de no contar con un Plan Estratégico y Políticas referente a la Gestión de Activos, entienden los principales aspectos definidos y trabajan en base a los riesgos de las acciones y los impactos que puede provocar, así como las oportunidades y calidad de los servicios prestados a nivel de cliente interno y como pueden contribuir para al logro de los objetivos, diferente es el caso de operaciones y procesos, donde pasan por alto los aspectos de la Gestión de Activos. Por parte de la organización no se ha formalizado ni documentado un procedimiento de difusión de conciencia en gestión de activos.

4.2.4.4 Requisito 7.4 Comunicación

Exigencias del Requisito

La organización debe determinar la necesidad de comunicaciones internas y externas relevantes para los activos, la gestión de activos y el sistema de gestión de activos, incluyendo:

- lo que comunicará.
- Cuando se comunicará.
- A quién se comunicará.
- Cómo se comunicará.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Política de gobierno corporativo.
- Código de Ética.
- Política de Conflictos de Interés.
- Procedimiento Formas de Relacionamiento y Comunicación.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización posee procedimientos de comunicación interna y externa, y tiene establecidos los medios y canales para lograrlo, pero estas no están alineadas con el Sistema de Gestión de Activos debido a la no existencia de este. De acuerdo a lo mencionado, la organización tiene establecido las formas de Relacionamiento y Comunicación de todas las partes interesadas, tanto internas y externas.

Se destaca de gran manera que se cuenta con un Modelo Operativo basado en la filosofía Lean, denominado M1, en la cual se dispone de Diálogos de Desempeño donde se traspasa la información apropiada en todos los niveles de organización, definidos por una minuta,

duración, participantes y frecuencia. En esta no se discute temas respecto a la gestión de activos, si no que se enfoca en el proceso productivo.

4.2.4.5 Requisito 7.5 Requisitos de información

Exigencias del Requisito

La organización debe determinar sus requisitos de información para apoyar sus activos, su gestión de activos, su sistema de gestión de activos y el logro de sus objetivos organizacionales. Al hacer esto:

a) La organización debe incluir la consideración de:
   - La importancia de los riesgos identificados.
   - Las funciones y responsabilidades de la gestión de activos.
   - Los procesos, procedimientos y actividades de gestión de activos.
   - El intercambio de información con sus partes interesadas, incluidos los proveedores de servicios.
   - El impacto de la calidad, disponibilidad, y gestión de la información en la toma de decisiones organizativas.

b) La organización debe determinar:
   - Los requisitos de atributos de la información identificada.
   - Los requisitos de calidad de la información identificada.
   - Cómo y cuándo se recopilará, analizará y evaluará la información.
   - La organización debe especificar, implementar y mantener procesos para gestionar su información.
   - La organización debe determinar los requisitos para la alineación de la terminología financiera y no financiera relevante para la gestión de activos en toda la organización.
   - La organización debe asegurarse de que exista consistencia y transparencia entre los datos financieros y técnicos, y otros datos no financieros pertinentes, en la medida necesaria para cumplir con sus requisitos legales y reglamentarios, considerando los requisitos sus partes interesadas y los objetivos organizativos.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Categorías Documentales SQM.
- Manual de manejo de información de interés para el mercado.
- Control Documental de SQM.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización puede demostrar información documentada sobre los activos, la cual se respalda desde la concepción de los proyectos, donde se dispone de información relevante como Planificación, construcción adquisición de equipos y repuestos. Se dispone de SharePoint como plataforma de colaboración empresarial y ERP que permite la correcta gestión de los activos como el repertorio de estos, estos son Máximo IBM y SAP en el módulo MM, lo que permite el intercambio de información y análisis de estado entre las partes interesadas y áreas involucradas con respecto a los activos. Además, se tiene software AVEVA Historian Trend donde se almacenan los datos de monitoreo de los activos. Bajo estos ERP interactúan las áreas de operaciones, abastecimiento, mantenimiento, contratos, finanzas, entre otras, que permiten administrar la información para poder garantizar el flujo de calidad y gestión de la información. Al no poseer un Sistema de Gestión de Activos, no se han determinado los requisitos de información.

4.2.4.6 Requisito 7.6 Información documentada

Exigencias del Requisito

Generalidades

El sistema de gestión de activos de la organización debe incluir:

- Información documentada según lo requiere esta norma internacional.

- Información documentada para los requisito legales y reglamentarios aplicables.
- Información documentada que la organización determina como necesaria para la eficacia del sistema de gestión de activos, como se especifica en 7.5.

Creación y actualización

Cuando se crea y actualiza información documentada, la organización debe asegurar una apropiada:

- Identificación y descripción (por ejemplo: un título, fecha, autor o número de referencia);
- Formato (por ejemplo: idioma, versión de software, gráficos) y medios de comunicación (por ejemplo: papel, electrónico);
- Revisión y aprobación de su idoneidad y adecuación.

Control de información documentada

La información documentada requerida por el sistema de gestión de activos y por esta norma debe ser controlada para asegurar que:

a) Está disponible y es adecuada para el uso, donde y cuando es necesaria;
b) Está protegida de manera adecuada (por ejemplo, de pérdida de confidencialidad, uso indebido o pérdida de integridad).

Para el control de la información documentada, la organización debe abordar las siguientes actividades, según proceda:

- Distribución, acceso, recuperación y uso;
- Almacenamiento y conservación, incluida la preservación de la legibilidad;
- Control de cambios (por ejemplo, control de versiones);
- Retención y disposición.

La información documentada de origen externo que la organización determina que es necesaria para la planificación y operación del sistema de gestión de activos debe ser identificada, según sea apropiada y controlada.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.

- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Categorías Documentales SQM.
- Manual de manejo de información de interés para el mercado.
- Control Documental de SQM
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

Para los registros de información, se cuenta con plataformas y un área de gestión documental, la cual se enfoca en asegurar la integridad, accesibilidad y eficiencia de la información, donde se incluye recepción, control y flujo de documentos tanto internos como externos (Entregado por proveedores y contratistas). No se tiene determinada que información es relevante para el SGA a pesar de disponer de medios para el almacenamiento en la nube mediante Sharepoint, tampoco se han creado documentos claves para un SGA, aun así, se evidencia que existe una metodología y procedimiento para la creación, revisión y aprobación de documentos. La organización, además es capaz de asegurar que toda información se mantenga resguardada mediante el control de usuarios que acceden a la plataforma y con restricciones de modificación de documentos claves. Dentro de esto, no se cuenta con un programa periódico de difusión de la seguridad de la información ni de las actualizaciones que se lleven a cabo con las áreas principales que intervienen en los activos.

4.2.5. Resultados para la categoría N° 8 Operación AMS-ISO 55.001

En base al resultado obtenido para la evaluación de esta categoría, se muestra un nivel Competente, en este resultado se puede demostrar que existen procesos que pueden ser demostrado o implementados de forma versátil ante un Sistema de Gestión de Activos. Dentro de las actividades de operación y mantenimiento, estos se realizan en base a generalidades de administración de activos, donde se cuenta con estrategias de mantenimiento y planificación de las actividades que se encuentren en la estrategia definida, también se cuenta con un área de mantenimiento predictivo que logra monitorear y generar

alarmas en los equipos, de tal manera programar actividades que minimicen el riesgo de falla imprevista. La información de los trabajos de mantenimiento se realiza a través del ERP IBM Máximo en donde se generan Solicitudes de Servicio y Ordenes de Trabajo que considera los diferentes aspectos de riesgos como, producción, calidad, seguridad y medio ambiente.

Ante la adquisición de un equipo nuevo, se toma en referencia el desempeño de los activos existentes, pero carece de Análisis de Costo de Ciclo de Vida donde se incorporen los costos de operación y mantenimiento de estos para la toma de decisiones, por lo que se concluye que se carece de un procedimiento para la adquisición de activos donde interactúen las áreas involucradas directamente en el Ciclo de Vida de un Activo.

La implementación de tecnología también se encuentra absorbido dentro de la organización, ya que, para hacer más eficientes sus procesos, ha sido necesario la actualización o migración a sistemas automatizados de control y a la vez digitalizados, lo que facilita el control de las plantas industriales en tiempo real, está se desarrolla bajo evaluaciones correspondientes al mercado en que se encuentran, es decir, su negocio. Esto permite mantener continuamente los requerimientos de las normativas en que se encuentra certificados

Tabla 13. Resultados para la categoría N° 8 Operación

8. Operación	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
8.1. Planificación y control operacionales	2.80
8.2. Gestión de cambio	2.41
8.3. Outsourcing (Tercerización)	3.29

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5.1 Requisito 8.1 Planificación y control operacional

Exigencias del Requisito

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios para cumplir con los requisitos, y para implementar las acciones determinadas en 6.1, el plan o

planes de gestión de activos determinadas en 6.2 y las acciones correctivas y preventivas determinadas en 10.1 y 10.2 a través de:

- Estableciendo criterios para los procesos requeridos.
- Implementando el control de los procesos requeridos.
- Manteniendo la información documentada en la medida necesaria para tener confianza y evidencia de que los procesos se han llevado a cabo según lo planeado.
- Tratar y monitorear los riesgos, utilizando el enfoque descrito en 6.2.2

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Estándar de Operación Planta y Pozas.
- Estándar de Mantenimiento Rutinario.
- Control Documental de SQM.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

Se evidencia que se cuenta con estrategias de mantenimiento con diferentes plazos y enfoques, de acuerdo al sistema de producción y el producto a producir es como se intervienen los equipos y la criticidad que se les otorga. No se tiene definido una herramienta ni revisión multidisciplinaria de los activos críticos, más bien se basa en la experiencia del personal de operaciones y mantenimiento. Todos los equipos se encuentran cargados en el ERP IBM Máximo mediante un orden de árbol jerárquico, adicionalmente se puede ver la trazabilidad de los trabajos por equipo mediante uso de OT y SS, las cuales se originan a través de los planes de mantenimiento cargados, trabajos correctivos no programados (Emergencias) o las anomalías identificadas y notificadas oportunamente para ser ingresadas a un programa semanal, sostenido bajo un Proceso de Mantenimiento Rutinario de 6 pasos

(Anexo G), pero no se encuentran definidos que activos están al alcance del sistema de gestión de activos.

En base a la planificación y control de las operaciones, se da de buena manera el control de estos a modo de cumplir con los parámetros de producción, se controlan mediante KPI y reciben directrices desde los altos niveles, pero no se encuentran orientados para cumplir con los requisitos de la normativa; al no tener un SGA, no se dispone de un personal que pueda medir la efectividad de estos y la calidad con lo que se desarrolla.

Los activos son monitoreados periódicamente para determinar su condición de tal manera poder tomar acciones ante desviaciones de su rendimiento operacional, para esto se ha implementado un correcto y robusto Plan de Mantenimiento Predictivo y control operacional en directo, monitoreando parámetros físicos como electricidad, vibraciones y temperatura, además del monitoreo diario propio de la operación dentro del proceso como densidad, flujo, y consumo energético de tal manera poder mantener bajo los límites aceptables de operación y los costos asociados a estos. Estos trabajos, cuando se ejecutan son basados en criticidad y condición, pero no están orientados a planificar, implementar y controlar planes para la gestión de activos.

4.2.5.2 Requisito 8.2 Gestión del cambio

Exigencias del Requisito

Los riesgos asociados con cualquier cambio planificado, que, de forma permanente o temporal, pueden tener un impacto en el logro de los objetivos de gestión de activos, se deben evaluar antes de implementar el cambio.

La organización debe asegurarse que tales riesgos se gestionen de acuerdo con 6.1 y 6.2.2.

La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias no esperadas de los cambios, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.

- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización no cuenta con un procedimiento de gestión del cambio establecido y difundido formalmente. En la Gestión del Cambio, estos se dan de forma particular y no muchas veces se evalúan los riesgos que pueden tener sobre los activos, estos no son planificados y las medidas de mitigación a los eventos adversos se realizan sobre la marcha corrigiendo de manera reactiva realizando modificaciones necesarias. A pesar de que se dispone de un procedimiento para la Gestión de Riesgo este no ha sido relacionado con la gestión de activos dado a la no implementación en la actualidad del sistema de gestión.

4.2.5.3 Requisito 8.3 Subcontratación

Exigencias del Requisito

Cuando la organización subcontrata cualquier actividad que pueda tener un impacto en el logro de sus objetivos de gestión de activos, debe evaluar los riesgos asociados. La organización debe asegurar que se controlan los procesos y actividades contratados externamente.

La organización debe determinar y documentar cómo estas actividades serán controladas e integradas en el sistema de gestión de activos de la organización. La organización debe determinar:

a) Los procesos y actividades que se subcontratarán (incluyendo el alcance y los límites de los procesos y actividades subcontratados y sus interfaces con los propios procesos y actividades de la organización).
b) Las responsabilidades y autoridades dentro de la organización para gestionar los procesos y actividades subcontratados.
c) Los procesos y el alcance para el intercambio de conocimientos e información entre la organización y sus proveedores de servicios contratados.

Cuando se subcontrata cualquier actividad, la organización debe asegurarse de que:

- Los recursos subcontratados cumplen los requisitos de 7.2, 7.3 y 7.6
- Se realiza el monitoreo del desempeño de las actividades subcontratadas, de acuerdo con 9.1.

Antecedentes analizados

- Procedimiento de Contratación de Servicios.
- Sistema de Gestión Integral de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Reglamento para contratistas y subcontratistas de SQM

Prácticas identificadas en la Empresa

Muchos trabajos específicos de los activos son realizados por personal externo, debido a que se debe contar con capacidades y experiencia especifica de la actividad a realizar. A la vez también se externalizan trabajos que se relacionan directamente con la capacidad de recursos humanos, tecnología o recursos de máquinas. La organización dispone dentro del presupuesto anual, montos para la externalización de trabajos, además dispone de Software para la gestión de contratos y licitaciones, como SAP, JIRA, AdcamWeb, ARTIKOS.

El elemento de tercerización se encuentra con un proceso y reglamento definido, un área responsable con autoridad definida dentro de la organización, donde se determina los procesos, responsabilidades y alcances para la correcta gestión de procesos y actividades subcontratadas, así como el intercambio de conocimientos e información entre la organización y el proveedor, incluyendo las actividades a contratar. Al no contar con un SGA, no se han establecido objetivos para realizar la evaluación de la dotación y capacidades necesarias para la ejecución de las actividades que apoyen al cumplimiento de los objetivos.

4.2.6. Resultados para la categoría N° 9 Evaluación del Desempeño AMS-ISO 55.001

Existen modelos de evaluación de desempeño de los activos en base a lo económico y rendimiento operacional, además se basan en el marco regulatorio de las certificaciones obtenidas por la compañía, para esto se cuenta con procedimientos, que no están alineados ni son objetivos de un PEGA, pero determina lo que sí necesita de monitoreo y medición. El

rendimiento de los activos es medido, evaluado e informado mediante los flujos de comunicación existentes, de tal manera poder corregir posibles eventos como fallas. Tampoco se cuenta con un proceso de auditoría. Esto entrega un resultado de nivel "desarrollando", debido a que no se tiene evidencia de que se establecieron procedimientos para los criterios y métodos de monitoreo, medición y evaluación de los procesos de gestión de activos.

Tabla 14. Resultados para la categoría N° 9 Evaluación del Desempeño

9. Evaluación de Desempeño	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación	2.57
9.2. Auditoría interna	1.87
9.3. Revisión de la gestión	2.24

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6.1 Requisito 9.1 Monitoreo, medición, análisis y evaluación

Exigencias del Requisito

La organización debe determinar:

a) Qué necesita ser monitoreado y medido.
b) Los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según corresponda, para asegurar resultados válidos.
c) Cuando se debe realizar el seguimiento y medición.
d) Cuando deben analizarse y evaluarse los resultados del seguimiento y la medición.

La organización debe evaluar e informar sobre:

- El desempeño de los activos.
- El desempeño de la gestión de activos, incluyendo el desempeño financiero y no financiero.
- La eficacia del sistema de gestión de activos.

La organización debe evaluar e informar sobre la eficacia de los procesos para gestionar riesgos y oportunidades.

La organización debe conservar la información documentada apropiada, como evidencia de los resultados del monitoreo, la medición, el análisis y evaluación.
La organización debe asegurar que sus actividades de monitoreo y medición permiten cumplir los requisitos de 4.2.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.
- Roles y Responsabilidades de los cargos que se encuentren trabajando directamente con activos.
- Capacitación M1 - Nuevos Ingresos.
- Estados Financieros Consolidados 2024.
- Estándar de Operación Planta y Pozas.
- Estándar de Mantenimiento Rutinario.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización dispone múltiples KPI definidos, relacionados directamente con las áreas productivas, financieros, salud y seguridad, energéticos, y ambiental. En las áreas productivas los activos son monitoreados, donde existen parámetros definidos para la evaluación del rendimiento y su salud, los procesos de mantenimiento se encuentran con indicadores definidos bajo su sistema de gestión, mientras que las plantas disponen de indicadores de desempeño relacionados a controlar los procesos de producción y el rendimiento de los activos.
Los KPI financieros se basan en el cumplimiento del presupuesto, flujos de caja y resultados del negocio, el cual puede ser revisado en los Estados Financieros de la organización.
En los aspectos ambientales y energéticos, al poseer Sistema de Gestión Integrado y certificado, se cuenta con indicadores implementados en sus procesos siendo estos monitoreados, analizados y evaluados. Aun así, no se evidencia la existencia de

procedimientos que establezca métodos y criterios para el monitoreo, medición, análisis y evaluación de los procesos de gestión de activos ya que los indicadores actualmente existentes no están enfocados en un sistema de gestión de activos.

4.2.6.2 Requisito 9.2 Auditoría

Exigencias del Requisito

La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados, para proporcionar información que ayude a determinar sobre sui si el sistema de gestión de activos:

a) Es conforme con:
   - Los requisitos de la organización para su sistema de gestión de activos.
   - Los requisitos de esta norma.

b) Se implementa y mantiene de manera efectiva.

La organización debe:

a) Planificar, establecer, implementar y mantener uno o más programas de auditoría, incluida la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y de informar. El o los programas deben tener en cuenta la importancia de los procesos afectados y los resultados de auditorías que se realicen previamente.
b) Definir los criterios de auditoría y el alcance de cada auditoría.
c) Seleccionar a los auditores y realizar auditorías, asegurando la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.
d) Asegurarse de que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente.
e) Retener información documentada como evidencia de los resultados de la implementación del programa de auditoría y los resultados de la auditoría.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.

- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

No se ha implementado un proceso de Auditoría para la Gestión de Activos, pero si se ha identificado la necesidad de este requisito. Las Auditorías realizadas solo se enfocan en Certificación de otras normas que interactúan directamente con un Sistema de Gestión de Activos, como calidad, eficiencia energética, sustentabilidad, etc. Dado esto, se cuenta con procedimientos para llevar a cabo auditorías internas y externas.

4.2.6.3 Requisito 9.3 Revisión por la dirección

Exigencias del Requisito

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión de activos de la organización, intervalos planificados, para asegurar su continua idoneidad, adecuación y eficacia.

La revisión por la dirección debe incluir la consideración de:

a) El estado de las acciones de revisiones por la dirección previas.
b) Cambios en asuntos externos e internos que son relevantes para el sistema de gestión de activos.
c) Información sobre el desempeño de la gestión de activos, incluidas las tendencias en:
    - Las no conformidades y las acciones correctivas.
    - Los resultados del monitoreo y la medición.
    - Los resultados de las auditorías.
d) La actividad de la gestión de activos.
e) Las oportunidades para la mejora continua.
f) Los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.

- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización no tiene establecido los objetivos de un Sistema de Gestión de Activos, pero evalúan el rendimiento de los activos y se basan en ello para la toma de decisiones respecto a sus operaciones, estás no se basan en las auditorias, si no que en los resultados económicos y las oportunidades de negocio que se puedan concretar en el futuro, además, mantiene un compromiso con la mejora continua para la obtención de valor.

4.2.7. Resultados para la categoría N° 10 Mejora AMS-ISO 55.001

Se ha establecido estándares para la toma de medidas para corregir y controlar ante incidentes o no conformidades, la principal es a través de Resolución de Problemas (RDP), Confirmaciones de Procesos y Rol (CdP y CdR), que asegura que estás medidas queden bien sustentadas para asegurar la efectividad de la solución implementada. Está es de conocimiento total por la organización y es aplicada a cualquier proceso, área u operación, pueden ser transversales entre los departamentos.

Tabla 15. Resultados para la categoría N° 10 Mejora

10. Mejora	
Sub-Categoría Evaluada	**Puntuación**
10.1. No conformidad y acción correctiva	2.41
10.2. Acción preventiva	2.30
10.3. Mejora continua	2.29

Fuente: Elaboración Propia

4.2.7.1 Requisito 10.1 No conformidades y acciones correctivas

Exigencias del Requisito

Cuando ocurre un no conformidad o incidente en sus activos, gestión de activos o sistema de gestión de activos, la organización debe:

a) Reaccionar ante la no conformidad o incidente y, según corresponda, tomar medidas para controlarlo, corregirlo y lidiar con las consecuencias.
b) Evaluar la necesidad de acción para eliminar las causas de la no conformidad o incidente, para que no ocurra o se repita en otro lugar, mediante:
    - Revisar la no conformidad o incidente.
    - Determinar las causas de la no conformidad o incidente.
    - Determinar si existen no conformidades similares o si podrían ocurrir potencialmente.
c) Implementar cualquier acción necesaria.
d) Revisar la efectividad de cualquier acción correctiva tomada.
e) Realizar cambios (ver 8.2) en el sistema de gestión de activos, si es necesario.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

La organización cuenta con estándar para abordar los incidentes y no conformidades, en el cual se desarrolló para los sistemas de gestión que actualmente se tiene implementado. Adicionalmente, se ha establecido estándares para la toma de medidas para corregir y controlar ante incidentes o no conformidades, la principal es a través de Resolución de Problemas (RDP), Confirmaciones de Procesos y Rol (CdP y CdR), que asegura que estás medidas queden bien sustentadas para asegurar la efectividad de la solución implementada. Está es de conocimiento total por la organización y es aplicada a cualquier proceso, área u operación, pueden ser transversales entre los departamentos.

4.2.7.2 Requisito 10.2 Acciones preventivas

Exigencias del Requisito

La organización debe establecer procesos para identificar de forma proactiva, fallas potenciales en el desempeño de los activos y evaluar la necesidad de acciones preventivas.
Cuando se identifica una falla potencial, la organización debe aplicar los requisitos de 10.1.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

Se evidencia que la compañía no cuenta con procesos establecidos sobre las acciones preventivas para la gestión de activos, pero se identifica como práctica que se cuentan herramientas para el monitoreo y control de los equipos, mantenimiento predictivo de alto nivel, de esta manera se antepone a posibles fallos en estos para que se tomen las acciones correctivas correspondientes. Estás acciones no se encuentran estandarizadas bajo norma o establecidas por la organización y se basan en la experiencia del equipo humano, algunos de estos eventos son analizados mediante RdP para determinar la causa raíz. Muchos de los eventos ocurridos en los activos, que han sido alertados por el sistema de medición, no se ha encontrado las acciones inmediatas, si no que se establecen en el momento bajo los conocimientos del equipo de mantenimiento.
No se cuenta con evidencia que indique procedimientos y procesos para abordar acciones preventivas de los riesgos en el Sistema de Gestión de Activos.

4.2.7.3 Requisito 10.3 Mejora continua

Exigencias del Requisito

La organización debe establecer procesos para identificar de forma proactiva, fallas potenciales en el desempeño de los activos y evaluar la necesidad de acciones preventivas. Cuando se identifica una falla potencial, la organización debe aplicar los requisitos de 10.1.

Antecedentes analizados

- Estándar de Gestión Medio Ambiental.
- Estándar de Gestión de la Calidad.
- Estándar de Gestión de Eficiencia Energética.
- Estándar Modelo Gestión Operativo bajo metodología Lean denominado M1.
- Respuesta de encuesta Auditoria AMS-ISO 55.001 a representantes de cada área.

Prácticas identificadas en la Empresa

Al no disponer de un sistema de gestión de activos, la mejora continua no es aplicable y solo se limita a mejorar el rendimiento de los activos a través de implementaciones bajo las soluciones establecidas en los análisis de problemas.

4.3. RESULTADOS GENERALES DE AUDITORIA DE HACKING ETICO SEGÚN ISO 27001

Con el crecimiento exponencial en el uso del Internet en los últimos 10 años, tanto las empresas grandes como las pequeñas, se han visto obligadas en asegurar su componente vital que es la tecnología de la información. Actualmente las empresas, incluido SQM, cuentan con valiosos activos como recursos de oT/iT, tales como computadoras, redes de datos, sistemas informáticos, etc.

Para la protección de los activos de una empresa, se sugiere que haya tenido al menos una auditoría de seguridad, con el fin de obtener una imagen clara de los riesgos de seguridad que enfrentan y saber la mejor manera de tratar con esas amenazas.

En esta oportunidad, a través de las pruebas de penetración se pudo simular el ataque de los entornos informáticos controlados o virtualizados, con la misión de descubrir y explotar vulnerabilidades, logrando el objetivo de documentar el ataque y recopilar información sobre debilidades, para dar una evaluación de seguridad de un sistema u organización. La simulación, se centró en un ciberataque que pretendió manipular la información, robarla o controlar el sistema; aprovechando fallas y vulnerabilidades conocidas por los expertos. Es de resaltar que, dado los avances en la generación de software con código malicioso, es frecuente el uso de esta técnica de ciberseguridad en las instituciones y organizaciones, integradas en los procedimientos de análisis de seguridad en el ámbito de información en particular SQM se encuentra en proceso de establecer a través del área legal estos procedimientos con una frecuencia de 2 años. Para ello, la ISO/IEC 27001 representa el estándar internacional desarrollado como una guía para el análisis, implementación, control y mantenimiento de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI).

Los aspectos generales que dieron vida a esta auditoria en el área de Automatización y Control para SQM, Div YNV, y sobre los cuales están basados los resultados del presente documento son los siguientes:

- Gobierno de seguridad para sistemas de Control Industrial
- Categorización de activos de sistemas de Control Industrial
- Segmentación de la red de sistemas de Control Industrial
- Protección de perímetro de sistemas de Control Industrial
- Redundancia y tolerancia a fallos en equipos de red OT
- Sistemas de autenticación y autorización.
- Detección, respuesta y recuperación ante incidentes.
- Seguridad física

4.4. RESULTADOS ESPECIFICOS DE AUDITORIA DE HACKING ETICO SEGÚN ISO 27001

4.4.1. Resultados Fase I. Reconocimiento de Sistemas.

Para esta fase los resultados encontrados son de un nivel de cumplimiento básico a la documentación solicitada (¿existe o no existe?). Información que todo sistema de Gestión de activos debe considerar frente a una auditoria referenciada por una norma ISO. El auditor ha solicitado la siguiente información:

a) ¿Cuenta con Procedimiento de gestión de riesgo lógico y físico?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Alto
b) ¿Cuenta con Procedimientos específicos para gestión de seguridad OT?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Alto
c) ¿Cuenta con una Política de seguridad de información específica para sistemas de control industrial?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Medio
d) ¿Cuenta con un inventario de activos categorizados y la infraestructura subyacente a los sistemas de control industrial?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Medio
e) ¿Cuenta con una DMZ para la separación lógica de redes?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Medio
f) ¿Cuenta con una Separación física de redes a través de Swich Core y perímetros de seguridad?
   Respuesta: SI
   Riesgo Asociado: Bajo
g) ¿Cuenta con un firewall para protocolos y servicios de troubleshooting?
   Respuesta: SI

Riesgo Asociado: Bajo

h) ¿Cuenta con sistemas de autentificación y control de accesos lógicos?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Medio
i) ¿Cuenta con sistemas de respaldo y recuperación frente a incidentes ¿físicos y lógicos?
   Respuesta: NO
   Riesgo Asociado: Alto

4.4.2. Resultados Fase II. Metodología de Caja Gris Según ISO 27001

Mientras que las pruebas de caja negra imitan la experiencia del usuario sin que la aplicación lo sepa, las pruebas de penetración de caja gris utilizan información parcial para lograr interacciones más auténticas y similares a las del usuario.
Por ello, las pruebas realizadas en esta auditoria superan a otras incluso cuando personas externas decididas rompen las medidas de seguridad estándar, al centrarse en el comportamiento posterior a la violación.

Con lo anterior, no solo se mejora la seguridad del sistema contra ataques externos, sino también contra amenazas internas. La comprensión parcial de la aplicación por parte de los evaluadores permite una simulación legítima de la experiencia del usuario, revelando fallas, debilidades y vulnerabilidades antes de que los ciberdelincuentes las detecten.

En esta sección se exponen los hallazgos en función al resultado de las pruebas ejecutadas y la información obtenida tras realizar las pruebas basadas en la metodología planteada. Para cada una de ellas, se incluye la siguiente información:

- Título de la observación.
- Probabilidad de ocurrencia.
- Impacto organizacional.
- Nivel de riesgo asociado.

- Descripción de la observación.
- Dispositivos o procesos afectados.
- Recomendaciones.
- Anexos o evidencias (sólo en caso de haber sido obtenidas).

La información mostrada tiene un enfoque ejecutivo y facilita el establecimiento de estrategias o planes de remediación necesarios para minimizar o mitigar el riesgo asociado, al mismo tiempo de ofrecer suficiente información técnica que ayude al personal encargado de la gestión de sistemas al entendimiento de la detección realizada. Es importante destacar que la ejecución de las recomendaciones planteadas es responsabilidad de la organización, debido a que deben tomarse en cuenta necesidades y requerimientos del negocio y el impacto sobre los procesos operacionales, las pruebas en ambientes de desarrollo y calidad y el establecimiento de las ventanas de mantenimiento necesarias para los ambientes de producción.

Se documentaron hallazgos significativos con un alto nivel de riesgo, que requieren atención inmediata.

- Se detectaron 29 hallazgos, de los cuales 21 son críticos y 8 son de riesgo alto.
- Ejemplos de vulnerabilidades incluyen: VMware vCenter v5.5.0, servicio RDP vulnerable a RCE, y sistemas operativos Windows sin soporte.
- La probabilidad de ocurrencia de las vulnerabilidades se clasificó como muy alta en varios casos, indicando un riesgo inminente.

Tabla 16. Vulnerabilidades Detectadas Según Criterio de Evaluación CVSS v3.

ID	Hallazgos	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto	Riesgo
EH-R0-2024-09-A259-H1	**VMware vCenter v5.5.0 vulnerable a vector JMX Deserialización RCE** Se detectó la utilización de una versión desactualizada de “VMware vCenter”, la cual tiene múltiples vulnerabilidades conocidas.	Muy alta	Crítico	Crítico

EH-R0-2024-09-A259-H2	**Servicio de Escritorio Remoto vulnerable a RCE (Ejecución Remota de Comandos)** Se detectó que un servicio RDP el cual según las evidencias obtenidas por NESSUS es vulnerable a la ejecución arbitraria de comandos.	Muy alta	Crítico	Crítico
EH-R0-2024-09-A259-H3	**Sistema operativo Windows sin soporte** Se detectó que diversos equipos mantienen su sistema operativo desactualizado en versiones sin soporte por parte del fabricante.	Alta	Crítico	Crítico
EH-R0-2024-09-A259-H4	**Potencial infección DOUBLEPULSAR Backdoor en servicio SMB y vulnerabilidad MS17-010** Se detectó que equipos mantiene activo el servicio SMBv1, el cual es comprobadamente vulnerable, el que en conjunto con casuísticas como sistemas operativos desactualizados y falta de parches de seguridad permiten a un atacante, exfiltrar información y ejecutar comandos de manera arbitraria en dichos equipos.	Alta	Crítico	Crítico
EH-R0-2024-09-A259-H5	**Detección de servidor web sin soporte (Microsoft-IIS/7.5)** Se detectó que el equipo “192.168.104.247”, mantiene activo el servicio “Microsoft-IIS” en la versión 7.5, la cual esta deprecada y cuenta con vulnerabilidades conocidas vulnerable.	**Alta**	**Crítico**	**Crítico**
EH-R0-2024-09-A259-H6	**Vulnerabilidad en pila treck TCP/IP (Ripple20)** Es factible la identificación de la potencial vulnerabilidad Ripple20, la cual se basa en un vector ubicado en la pila Treck TCP/IP.	Alta	Crítico	Crítico
EH-R0-2024-09-A259-H7	**Servicio Microsoft RDP vulnerable a RCE (CVE -2019-0708) (BlueKeep)** Se detectó que múltiples equipos mantienen activo el servicio RDP el cual según las evidencias obtenidas por NESSUS es vulnerable a la ejecución arbitraria de comandos.	Alta	Crítico	Crítico
EH-R0-2024-09-A259-H9	**VMware vCenter Server 8.0 < 8.0U2d** Se detectó la utilización de una versión desactualizada de “VMware vCenter”, la cual tiene múltiples vulnerabilidades conocidas.	Alta	Crítico	Crítico

EH-R0-2024-09-A259-H10	**VMware ESXi 7.0 / 8.0** Se detectó la utilización de una versión desactualizada de "VMware ESXi", la cual tiene múltiples vulnerabilidades conocidas.	Alta	Crítico	Crítico
EH-R0-2024-09-A259-H11	**SMB no firmado y utilización de SMBv1 en la red OT** Se detecto durante el análisis de la RED que no está utilizando el protocolo SMB firmado en todos los equipos de la organización.	Alta	Alto	Alto
EH-R0-2024-09-A259-H12	**OpenSSH < 9.8 RCE** Se detectó que los equipos "192.168.103.31, 192.168.103.32, 192.168.103.33, 192.168.103.35" mantiene activo el servicio "OpenSSH" en una versión deprecada y vulnerable	Alta	Alto	Alto
EH-R0-2024-09-A259-H13	**Identificación del protocolo ICCP/COTP (ISO 8073)** Se logro detectar el protocolo ICCP/COTP (ISO 8073), en uno de los equipos.	Alta	Alto	Alto
EH-R0-2024-09-A259-H14	**SNMP detección de nombre de comunidad por defecto (public)** Se detectó la utilización del grupo por defecto en el protocolo SNMP.	Alta	Crítico	Alto
EH-R0-2024-09-A259-H15	**FlexNet Publisher < 11.16.2 | < 11.19.6** Se detectó la utilización del software FlexNet Publisher en una versión desactualizada, la cual tiene múltiples vulnerabilidades conocidas.	Media	Crítico	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H16	**Servicio Microsoft Message Queuing vulnerable a RCE (CVE-2023-21554, QueueJumper)** Se detectó que uno de los equipos mantiene activo el servicio "Microsoft Message Queuing" el cual según las evidencias obtenidas es vulnerable a la ejecución arbitraria de comandos.	Media	Crítico	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H17	**CodeMeter < 7.10a** Se detectó la utilización del software CodeMeter en una versión desactualizada, la cual tiene múltiples vulnerabilidades conocidas.	Media	Crítico	Medio

EH-R0-2024-09-A259-H18	**Respuesta desde equipos Modbus del tipo (Coil Access| Device Identification | Discrete Input Access)** Se detectó que es posible identificar diversos equipos Modbus, con los cuales es posible establecer contacto y consultar su estado de manera arbitraria.	Alta	Medio	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H19	**Dell EMC iDRAC9 < 7.00.00.172 / 7.10.00.00 < 7.10.50.00 (DSA-2024-099)** Se detectó la utilización de una versión desactualizada de "Dell EMC iDRAC9" instalada en diversos equipos, la cual es potencialmente vulnerable a un vector que permitan la ejecución de comandos de manera arbitraria	Media	Alto	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H20	**Cliente de control remoto SolarWinds Dameware vulnerable a RCE** Se detecto un cliente de control remoto SolarWinds Dameware Mini el cual tiene una vulnerabilidad conocida.	Media	Alto	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H21	**Respuesta de protocolo de tiempo de red (NTP) en Modo 6** Se detecto que diversos equipos con el servicio NTP, responden a consultas realizadas por medio del "modo 6.	Media	Alto	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H22	**Servicio de Escritorio Remoto vulnerable a vectores de hombre en medio (MitM)** Se detectó que múltiples equipos utilizan el protocolo RDP sin un proceso de encriptación de las comunicaciones, haciéndolas vulnerables a vectores MITM.	Media	Medio	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H23	**Servicio Telnet sin cifrado** Se detectaron servicios Telnet en la RED OT, estos servicios viajan sin una correcta capa de encriptación, se recomienda implementar SSH.	Media	Medio	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H24	**Open SSH < 9.6** Se detectó que los equipos "192.168.103.19, 192.168.103.20, 192.168.103.23, 192.168.103.24, 192.168.103.31, 192.168.103.32, 192.168.103.33, 192.168.103.35", mantiene activos el servicio "Open SSH" en una versión deprecada y vulnerable.	Media	Medio	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H25	**Servicio SSH vulnerable ante ataque de degradación Terrapin (CVE-2023-48795)** Se detectó la vulnerabilidad SSH Terrapin en diversos equipos de la RED.	Media	Medio	Medio

EH-R0-2024-09-A259-H26	**Microsoft SQL Server sin soporte** Se detectó que diversos equipos mantienen el servicio Microsoft SQL Server, en una versión sin soporte.	Media	Medio	Medio
EH-R0-2024-09-A259-H28	**Versiones TLS (1.0 y 1.1) obsoletas** Se detectaron múltiples activos que responden a comunicaciones mediante el protocolo TLS en su versión 1.0 y 1.1; Estos protocolos fueron deprecados por ser vulnerables y potencialmente permitir la permeabilidad del cifrado de las comunicaciones.	Baja	Medio	Bajo
EH-R0-2024-09-A259-H29	**Detección de servidor web sin soporte (nginx < 1.17.7)** Se detectó que diversos equipos mantienen activo el servicio "nginx" en las versiones inferiores o iguales a 1.17.7, lo cual los expone a ser potencialmente vulnerables a ataques de descubrimiento de información.	Baja	Medio	Bajo

Fuente: Informe Auditoría Externa Hacking Ético Empresa Cybertruck

Mapa de Calor de Riesgos

Se creó un mapa de calor para visualizar el nivel de riesgo de los sistemas internos de SQM.

El mapa resume gráficamente los hallazgos y su nivel de riesgo asociado.

Se identificaron vulnerabilidades críticas en servicios como Microsoft-IIS y OpenSSH.

El objetivo es facilitar la priorización de acciones correctivas.

Tabla 17. Hallazgos Detectados en Auditoria de Hacking Ético.

ID	Hallazgos
H01	VMware vCenter v5.5.0 vulnerable a vector JMX Deserialización RCE
H02	Servicio de Escritorio Remoto vulnerable a RCE (Ejecución Remota de Comandos)
H03	Sistema operativo Windows sin soporte
H04	Potencial infección DOUBLEPULSAR Backdoor en servicio SMB y vulnerabilidad MS17-010
H05	Detección de servidor web sin soporte (Microsoft-IIS/7.5)
H06	Vulnerabilidad en pila treck TCP/IP (Ripple20)
H07	Servicio Microsoft RDP vulnerable a RCE (CVE-2019-0708) (BlueKeep)
H08	Equipos "ControlLogix de Rockwell Automation" con múltiples vulnerabilidades conocidas
H09	VMware vCenter Server 8.0 < 8.0U2d
H10	VMware ESXi 7.0 / 8.0
H11	SMB no firmado y utilización de SMBv1 en la red OT

H12	OpenSSH < 9.8 RCE
H13	Identificación del protocolo ICCP/COTP (ISO 8073)
H14	SNMP detección de nombre de comunidad por defecto (public)
H15	FlexNet Publisher < 11.16.2 | < 11.19.6
H16	Servicio Microsoft Message Queuing vulnerable a RCE (CVE-2023-21554, QueueJumper)
H17	Code Meter < 7. 10[a]
H18	Respuesta desde equipos Modbus del tipo (Coil Access| Device Identification | Discrete Input Access)
H19	Dell EMC iDRAC9 < 7.00.00.172 / 7.10.00.00 < 7.10.50.00 (DSA-2024-099)
H20	Cliente de control remoto SolarWinds Dameware vulnerable a RCE
H21	Respuesta de protocolo de tiempo de red (NTP) en Modo 6
H22	Servicio de Escritorio Remoto vulnerable a vectores de hombre en medio (MitM)
H23	Servicio Telnet sin cifrado
H24	OpenSSH < 9.6
H25	Servicio SSH vulnerable ante ataque de degradación Terrapin (CVE-2023-48795)
H26	Microsoft SQL Server sin soporte
H27	Detección de protocolos deprecados SSL 2 y 3
H28	Versiones TLS (1.0 y 1.1) obsoletas
H29	Detección de servidor web sin soporte (nginx < 1.17.7)

Fuente: Informe Auditoría Externa Hacking Ético Empresa Cybertruck

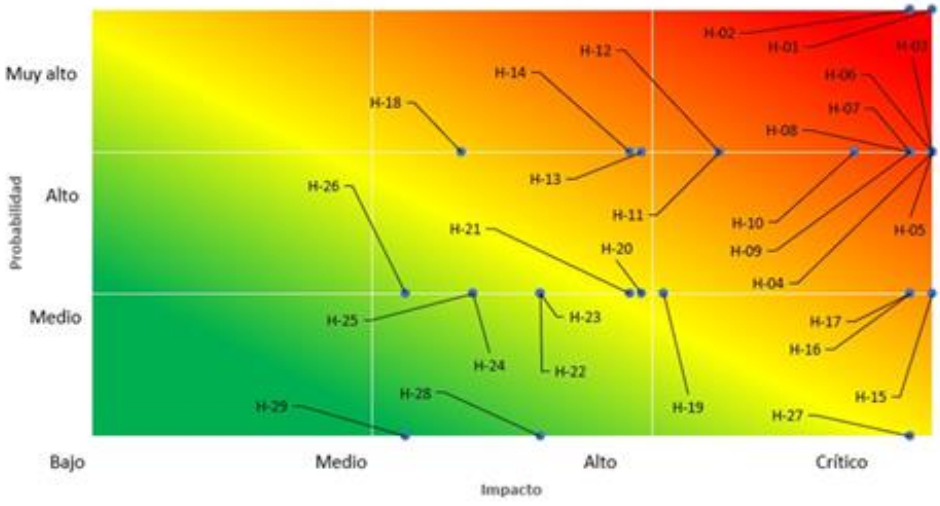


Ilustración 14. Mapa de Calor Vulnerabilidades Según CVSS V3

Fuente: Informe Auditoría Externa Hacking Ético Empresa Cybertruck

4.4.3. Resultados Fase III. Riesgos de Seguridad Según ISO 27001

Las amenazas a la ciberseguridad evolucionan de manera periódica y constante, cada día más sofisticadas apoyadas por herramientas de inteligencia artificial que en la actualidad las estrategias tradicionales no son capaces de detectar o mitigar. Como la estrategia perimetral en su primera línea de defensa ya no son contundentes, muchas de las soluciones empresariales de hoy migraron sus portafolios y servicios a la nube, quedando fuera del perímetro de seguridad de la red. O en su defecto mantienen un tráfico de datos desde y hacia sistemas de almacenamiento y/o procesamiento de datos externos que conviven continuamente con los activos de la red.

Las organizaciones que han adoptado este enfoque de defensa en profundidad han visto una reducción importante en los ataques informáticos y la gravedad de estos. A pesar de lo costosas que pueden ser, las empresas han encontrado su eficacia, y se ha convertido en la base de los estándares mínimos para la ciberseguridad empresarial, que ayudan a identificar y bloquear intentos a nivel de red de manera oportuna y más allá de las defensas de una organización.

A continuación, se catalogan en tres las recomendaciones de la auditoria de acuerdo a los objetivos de la norma ISO 27001. Alto, Medio y Bajo nivel de criticidad.

4.4.3.1 Riesgos de Seguridad OT de Criticidad Alta

Se detectaron un total de ocho riesgos de seguridad altos, que se enuncian a continuación:

- Ausencia de procedimientos específicos para gestión de seguridad OT
- Ausencia de procedimiento de gestión de riesgos específicos para sistemas OT
- Ausencia de inventario de activos detallado para sistemas OT
- Detección de máquinas con múltiples interfases de red que conectadas tanto a sistemas IT como sistemas OT
- Ausencia de procedimiento específico de gestión de incidentes para temas OT
- Registro inexistente de personal que ingresa a salas de control y su nivel de competencias.

- Salas con sistemas con sistema de extinción de incendio inexistente o a través de extintores de uso manual.
- Salas con sistemas UPS y HVAC no presentes.

4.4.3.2 Riesgos de Seguridad OT de Criticidad Media

Se detectaron un total de diez riesgos de seguridad medios, que se enuncian a continuación:

- Ausencia de política de seguridad de información específica para sistema OT
- Ausencia de procedimientos específicos para gestión de seguridad OT
- Separación lógica de redes dentro del sistema OT interconecta dispositivos y tiene capacidad limitada de filtrar conexiones entre segmentos
- Política de seguridad de firewall Palo Alto con oportunidades de mejora en cuanto a restricciones de tráfico y depuración
- Ausencia de procedimiento para alta, baja y asignación de privilegios a cuentas específicas de sistemas OT
- Control de acceso a salas de control basado en candado o cerraduras convencionales
- Solo registro manual de personal que ingresa a salas de control.
- Rack de comunicaciones abierto en todas las locaciones.
- Salas sin sistema de control de humedad, ventilación y/o aire acondicionado
- Cableado de fibra por zonas no convencionales

4.4.3.3 Riesgos de Seguridad OT de Criticidad Baja

Se detectaron un total de dos riesgos de seguridad bajos, que se enuncian a continuación:

- Protocolos de red para troubles hooting habilitados.
- Salas de control con alto nivel de polvo sobre equipos.

CAPITULO 5

5. REQUISITOS DEL PLAN DE GESTION DE ACTIVOS.

5.1. REQUISITOS DEL PLAN SEGUN AUDITORÍA AMS-ISO 55001

Los resultados de la auditoría AMS-ISO 55001, que sitúan a la organización en un nivel de madurez de 2,26 ("Proceso Debajo del Promedio"), exigen una intervención estratégica para formalizar y estructurar la gestión de sus activos. La principal debilidad reside en la falta de un liderazgo visible y un contexto organizacional definido, lo que ha llevado a una gestión reactiva. Para remediarlo, es imperativo que la alta dirección impulse la creación de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA). Este documento debe servir como pilar para alinear las operaciones de la red OT con los objetivos del negocio, complementado por una Política de Gestión de Activos formalmente comunicada a toda la organización.

Además, es fundamental fortalecer la estructura de gobernanza designando un equipo o responsable del Sistema de Gestión de Activos (SGA) con la autoridad para reportar directamente a la dirección. Este liderazgo deberá definir y documentar los roles y responsabilidades de todas las áreas, eliminando ambigüedades y fomentando una cultura de colaboración. La planificación debe evolucionar de un modelo basado en la experiencia a uno fundamentado en datos, estableciendo objetivos medibles (KPIs) y un procedimiento formal para la evaluación de riesgos que guíe las decisiones de inversión y mantenimiento. Finalmente, este cambio estructural debe ser sostenido por programas de capacitación que aseguren que todo el personal comprenda su rol dentro del nuevo sistema de gestión.
A continuación, se detallan las exigencias que debe cumplir la organización para la confección del Plan de Gestión de Activos Físicos de la Red OT:

5.1.1. Plan de Acción Categoría N° 4 Contexto de la Organización ISO 55.001

5.1.1.1. Requisito 4.1 Comprensión de la organización y su contexto

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Realizar un análisis de los contextos internos y externos e identificar los factores de impactos de estos en la organización, relacionado con el PEGA y el SGA.

Establecer el Sistema de Gestión de Activos donde se incluya y evidencie: La Política de Gestión de Activos, los objetivos de la gestión de activos y el Plan estratégico de Gestión de Activos.

5.1.1.2. Requisito 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Realizar una Matriz de Partes Interesadas a través de un levantamiento completo, tanto internas como externas con sus respectivas necesidades y expectativas sobre el Sistema de Gestión de Activos. Se debe dejar documentado para que se implemente, revise y actualice en cada revisión de la alta dirección. Puede ser tomado como base los Stakeholders ya definidos para los Sistemas Integrados de Gestión existentes.

5.1.1.3. Requisito 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos

Definir formalmente los alcances del SGA y las Activos que estarán en dicho alcance, el cual debe ser documentado y presentado, estos son:

- El portafolio de activos y sus ubicaciones.
- Los organismos que permiten el cumplimiento del requisito del sistema.
- Áreas organizacionales (internas) involucradas.
- Responsabilidades, límites e interdependencias.

La propuesta de implementación se orienta a la división completa de Yodo Nutrición Vegetal, por lo que dentro del alcance se deben encontrar las faenas pertenecientes a dicha división, donde se incluya las instalaciones eléctricas y así poder dar cumplimiento al Decreto Supremo 109, 2017 a través del Pliego Técnico Normativo RPTD N° 17. Estás faenas son Nueva Victoria, Coya Sur y Pampa Blanca.

5.1.1.4. Requisito 4.4 Sistema de Gestión de Activos

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Para el desarrollo inicial de un Sistema de Gestión de Activos, la organización debe describir como tiene la intención de establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema. Este debe ser integrado con las partes interesadas de la organización y a la vez priorizado de acuerdo con los recursos disponibles.

Revisar todos los procesos actuales y compararlos con los requisitos de ISO 55.001, determinando las áreas que se necesitan desarrollar

Un punto de partida útil es el establecimiento de la política de la gestión de activos, que puede proporcionar un enfoque, seguido por el desarrollo del PEGA el cual puede estar contenido en el plan organizacional, esto se debe mantener documentado las especificaciones mínimas tal como:

- Como los objetivos de la organización se convierten en objetivos de gestión de activos.
- El enfoque para desarrollar planes de gestión de activos y el papel de la gestión de activo en el apoyo al logro de los objetivos de la organización.

Al desarrollar el PEGA, la organización debería:

- Considerar las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- Considerar actividades que podrían extenderse más allá de la planificación normal en periodo de tiempo.
- Documente claramente los procesos para establecer su toma de decisiones relacionada con los activos.

5.1.2. Plan de Acción para la categoría N° 5 Liderazgo ISO 55.001

5.1.2.1 Requisito 5.1 Liderazgo y Compromiso

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

El cumplimiento de este requisito puede ser demostrado en como la organización y su alta dirección lideran y mantienen compromiso de con el Sistema de Gestión de Activos, estos pueden ser:

- Difundir y asegurar el entendimiento de la Política, objetivos, metas del Sistema de Gestión de Activos.
- Compromiso en el establecimiento de objetivos y medidas de éxito, además de definir el equipo humano que se encargará del desarrollo, implementación, funcionamiento y mejora continua del SGA.
- Como es el apoyo en las actividades de mejoramiento continuo relacionado con el SGA.
- Establecer una cultura laboral que alineada con el Sistema de Gestión y sus objetivos
- Decisiones de inversión, costos y gastos, entre otras relacionados con el SGA
- Monitorear el desempeño del Sistema de Gestión y asegurar que las acciones correctivas y preventivas sean ejecutadas.
- Asegurar que los otros Sistemas de Gestión Integrados (Medio Ambiente, Calidad, Seguridad, Eficiencia Energética) de la compañía se encuentren alineados con los activos y con su sistema de gestión.
- Identificar, analizar y tratar los riesgos relacionados con los activos e incorporarlos en los procesos de Gestión de Riesgos de la organización, así como su monitoreo.

5.1.2.2 Requisito 5.2 Política

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Establecer la política de Gestión de Activos, está debe contener los principios en los cuales la organización pretende la implementación de un SGA para lograr los objetivos organizacionales. En la política debe contener

- Debe tener establecido los compromisos y expectativas de la organización para las decisiones, actividades y comportamiento relacionados con el SGA.
- Debe estar alineada con los otros Sistemas de Gestión de la organización y con su Plan Estratégico de la empresa.
- Debe existir un proceso donde se revise y actualizar la política de gestión de activos, y debe garantizar su actualización si el contexto interno o/y externo de la compañía cambian.

5.1.2.3 Requisito 5.3 Funciones organizacionales, responsabilidades y autoridad.

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Deben definirse las responsabilidades y autoridades de las actividades del SGA, además de las interfaces entre las áreas organizativas tanto internas como externas. Además, se debe definir el responsable del Sistema de Gestión, en su implementación y mejoramiento, así como los roles internos de las partes que interactúan.

Los roles internos, al definirse se debe considerar y demostrar:

- Experiencia y competencia del personal, demostrando que comprende sus responsabilidades en el contexto de sus funciones
- Apoyar en la formación a través de capacitaciones referentes a los activos y a su gestión.

5.1.3. Plan de Acción para la categoría N° 6 Planificación ISO 55.001

5.1.3.1 Requisito 6.1 Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

El enfoque de gestión de riesgos del sistema de gestión de activos debe estar alineado con el enfoque de Gestión de Riesgos del Negocio ya existente de la organización y de los otros procesos de gestión de riesgos que tengan estrecha vinculación con el SGA.

La organización debe tener definido todas las acciones que son necesarias para poder abordar los riesgos y oportunidades asociados al diseño e implementación del Sistema de Gestión de Activos. Además, se debe demostrar como la organización evalúa la eficacia de las acciones tomadas para abordar los riesgos, así como los recursos adecuados.

5.1.3.2 Requisito 6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos.

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Establecer los objetivos de la gestión de activos y diseñar el plan para alcanzar dichos objetivos. Los objetivos estratégicos que sean definidos en el SGA, deben ser SMART y mientras se desarrolle el Plan de Gestión de Activos estos deben ser limitados para poder orientar los esfuerzos en las prioridades definidas en los primeros objetivos establecidos, además deben tener un responsable visible.

Los objetivos deben estar completamente alineados con los objetivos de la organización y deben ser sometidos a revisión periódica por la dirección, donde se consideren las desviaciones en el desempeño como una variable inicial para su revisión.

La organización debe considerar definir los procesos y métodos utilizados para la planificación de la gestión de activos, incluyendo los riesgos y oportunidades, canales y métodos de comunicación con las partes interesadas, mejora continua, entre otros, para el cumplimiento de los objetivos de la gestión de activos. Considerar completamente, sin limitarse a ella las prácticas recomendadas en este documento.

5.1.4. Plan de Acción para la categoría N° 7 Soporte ISO 55.001

5.1.4.1 Requisito 7.1 Recursos

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Al desarrollar e implementar el Sistema de Gestión de Activos, la organización debe determinar los recursos necesarios y destacar la distribución de asignación, entendiendo las posibles limitaciones de financiación o recursos, es posible que no todas las actividades puedan contar con los recursos propuestos o necesarios, por lo que se debe definir los criterios y procesos de priorización de actividades de gestión de activos.

Revisar y coordinar todas las actividades que requieran que otras partes interesadas y/o áreas proporcionen recursos adicionales para apoyar la actividad principal de la gestión de activos.

La organización debe definir y gestionar como activos, con nivel de detalle de acuerdo a su función y propósito todas las herramientas, instalaciones o equipos que se requieran para la entrega y control de las actividades de gestión de activos.

5.1.4.2 Requisito 7.2 Competencias

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

La organización debe determinar las competencias necesarias para todos los roles y responsabilidades de gestión de activos, así como también el nivel de conciencia, el conocimiento, la comprensión, habilidades y experiencia mínima necesaria para cumplirlas.

Ante las competencias actuales del personal, se debe revisar en comparación a las competencias requeridas para determinar las brechas, las cuales pueden ser cerradas mediante planes de capacitación y mejora de la competencia de gestión de activos. Además, de esta manera se pueden incorporar competencias específicas de gestión de activos en su marco de competencias organizacionales.

Se debe comunicar a todas las personas asignadas con roles y responsabilidades que sus actividades pueden tener impacto en el sistema de gestión de activos, ante esto, se debe capacitar, educar, desarrollar y apoyar para que su rol impacte de manera positiva en el SGA.

En caso de que se desee subcontratar cualquier aspecto del SGA, la organización debe asegurarse de que los proveedores o empresas de servicio externas demuestren que poseen competencias requeridas de acuerdo a lo definido en el SGA, de tal manera asegurar que se esté proporcionando servicio y recursos competentes.

5.1.4.3 Requisito 7.3 Toma de conciencia

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Las personas que ejerzan actividades referentes a la gestión de activos en la organización deben tener un conocimiento adecuado de los objetivos, el sistema y las actividades de gestión de activos de la organización.

Respecto a la Política de gestión de activos deben conocer:

- ¿Por qué la Gestión de activos es importante para la empresa?
- Las implicaciones de los cambios en el funcionamiento de la organización.
- La contribución eficacia del sistema de gestión de activos.
- Las consecuencias del riesgo relacionados con las actividades laborales, comportamiento y beneficios de la gestión de activos y el sistema de gestión de activos.
- El desempeño de la organización en el cumplimiento de sus objetivos.

5.1.4.4 Requisito 7.4 Comunicación

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Todas las actividades de gestión de activos que se lleven a cabo en la organización por la empresa deben ser comunicada a las partes interesadas pertinentes, y debe ser de forma periódica de manera coordinada como parte integral de las actividades de gestión de activos y del sistema de gestión de activos de la organización.

De haber una estrategia con planes y medios de comunicación para transmitir la información correcta a las personas adecuadas.

Los planes de comunicación que se debe desarrollar por la organización deben contener:

- Sensibilización sobre los requisitos y expectativas de la gestión de activos.
- Promover el compromiso con las partes interesadas para adoptar la transparencia y crear responsabilidad para el SGA.
- Los procesos de información y retroalimentación, además del formato a utilizar para la comunicación. Se debe indicar además el responsable de entregar las comunicaciones específicas.
- Gestionar la información y a la vez influir mediante está a las partes interesadas sobre el impacto directo en el SGA y en los logros de los objetivos de la gestión de activos.
- El contenido de los planes de comunicación debe incluir los beneficios de implementar una actividad, proyecto, programa o modificación o aumento de activos y cómo se espera que estas mejoras impacten de manera colectiva o individualmente a las partes interesadas y a la empresa.
- Se debe tener en cuenta la revisión previa de la información a comunicar si es apropiado, que conocimiento externo e interno se necesita para que las partes interesadas hagan contribuciones o brinden retroalimentación.

5.1.4.5 Requisito 7.5 Requisitos de información

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Dado que aún no se dispone de un Sistema de Gestión de Activos, es importante tener en cuenta que la información no se limite solo a los activos, sino que también a la gestión de activo y su sistema de gestión de activos. Ante esto es importante poder contar con un procedimiento para poder identificar la información de activos, necesaria y donde está se almacenará.

Se debe mantener informada y evidenciado el modo de recopilación, retención y administración de la información, la consistencia terminológica y la información de trazabilidad, todo para garantizar la calidad del flujo de información.

Dentro de los requisitos de información, la organización debe considerar los aspectos:

- Estrategia y Planificación
- Prestación de servicios a través de la Gestión de Contratos
- Gestión del Mantenimiento y Operación.
- Información técnica de los activos, así como su adquisición.
- Proceso, donde se destaque los objetivos e indicadores, Gestión de Informes de desempeño de los activos.
- Gestión financiera de los recursos y activos.
- Gestión de riesgos.

La información por recopilar y almacenar debe ser aquella que se refiere preferentemente a los activos relevantes, gestión de activos y sistema de gestión de activos, además el tipo de información y por cuanto tiempo debe ser conservada dependerá de los requisitos de información determinados por la empresa.

Una vez determinado los requisitos de información, la organización debe considerar:

- El valor de la información, de tal manera que permita la toma de decisiones.
- La necesidad de alinear sus requerimientos de información para adecuarlos al nivel de riesgo.
- La participación de las partes interesadas para determinar el tipo de información necesaria para la toma decesiones.

- El establecimiento y mejora continua de controles, especificaciones y nivel de precisión de los datos.
- La determinación y revisión periódica de responsabilidades para la administración de la información específica.
- La alineación de los recursos financieros y no financieros.
- La alineación de los requisitos de información de los diferentes niveles y funciones dentro de la organización.
- La capacidad de mantener la calidad de la información.
- El flujo de datos y la integración de las fuentes de información de los sistemas de tecnología de planificación y operación.

5.1.4.6 Requisito 7.6 Información documentada

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

La organización debe definir los requisitos de información de activos en el diseño del Plan de Gestión de Activos de su SGA. Para esto se debe seguir lo indicado por la cláusula 7.6.1 de la norma NCh-ISO 55.001, donde se establece que los requisitos son:

- Información requerida por la Norma.
- Información sobre los requisitos legales y reglamentarios aplicables.
- Información requerida por la organización necesaria para la efectividad del SGA.

Cuando la organización haya establecido las necesidades de información documentada y requerida para asegurar la efectividad del sistema de gestión de activos y las actividades de gestión de activos, se debe identificar la información documentada que se gestionará y mantendrá durante el ciclo de vida de acuerdo al período de responsabilidad sobre los activos, a la vez, también debe considerar que información se mantendrá documentada durante cualquier periodo que se encuentre más allá de la disposición final de los activos debido a acuerdos comerciales, legales y cualquier acuerdo que contemple el almacenamiento de la información.

5.1.5. Plan de Acción para la categoría N° 8 Operación ISO 55.001

5.1.5.1 Requisito 8.1 Planificación y control operacional

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Enfocar las actividades, procesos operativos de planificación y control en base a un sistema de gestión de activos, es decir, las actividades de operación y mantenimiento, sin excluir a las áreas de apoyo, sean gestionadas bajo dicho enfoque.

Estos procesos deben tener asignado responsables tanto de la planificación como de la ejecución de las actividades definidas, incluyendo como se gestionarán y controlarán los riesgos que surjan. En la implementación de los procesos y acciones deben considerar los criterios:

- Roles y responsabilidades
- Procedimientos
- Asignación de recursos
- Desarrollo de competencias

La implementación debe considerar un proceso iterativo para lograr equilibrio entre costo, riesgo y desempeño, por ejemplo, realizar una mediante alguna metodología la jerarquización y clasificación de los activos que se encuentren en el alcance del sistema de gestión. Al ser un proceso dinámico, es importante tener clasificado los activos de acuerdo a cada proceso definido por el sistema de producción y las operaciones en que se compone la División YNV y jerarquizar los activos de acuerdo a dicho sistema, de tal manera distribuir los recursos entre ellos de manera eficiente.

5.1.5.2 Requisito 8.2 Gestión del cambio

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Los cambios que puedan ocurrir tanto internos como externos y que pueden afectar los objetivos, la gestión de activos o el sistema de gestión de activos, es por esto que todo cambio debe evaluarse y tomarse acciones de mitigación antes de la implementación considerando las consecuencias asociadas al cambio, sea planificado o no planificado. Dichos cambios deben quedar documentados en el antes y después para que sea posible la trazabilidad.

Adicionalmente la organización debe tener la capacidad de tomar decisiones sobre cambios propuestos basadas en información y evidencia verosímil; mientras que los riesgos asociados con dicho cambio deben considerarse en relación con el impacto en la gestión de activos y el sistema de gestión de activos.

La organización se caracteriza por su versatilidad y constante adaptación al cambio en el mercado, esto hace que se deba establecer un proceso para la gestión del cambio planificado y no planificado, alineado con el Sistema de Gestión de Riesgo del Negocio.

5.1.5.3 Requisito 8.3 Subcontratación

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Las actividades que se externalizan son principalmente de mantenimiento en distintos grados de responsabilidades, basándose en criterios que dependen de la capacidad del momento en que se decide tercerizar un trabajo. Al tener un sistema implementado dentro de la compañía que se dedica a la administración de los contratos, el sistema de gestión de activos debe tener determinado previamente los alcances de las actividades y el grado en que se externalizarán en los equipos previamente determinados por la jerarquización. Para esto se debe considerar lo siguiente:

- Todos los objetivos procesos y actividades de gestión de activos que sean subcontratados deben ser controlados por la organización para garantizar el rendimiento y desempeño, además dichas actividades deben estar sujetas a revisiones periódicas por parte de la dirección para garantizar que estén adecuadamente controladas.
- La organización debe considerar la propiedad y protección de la propiedad intelectual y el conocimiento corporativo.
- Se debe considerar los riesgos e impactos en los activos, gestión de activos y sistema de gestión de activos. Los riesgos potenciales no se pueden transferir para mantener el control correspondiente dentro de la organización.

5.1.6. Plan de Acción para la categoría N° 9 Evaluación del desempeño ISO 55.001

5.1.6.1 Requisito 9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

A pesar de disponer de una serie de indicadores, estos no se orientan a la gestión de activos como tal, por lo que la organización debe desarrollar procesos para proporcionar la medición, el seguimiento y la evaluación de los activos, el sistema de gestión de activos y las actividades que conlleva la gestión de activos.

Se debe desarrollar un conjunto de indicadores de desempeño para medir la actividad de la gestión de activos y sus resultados. Estás pueden ser cualitativas o cuantitativas, financieras o no financieras; deben proporcionar información útil para determinar las acciones a tomar.

La información recabada de los indicadores se debe mantener documentada de tal manera permitir el análisis y evaluar los resultados y posteriormente las decisiones.

Es importante destacar que los indicadores deben estar definidos para cada Faena u Operación de la División, de tal manera poder obtener información útil de manera detallada y global.

5.1.6.2 Requisito 9.2 Auditoría interna

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Dado la experiencia de la organización en auditorías internas y externas, al no contar con un área interna responsable de estas actividades. no será difícil poder establecer el programa de auditorías externa para el sistema de gestión de activos. Las auditorías a realizar deben orientarse en asegurar que el sistema de gestión de activos está logrando sus objetivos y planes gracias al desempeño de los activos, activos críticos y la gestión de los activos por lo que es recomendable verse como una autoevaluación para buscar oportunidades de mejoras. El resultado de estas debe proporcionar la base para establecer objetivos para la mejora continua ya que en estas se deben identificar desviaciones de forma anticipada e identificar oportunidades.

Estás auditorías deben estar establecidas para cada Faena o Activo, de tal manera poder identificar las brechas existentes. No todas las faenas puede que presenten las mismas

brechas u oportunidades, por lo que es importante relacionarlas y poder tomar las mejores prácticas de cada una para ser implementada en aquella que presente puntos más débiles.

5.1.6.3 Requisito 9.3 Revisión por la dirección

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Con el diseño del Sistema de Gestión de activos, la organización debe revisar el continuo funcionamiento de la política establecida, objetivos y planes, de tal manera garantizar la adecuación y eficacia de estos. Dentro de las revisiones que la alta dirección realice, estas deben incluir decisiones y acciones relacionadas con mejoras como:

- Las variaciones de la política y objetivos
- Los criterios para tomar decisiones de gestión de activos
- Las actualizaciones de los requisitos de desempeño de la Norma
- Los recursos, incluyendo recursos financieros, humanos y físicos.
- Cambio en los controles y medición de la eficacia.
- El resultado del monitoreo, mediciones y auditorías.
- Oportunidades para la mejora continua.
- Los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades.
- Desempeño y condición de los activos.

5.1.7. Plan de Acción para la categoría N° 10 Mejora ISO 55.001

5.1.7.1 Requisito 10.1 No conformidades y acciones correctivas

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

El proceso y procedimiento relacionado a las no conformidades encontradas en la Gestión de Activos no variará en gran medida a los ya existente para los actuales sistemas integrados de gestión, por lo que debe realizarse el proceso en base a eso enfocado en los activos de acuerdo a sus oportunidades, fallas funcionales, no conformidades.

La documentación en este punto es de importancia ya que se permite evaluar cómo se trataron antiguas consecuencias de no conformidades pasadas, historiales de fallas, oportunidades y así poder establecer medidas y metodologías preventivas para que no vuelvan a ocurrir.

Las acciones correctivas que se realicen deben ser enfocadas en la causa raíz de los eventos no deseados que han sido identificados por los diferentes medios, esto con la finalidad de poder manejar las consecuencias y reducir la probabilidad de ocurrencia.

Cuando una acción correctiva identifica nuevos riesgos, las modificaciones deben evaluarse antes de su implementación.

Es posible que los riesgos identificados no tengan el mismo impacto entre las operaciones de la división por lo que es importante que sean abarcadas de manera individual.

5.1.7.2 Requisito 10.2 Acciones preventivas

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

La organización cuenta, dentro de sus acciones preventivas en los equipos, un avanzado mantenimiento predictivo enfocado en prevenir oportunamente fallas funcionales en los equipos; está información es documentada y almacenada, se cuenta con un área responsable denominada Mantenimiento Predictivo y se cuenta con un Plan de mediciones en las plantas. A pesar de esto no es usado continuamente para determinar causas raíz de posibles fallas o incidentes, ya que muchas anomalías son persistentes en equipos.

Estás acciones son importantes y ayudan al cumplimiento del requisito, pero debe ser apoyada de otros procesos que se incluya no solo los activos, si no que el sistema de gestión y profundizar en los ACR de las fallas y la concientización del impacto en el desempeño de los activos.

La documentación y comunicación es importante para que en el nivel táctico se pueda replicar acciones o buenas prácticas acerca de la gestión de los activos. Dado que no todas las operaciones operan de la misma manera debido a la naturaleza de su producción, las fallas, oportunidades y acciones preventivas y correctivas no son aplicables de la misma manera, por lo que se debe identificar y documentar la mejor práctica.

5.1.7.3 Requisito 10.3 Mejora continua

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Dado que se cuenta con procesos y procedimientos de mejora continua que ya están implementados en los Sistemas de Gestión de seguridad, medio ambiente, calidad y gestión energética, se debe diseñar uno en base a estos orientado a la gestión de activos, donde se

incluya la revisión y evaluación de la mejora continua de los otros sistemas y el posible impacto de estos y sus acciones correctivas y/o preventivas en el funcionamiento del Sistema de Gestión de Activos, por ejemplo, la evaluación del consumo energético, emisión de gases, consumo de combustible en equipos térmicos.

Es importante que al establecer, implementar y mantener procesos para determinar oportunidades y evaluar, priorizar e implementar acciones relacionadas a la mejora continua, se identifique por cada operación de la división y así nivelar al nivel de cumplimiento normativo.

5.2. REQUISITOS DEL PLAN SEGÚN AUDITORÍA DE HACKING ÉTICO ISO 27001

La auditoría de ciberseguridad ha revelado un escenario de riesgo inminente, con 21 vulnerabilidades críticas que exponen la red OT a amenazas severas que podrían interrumpir la continuidad operacional. Es de máxima urgencia ejecutar un plan de remediación técnica inmediato, comenzando por la actualización y parcheo de todos los sistemas críticos identificados, como VMware, Microsoft RDP y Open SSH, y eliminando por completo los sistemas operativos sin soporte. Simultáneamente, se deben erradicar las configuraciones inseguras, deshabilitando protocolos obsoletos como SMBv1 y SSL, y fortaleciendo servicios vulnerables como SNMP y RDP para prevenir accesos no autorizados.

Más allá de estas acciones técnicas, la organización debe abordar las causas raíz de estas vulnerabilidades mediante el fortalecimiento de su gobernanza de seguridad. Es crucial desarrollar y aplicar políticas y procedimientos de ciberseguridad diseñados específicamente para el entorno OT, ya que las prácticas de TI no son directamente transferibles. Esto incluye mejorar la segmentación entre las redes IT y OT, eliminando conexiones de alto riesgo, y crear un inventario detallado de activos para una gestión proactiva de vulnerabilidades. Por último, la seguridad física debe ser reforzada implementando un control de acceso electrónico centralizado a las salas de control y asegurando las condiciones ambientales y de respaldo energético para proteger la infraestructura física que soporta la operación.

5.2.1. Plan de Acción Para el Cumplimiento de la Fase I.

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Considerando el bajo nivel de cumplimiento en la entrega de documentos que validen si quiera la existencia de los activos físicos de la red industrial, la gestión administrativa y las políticas de ciberseguridad de la red, es que la organización debe crear una cultura en torno a estos activos. Si estuviera dentro del presupuesto y la visión del negocio lo permitiere, se recomienda crear una Superintendencia con un objetivo centrado en la Gestión de Activos Físicos cuya responsabilidad sea la creación de una cultura en torno a los objetivos que plantea la norma ISO 55001 e ISO 27001. De no cumplirse lo anterior lo mínimo esperable en materia de cumplimiento de la norma y lo relativo a las auditorias en el futuro, los requisitos se alinean con los requisitos N°4, N°5 y N°6 de la ISO 55001. Desde la creación del PEGA se establecen las directrices de la gestión de del mismo. Entre algunos aspectos más relevantes y que son determinantes para futuras auditorias son los siguientes requisitos:

- Crear un PEGA que contenga Plan Maestro (portafolio) de Activos Físicos.
- Definir niveles de responsabilidades y auditorias periódicas para alcanzar el máximo nivel de desempeño del SGA.
- Crear indicadores de desempeño
- Definir una arquitectura física y documentar mediante planos
- Crear Procedimientos de Seguridad y Emergencias
- Definir una Política de Riesgos
- Implementar Firewall y crear perímetro de Seguridad Lógico y Físico.
- Contar con un sistema de respaldo (físico y lógico) frente a emergencias.
- Establecer control de acceso biométrico en salas de datos e implementar dispositivos o software de seguridad en el control de activos físicos.

5.2.2. Plan de Acción Para el Cumplimiento de la Fase II.

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

Las vulnerabilidades detectadas en la Fase II dejan en evidencia una alta exposición de los sistemas de control a ataques externos e internos. A pesar de que la red opera "descolgada de internet" está continuamente traficando datos desde y hacia plataformas de

gestión de datos como Databricks, Phyton, Power BI, Gproms y otros sistemas de control multimarca como ABB, SIEMENS, SCHNEIDER y ROCKWELL dentro y fuera del perímetro de seguridad existente. En particular las 8 vulnerabilidades de criticidad alta detectadas muestran una debilidad no menor en términos de gestión, ya que algunas de ellas son relativamente fáciles de mejorar. Si bien la organización debe trabajar en eliminar todas las vulnerabilidades encontradas. Se requiere a nivel gerencial una política que involucre el entendimiento de los riesgos de seguridad y la definición de responsabilidades al interior de la organización. Desde los fundamentos de la informatización y las políticas de ciberseguridad hasta la gestión física de activos, se debe estandarizar el área mediante un SGA y un PEGA que marque un horizonte claro. Si bien los sistemas funcionan, estos dependen de las personas que mantienen los activos disponibles y la interconectividad de todos los sistemas. Lo más relevante en este aspecto, fuera de trabajar sobre las vulnerabilidades detectadas se requiere asegurar los siguientes requisitos:

- Implementar software que monitoree la salud física e informática de los activos.
- Segmentar la red de acuerdo con la disposición física de los activos a fin de mejorar además el tráfico de la FFOO. (No hay arquitectura definida)
- Definir política para los certificados SSL, SSH y SNMP de la red.
- Establecer en las políticas los niveles de garantía u obsolescencia de cada activo. Esto incluye sus respectivos software SO y SC. (Vcenter, Vmware, Window, Antivirus, etc)
- Crear reglas en firewall entre iT/oT para tráfico de datos.

Existe una tarea que se debe realizar constantemente con el fin de ser proactivo con las amenazas que se enfrentan las redes hoy en día; y es la instalación de los parches de los sistemas operativos una vez se haya realizado un escaneo de vulnerabilidades, lo cual es recomendable realizar con una periodicidad de 6 meses.

5.2.3. Plan de Acción Para el Cumplimiento de la Fase III. Análisis de Riesgos

Recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento

El análisis de la Fase 3 prioriza las detecciones entregadas en el capítulo 4. Por consecuencia las recomendaciones para alcanzar el nivel de cumplimiento son desde aquellas

identificadas como de alta criticidad hasta las de baja criticidad. Puede sonar a redundar en las soluciones que requiere un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), sin embargo su priorización es tan importante como la propia implementación, ya que muchas de sus soluciones requieren un nivel de inversión de capital económico, que dependiendo del beneficio que se obtenga algunas organizaciones pudieran no contar con dicho presupuesto, quedando expuestos no solo a un ataque, sino además a multas por la duplicidad de certificados, licencias, obsolescencia y por ende a una pérdida de beneficios debido a la indisponibilidad del activo.

La auditoría de hacking ético ha revelado no solo la ausencia de un inventario de activos y una política que gobiernen su funcionamiento, sino además la falta de procedimientos que definan el perímetro de seguridad, la segmentación de la red, la adquisición y la renovación de estos, junto con la ausencia de control y mantenimiento de aquellos que se encuentran operativos. Mencionaremos a continuación los principales requisitos que la organización debe implementar para minimizar la brecha frente a futuras auditorias:

- Crear procedimientos específicos para gestión de seguridad OT
- Crear procedimiento de gestión de riesgos específicos para sistemas OT
- Crear inventario de activos (hardware y software) detallado para sistemas OT
- Segmentar la red y eliminar máquinas con múltiples interfases de red que conectadas tanto a sistemas IT como sistemas OT.
- Crear procedimiento específico de gestión de incidentes para temas OT
- Crear planos, croquis y referencias técnicas de los activos disponibles en la red.
- Implementar control biométrico para personal que ingresa a salas de control y su nivel de competencias.
- Implementar Sistema de Extinción de Incendio en Salas Eléctricas
- Implementar Salas con sistemas UPS y HVAC.

Es clave para SQM adaptar las implementaciones y sus servicios tecnológicos acordes con los proveedores de tecnología e integre de manera escalonada todas las sugerencias definidas en esta Tesina y que implemente soluciones de ciberseguridad acorde al contexto

de las políticas tanto físicas como lógicas en un entorno de defensa en profundidad. Estos son aspectos claves que todos los proveedores de soluciones de defensa recomiendan.

La figura 15 a continuación muestra una serie de recomendaciones generales que (Khaliq Et. Al 2020) menciona en su libro "Análisis del comportamiento de Usuarios y Entidades en la Detección de Ataques Ciberfísicos" como aspectos administrativos para un entorno confiable de activos interconectados entre sí.

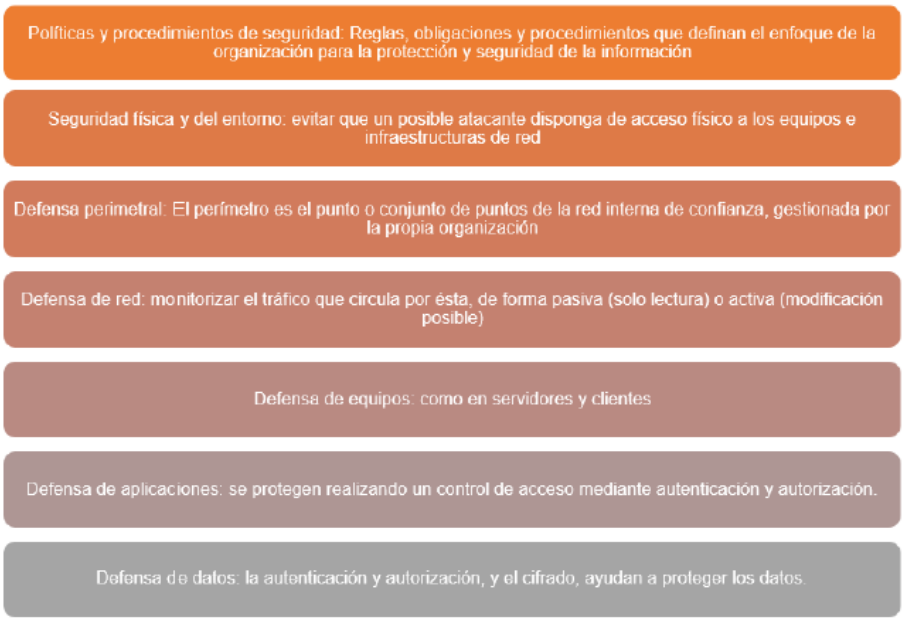


Ilustración 15. Definición de un entorno confiable para activos de una red OT.

Fuente: Libro Khaliq Et. Al 2020.

En el mismo libro Khaliq menciona y grafica en la Figura 16 las recomendaciones sobre la gestión de los activos físicos y la importancia de que estos aspectos (básicos) sean la base del sistema de gestión e implementación a través de las políticas que la organización pueda definir y costear.

Ilustración 16. Recomendaciones básicas para un Sistema de Gestión de Activos Físicos Informáticos o de Red

Fuente: Libro Khaliq Et. Al 2020

5.3. IMPLEMENTACION DEL PEGA

Un Sistema de Gestión de Activos, al tener una influencia o impacto sobre toda la Organización, entiéndase sus partes interesadas o terceros, debe vincular o integrar todas las actividades que permitan gobernar los recursos que mueven a la organización en el contexto del estudio, para el caso propuesto estos corresponden a los recursos técnicos, administrativos y físicos de la red industrial (oT) en la división de Yodo y Nutrición Vegetal para SQM. Para lograr este objetivo se deben dar a conocer cada uno de esos elementos (activos y recursos), políticas, planes y procedimientos que materializan su implementación, y controlan el buen funcionamiento de sus prácticas. Todas las etapas de diagnóstico y propuesta de acciones a través de los requisitos de la norma ISO 55001 e ISO 27001 fueron determinantes para la generación del presente plan.

En el momento de establecer el alcance, las responsabilidades, los roles y en general las acciones convenidas de los requisitos de ambas auditorias, el SGA deberá tomar en consideración, tanto la cartera de activos, así como los límites e interdependencias entre ellos. La determinación de los límites y la aplicabilidad de cada acción será comunicada a todas las partes interesadas tanto internas como externas al área que subyace la presente Tesina.

Considerando que para la implementación del PEGA se requieren en la mayoría de los casos de un determinado nivel de financiamiento, tiempo, recursos, pero más importante aún, debe vencer los paradigmas internos para avanzar hacia un proceso estandarizado, es que se han priorizado las acciones del Plan mediante una matriz de esfuerzo vs impacto, considerando además que cada acción propuesta involucra una resistencia al cambio propio de cualquier organización.

A partir de un arqueo exhaustivo de los estudios y propuestas de diversos autores en torno al concepto de gerencia del cambio, nos percatamos de la importancia de un adecuado manejo de la resistencia que los individuos pueden presentar ante iniciativas de cambio de naturaleza diversa. Por ello consideramos de utilidad el diseño de una herramienta de diagnóstico de los niveles y causas de resistencia o flexibilidad de los individuos frente al desarrollo de proyectos mayores y el impacto que estas acciones generan (procesos de cambio planificados). Esta propuesta incluye insertar una metodología basada en los principios de gestión del modelo de Kotter, en su libro "JP Liderando el Cambio". Boston: Harvard Business School Press, Ed. 1996.

Cualquier intento de gerenciar el cambio parte del diagnóstico de los niveles de resistencia, para de este modo generar estrategias verdaderamente efectivas. Este diagnóstico debe incluir al conjunto de stakeholders que se encuentran involucrados al proyecto de cambio, dado que sus intereses y responsabilidades son distintas. Las diferencias entre los stakeholders que aquí se señalan se fundamentan en la existencia de dos tipos de factores que de alguna manera determinan la presencia de resistencia al cambio, aquellos ligados a la personalidad de los individuos y aquellos ligados a la organización. En adelante se ofrecen algunos detalles sobre cada una de estas categorías.

Factores ligados a la personalidad de los individuos: son fuentes de resistencia que residen en las características humanas básicas como percepciones, personalidades y necesidades de aquellos individuos que sufren un proceso de cambio, es por ello por lo que caracterizaremos el ESFUERZO de nuestra matriz mediante las variables que definen este comportamiento.

Factores ligados a las organizaciones: son fuentes impulsoras que provienen de la organización donde se efectúa el cambio, dado que representan un fin superior al individual, el establishment que sostiene la organización y la rentabilidad de sus operaciones. Es por ello

por lo que caracterizáremos el IMPACTO de nuestra matriz mediante las variables que defienden esta estructura organizativa, su misión, su visión e intrínsicamente sus valores.

A través del "Esfuerzo" podremos determinar el nivel de resistencia que existe en la organización para cada una de las acciones propuestas en el Plan. Este esfuerzo se evaluará mediante 3 indicadores: satisfacción de la situación actual, visión de futuro y liderazgo para su implementación. Por otro lado, como lo hemos mencionado anteriormente, dado que la organización está fuertemente centrada en la Operación; mediremos el "Impacto" de las acciones del Plan mediante 3 indicadores para ver cómo se reflejan las acciones de manera cualitativa y cuantitativamente en estos: Calidad, Costo y Producción. En adelante detallaremos la fórmula para priorizar las acciones del PEGA.

Kurt Lewin, lo comenta en su libro "Teoría de campos en ciencias sociales". Nueva York: Harper & Brothers. 1951. Donde introduce el concepto de los campos de fuerza, aclarando que toda situación social o proceso de cambio se inscribe en un proceso de acciones de fuerzas en interacción; así pues, pueden identificarse dos tipos de fuerzas que se contraponen, las «fuerzas impulsoras» (que apuntan en la dirección de una situación deseada) y las «fuerzas restrictivas o de contención» (que poseen una dirección contraria). Si ambas fuerzas son iguales se mantiene un equilibrio, de modo que para lograr cualquier cambio deben fortalecerse las fuerzas impulsoras y controlar las restrictivas. Es normal que las personas se resistan al cambio o a que las cambien (tal como plantean algunos autores), lo importante es entender las causas que motivan dicha resistencia y generar una retroalimentación adecuada.

A continuación, un resumen de todas las acciones que requiere la implementación del Plan.

Tabla 18. Resumen de Acciones Propuestas para la Implementación del PEGA

ítem	REQUISITOS	ACCION
	Categoría N°4 Contexto de la Organización	**Acciones para cumplir con el Requisito**
1	4.1Comprensión de la Organización y su contexto	Crear Política de Gestión de Activos para Red OT (Incluye Procedimientos)
2	4.1Comprensión de la Organización y su contexto	Crear Organigrama para la gestión del PEGA
3	4.2Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Crear Matriz de Gobernanza para el PEGA y Organigrama. Considera interdependencia en la Organización
4	4.3Determinación del alcance del sistema de gestión de activos	Crear Inventario de Activos, UT y Criticidad.
5	4.4Sistema de gestión de activos	Crear Plan de Gestión. Incluye Planes de Mmto Según Criticidad (Correctivo, Preventivo, Predictivo) y Responsables

ítem	REQUISITOS	ACCION
	Categoría N°5 Liderazgo	**Acciones para cumplir con el Requisito**
6	5.1Liderazgo y Compromiso	Difundir Plan de Gestión, Políticas y Matriz de Gobernanza a través de la Cultura Lean M1+
7	5.2Política	Establecer métricas del PEGA alineadas con el monitoreo de activos y sus variables relacionadas. Interconectar con la Política de LEAN M1
8	5.3Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	Definir responsabilidades y cumplimiento de métricas mediante auditoria del PEGA.

	Categoría N°6 Planificación	**Acciones para cumplir con el Requisito**
9	6.1Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el SGA.	Crear Matriz de Riesgos para los Activos de la Red Industrial (oT)
10	6.2Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	Definir ERPs para la gestión del PEGA. Establecer puntos de medida de cada variable

11	6.2Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	Definir Misión, Visión y Valores del PEGA

	Categoría N°7 Soporte	**Acciones para cumplir con el Requisito**
12	7.1Recursos	Definir los Recursos necesarios para la administración del PEGA
13	7.2Competencias	Definir los requisitos de competencias en "Descripción de Cargos" y definición de "Roles" de la Organización.
14	7.3Toma de conciencia	Definir la matriz de habilidades y matriz de cumplimiento de las acciones del PEGA
15	7.4Comunicación	Generar Plan de Comunicación a través de la cultura LEAN M1.
16	7.5Requisitos de información	Generar Estrategia para al almacenamiento de la Información. Repositorio Digital
17	7.6Información documentada	Identificar Marco Legal del PEGA. Normativa que debe asegurar su veracidad

ítem	**REQUISITOS**	**ACCION**
	Categoría N°8 Operación	**Acciones para cumplir con el Requisito**
18	8.1Planificación y control operacional	Crear Plan Maestro de Tareas (Operacionales y Mantenimiento) y su estrategia de retroalimentación y priorización.
19	8.2Gestión del cambio	Definir flujo para la gestión del cambio. Establecer condiciones que generan las acciones.
20	8.3Contratación a Terceros	Definir listado de tareas que se van a subcontratar. Establecer Procedimiento para la Gestión de Contratos y sus KPI

	Categoría N°9 Evaluación del Desempeño	**Acciones para cumplir con el Requisito**
21	9.1Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Desarrollar indicadores de desempeño (técnicos, financieros, calidad y salud). Considerar Matriz de decisiones para la respuesta de cada KPI.
22	9.2Auditoría Interna	Establecer cronograma y alcance de auditorías internas y externas.
23	9.3Revisión por la dirección	Establecer revisión de la estrategia del PEGA en función del cumplimiento de las auditorias.

	Categoría N°10 Mejora	Acciones para cumplir con el Requisito
24	10.1NC y acciones correctivas	Crear Procedimiento para el tratamiento de No Conformidades, Fallas y Oportunidades que tenga el PEGA.
25	10.1NC y acciones correctivas	Establecer Procedimiento (criterios) para el Seguimiento de ACR.
26	10.2Acciones preventivas	Establecer ERPs de Monitoreo Sintomático para los activos.
27	10.3Mejora continua	Establecer mecanismo para la ejecución de Planes de Inversión
28	10.3Mejora continua	Establecer mecanismo para la captura de mejores prácticas.

ítem	REQUISITOS	ACCION
	Fase I	**Acciones para cumplir con el Requisito**
29	H05. NC. No existen Planos de Arquitectura Física	Definir Arquitectura Física y Lógica mediante Planos y Esquemas
30	H01. NC. No existe Procedimiento ante Emergencias	Crear Procedimiento de Seguridad y Emergencias
31	H01. NC. No existe una política de ciberseguridad	Definir una Política de Riesgos (Ciberseguridad)
32	H01. NC. No existe firewall para acceso a la red	Implementar Firewall y definir un perímetro de Seguridad Físico y Lógico
33	H01. NC. No existe Sistema de Respaldo ante Emergencias	Implementar Sistema de Respaldo frente a Emergencias
	Fase II	**Acciones para cumplir con el Requisito**
34	H13. NC. No existe software para el monitoreo de activos	Implementar Software de Monitoreo Físico de los Activos
35	H22. NC. Red no está segmentada en su totalidad	Segmentar la red de acuerdo con la disposición física de los activos a fin de mejorar además el tráfico de la FFOO. (No hay arquitectura definida)
36	H24. NC. No hay política para protocolos SSL, SSH, SNMP, TLS	Definir política para los certificados SSL, SSH y SNMP de la red.

37	H29. NC. No hay política de garantía u obsolescencia para hardware y software	Definir política de garantía para software y hardware
38	H03. NC. No hay registros de alarmas de antivirus.	Implementar antivirus en todos los servidores de la red

	Fase III	**Acciones para cumplir con el Requisito**
39	H30. NC. No existe control en acceso a salas de datos	Establecer Control de Acceso Biométrico a Salas de Datos y SE
40	H31. NC. No hay equipos de A/C para salas de datos	Implementar equipos de climatización para salas y gabinetes de activos

Fuente: Elaboración Propia

5.3.1. Situación Actual e Impacto Cultural para la Implementación del PEGA.

Las áreas que actualmente dirigen la administración de los activos físicos de la red oT, no están respondiendo de manera efectiva a los requerimientos de la norma ISO 55001, donde si bien en su mayoría son definiciones que intrínsicamente se ejecutan bajo algunos criterios lógicos, estas no tienen una orientación clara respecto del core business de la organización, definiendo la mayoría de las veces sus prioridades solamente teniendo en cuenta las prioridades de las áreas Operativas, por ende la inmediates de las causas y el día a día, absorben casi todo el tiempo y recursos disponibles.

Por otro lado, las decisiones importantes están siendo tomadas sin un criterio de priorización e impuestas a la Organización por un pequeño grupo que domina solo los aspectos técnicos de su mantenimiento, sin tomar en consideración las áreas anexas, las ventajas de tercerizar servicios, medir el impacto y/o fusionar los objetivos con la cultura Lean M1 y los efectos negativos que dicha estrategia; centrada solo en mantener disponible el activo, está generando. Algunos síntomas que se perciben al interior de la organización son: desorientación frente a una emergencia, desmotivación e incertidumbre durante la búsqueda de personal; entre otros.

La falta de una política que gobierne todos los aspectos que involucra el PEGA, no permite además costear implícitamente toda la vida útil del mismo, generando un sobrecosto debido a la falta de presupuesto frente a las obsolescencias y/o fallas prematuras, que

pudieran ser previstas mediante algún ERP de monitoreo. Esta falta de política y criterios de gobernanza aplica no solo a los activos físicos, sino que además incluye a aquellos activos digitales como licencias, garantías y software específicos para el buen funcionamiento de la red industrial y de control.

Durante la realización de las entrevistas y parte de la información levantada nos llevan a mencionar algunos aspectos claves en la cultura de la organización:

- Prevalece lo que el Supervisor o Jefe de Área indica.
- Se reconoce que se debe entregar un servicio de calidad.
- Las principales críticas cuando se comete un error provienen de los propios empleados. (No hay dirección de ACR)
- Se privilegia sólo algunos grupos dentro de la Organización.
- Se reconoce el valor de la Capacitación del Personal.
- Se reconoce el valor de la Innovación.
- La comunicación informal prevalece por sobre la formal.
- En general la organización informal coopera con los objetivos de la Organización formal.
- Se valora tanto la relación formal como informal con el Cliente como piedra angular en el éxito del servicio.
- La Organización está centrada fuertemente en el aspecto económico por sobre el aspecto humano dentro de la Empresa.

5.3.2. Fuerzas Positivas y Negativas al Cambio.

Teniendo en cuenta la estructura y filosofía en que se basa un Sistema de Gestión Integrada, se percibe que la implementación del proyecto enfrentará las siguientes fuerzas:

5.3.2.1 Fuerzas Positivas.

- Actualmente, las personas que dirigen la gestión de los activos de la red OT desarrollan el proceso de mantenimiento y renovación mediante ERP Máximo. (pero sin jerarquización de los activos)

- Reconocen la importancia que tiene el Cliente como centro del Proceso. Siendo el principal cliente el área Operativa.
- Es parte de la cultura de la Organización la innovación. En la cual se justifica anualmente la renovación de equipos mediante CAPEX.
- Es parte también de la cultura de la Organización la preocupación por la Calidad de los Servicios, por la Seguridad y el Medio Ambiente.
- Se privilegian las buenas relaciones que tiene la Empresa con sus Clientes internos y externos.
- Disposición de las personas al interior del proceso a trabajar en equipo.
- Destacan algunos aspectos básicos de Liderazgo al interior de la organización.
- El reconocimiento de las buenas conductas es parte de la cultura Lean M1.
- Existe una baja adherencia a la descripción de cargo y roles al interior de la organización.
- Indisponibilidad de los activos de la red industrial

5.3.2.2 Fuerzas Negativas.

- La actual centralización de las decisiones corporativas.
- La creencia de algunas personas claves de la Organización que basta con la ejecución del trabajo por sobre el conocimiento.
- La tendencia de la Empresa a contratar personal sin un sistema estructurado de selección por competencias.
- La resistencia propia de las personas al cambio.
- La baja credibilidad actual de los empleados respecto a la viabilidad de los cambios, producto de algunas acciones arbitraria de la Empresa (despido injustificado).
- La percepción por parte del personal de que la Dirección centra todo su interés en el beneficio económico por sobre el interés sobre los Empleados.
- Se evidencia una falta de HH y equilibrio de la fuerza laboral que debiera tener el área que administra los activos de la red industrial. (Ídem a iT)

5.3.3. Estimación del ESFUERZO que requiere la Implementación del PEGA

En este punto se pretende estimar cuantitativamente el nivel de Esfuerzo que requiere el PEGA si se decide implementarlo. A menos que se demuestre que los beneficios son exuberantemente mayores que los costos, no existe razón alguna para desechar su implementación. Podríamos inferir que la expresión siguiente puede ser considerada para medir el éxito o fracaso que pudiera originar la ejecución de las tareas propuestas en el PLAN mediante el ESFUERZO que requiere la organización para romper la RESISTENCIA al cambio. Esta fórmula permitirá, además, priorizar las acciones del Plan en una matriz de ESFUERZO VS IMPACTO que veremos más adelante donde; para medir el Esfuerzo utilizaremos la variable (R), que indicará cuanta Resistencia al cambio opone la Organización a la ejecución o implementación de la acción cuando estas se ejecuten. Ambas son directamente proporcionales.

A continuación, se presenta la fórmula de Resistencia al Cambio propuesta, en adelante el ESFUERZO:

D + V + L = R = E

Donde:

D= Satisfacción de la situación actual con la implementación de la tarea.

V= Visión de futuro con la implementación de la tarea.

L= Liderazgo para ejecutarla.

R= E= Resistencia al Cambio o Esfuerzo

Cada variable estará ponderada de 0 a 5 donde el máximo nivel de “Esperanza” (satisfacción) es 5 y el mínimo es 0.

La métrica satisfactoria para la evaluación de esta variable R no se medirá en una rango aceptable o no aceptable; dado que, al igualar su resultado al ESFUERZO, lo que busca es categorizarlo mediante la suma de sus factores FP, como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 19. Categorización del Esfuerzo para Priorizar el PEGA

FACTOR DE ESFUERZO	
	Resultado
Factor / **Categoría** 0 - 3 / 1 4 - 6 / 2 7 - 9 / 3 10 - 12 / 4 13 - 15 / 5	**Suma Factores** 15 **Categoría** 5

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar una primera aproximación del grado de Resistencia que tendría la ejecución de las acciones del PEGA, se consideró la evaluación de las variables tomando en cuenta el Marco de competencias de 2008 del Institute of Asset Management como punto de referencia, hay siete actividades clave para los gerentes de activos, entre ellas priorizar la gestión de activos. Por lo anterior el Superintendente de Mantenimiento, ha evaluado cada acción mediante el modelo propuesto. Considerando que es el cargo más influyente y con mayor conocimiento de la organización, por ende, pudiera considerar todo su know how frente a la categorización de las acciones del Plan y su nivel de resistencia.

El resultado de la valorización de cada acción se presentará más adelante.

5.3.4. Estimación del IMPACTO que genera la Implementación del PEGA.

En este punto se pretende estimar cuantitativamente el IMPACTO que pudiera generar la implementación de las acciones de PEGA. Es importante decir, que esta evaluación va a considerar las variables operativas más representativas, considerando que la organización se mueve centrada en la función productiva.

A continuación, se presenta la fórmula de IMPACTO propuesta:

Qa + C + P = I

Donde:

Q= Impacto en la Calidad del Producto Final y/o sus Procesos con la implementación de la tarea.

C= Impacto en los Costos de Producción con la implementación de la tarea.

P= Impacto en el volumen de producción con la implementación de la tarea.

I= Impacto que genera la implementación de la tarea.

Cada variable estará ponderada de 0 a 5 donde el máximo nivel de "Esperanza" (influencia) es 5 y el mínimo es 0.

La métrica satisfactoria para la evaluación de esta variable no se medirá en una rango aceptable o no aceptable; dado que, al igualar su resultado al IMPACTO, lo que busca es categorizarlo mediante la suma de sus factores FP, como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 20. Categorización del Impacto para Priorizar el PEGA

FACTOR DE IMPACTO	
	Resultado
Factor / **Categoría** 0 - 6 / A 7 - 12 / B >13 / C	**Suma Factores**
	10
	Categoría
	B

Fuente: Elaboración Propia

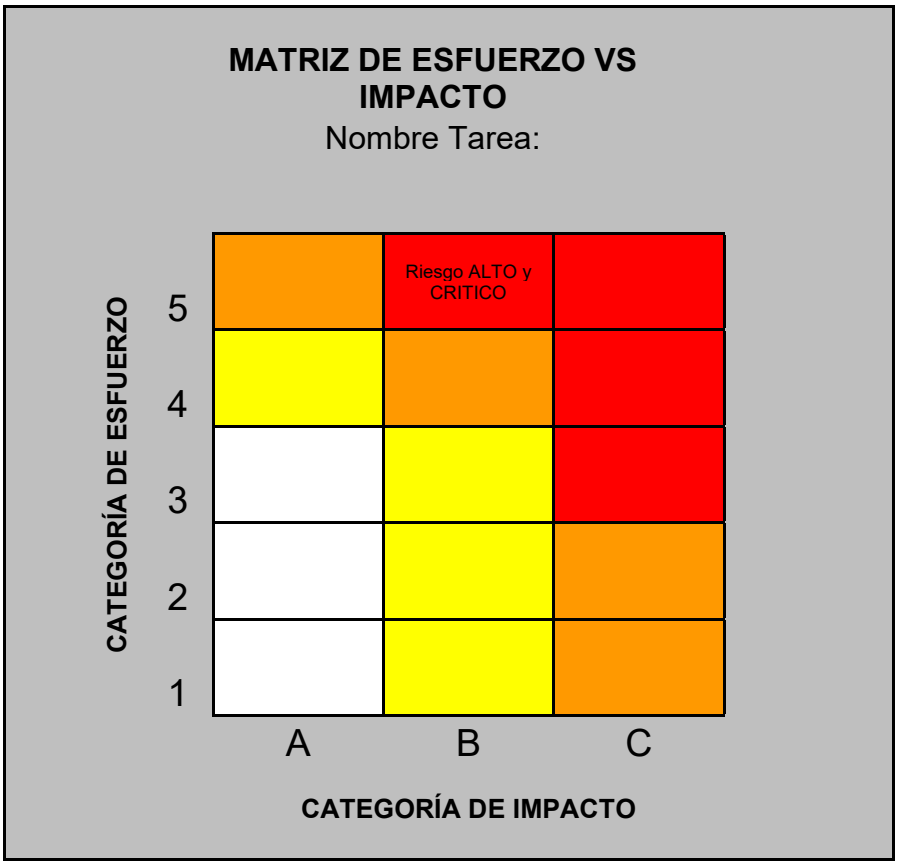
5.3.5. Matriz de Priorización del PEGA.

Es imprescindible para las organizaciones actuales priorizar sus Planes de Acción y materializar en roadmap la cronología de su ejecución, dado que los recursos regularmente son finitos y deben ser utilizados con el máximo nivel de desempeño. Es por lo que el modelo

de priorización propuesto presenta dos aspectos a cuantificar en cada acción del PLAN, el primero mide la Resistencia al Cambio que implícitamente se concatena con el ESFUERZO que requiere su ejecución. Y por otro lado se ha cuantificado el valor del resultado mediante las 3 variables que caracterizan el IMPACTO en la organización al implementar la misma acción.

La matriz mostrada a continuación presenta los niveles de severidad, riesgo o resultante de la categorización de ambos aspectos (variables) que caracterizan la ejecución de la tarea indicada en el Plan; ESFUERZO VS IMPACTO, explicadas anteriormente.

Ilustración 17. Matriz Esfuerzo vs Impacto Priorización PEGA



Fuente: Elaboración Propia

La relación de ambos caracteriza la dicotomía de la matriz. Presentando sus resultados mediante la cualificación en 4 niveles de riesgo o severidad de la acción. Se concluye que, a mayor esfuerzo e impacto, la resultante es más crítica para la función del PEGA.

Ilustración 18. Escala de Valorización para la Matriz de Priorización

COLOR	ESFUERZO	IMPACTO
A1 A2 A3	BAJO	NORMAL
B1 B2 B3 A4	MEDIANO	IMPORTANTE
C1 C2 B4 A5	MEDIANO – ALTO	SEMI – CRÍTICO
C3 C4 C5 B5	ALTO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración Propia

5.4. PRIORIZACION DEL PEGA Y CONSTRUCCION DEL ROADMAP

De acuerdo con los criterios de madurez de la norma ISO 55001 y la BSI PAS 55. La organización se encuentra en un nivel DESARROLLANDO con una puntuación de 2.2 en la escala de madurez considerando los 7 requisitos certificables de la norma. Esta auditoria ha destacado los aspectos más primitivos de la organización en el cumplimiento de los requisitos, siendo aquellos que tienen mayor brecha de cumplimiento aquellos calificados con una nota inferior a 2, sin embargo, de acuerdo con la escala de existencia de la auditoria que establece el 60% como objetivo de cumplimiento, no hay ningún requisito cumpliendo este valor. En la siguiente tabla se destacan en rojo aquellos cuyo nivel de insatisfacción y por ende sus brechas son mayores y serán en estos requisitos en donde se pondrá mayor énfasis en la ejecución de las acciones propuestas, esto permitirá acotar la brecha respecto de la norma y garantizar un nivel de acercamiento a los objetivos del PEGA.

Ilustración 19. Resultados Requisitos Auditoria AMS ISO55001

	Requerimientos de la ISO 55001	Escala de existencia (0-1-2-3-4-5)
1	4. Contexto de la Organización	1.62

2	5. Liderazgo	1.78
3	6. Planificación	1.81
4	7. Soporte	2.77
5	8. Operación	2.83
6	9. Evaluación de desempeño	2.23
7	10. Mejora	2.34

Fuente: Elaboración Propia

5.4.1. Resultados de la Priorización para las Acciones del PEGA

Las buenas prácticas de la gestión de activos aconsejan ser tan sofisticado como sea necesario. Es decir, los niveles altos de madurez en las prácticas de gestión de activos para una base de activos poco compleja y no crítica va a atraer costos innecesarios. Por el contrario, las prácticas inmaduras de gestión de activos en bases complejas o críticas plantean un gran riesgo para la organización, por ende aquellas tareas con un nivel de Riesgo Alto y Critico en la priorización ESFUERZO VS IMPACTO y que se encuentren en Requisitos de la auditoria con un calificación de madurez inferior a 2, esto es en una escala de CONSCIENTE O DESARROLLANDO, tendrán un nivel de prioridad superior en el roadmap dado el alto riesgo para el cumplimiento de los objetivos operacionales y organizacionales del negocio.

El Institute of Asset Management como punto de referencia establece que hay 7 actividades por las que un Gerente de Activos debe velar:

- Desarrollar una Política.
- Desarrollar una Estrategia
- Planear la Gestión de Activos
- Cumplir con los Planes y Establecer Indicadores
- Desarrollar Personas
- Gestionar Riesgos
- Recabar, Recopilar y Analizar la información.

En la Matriz de Priorización propuesta se han presentado aquellas tareas que mayor beneficio pudieran generar para el negocio, pero en específico aquellas que mayormente

representan la visión y la misión del Gerente de Activos. Alineado a este objetivo y para SQM la de mantener una Operación de bajo costo en un mercado volátil y pujante, es que la cuantificación de las variables que priorizan el PEGA, era vital generarlas con la máxima autoridad en la Gestión de activos de la compañía, el Superintendente de Mantencion en la División de Yodo y Nutrición Vegetal.

De las 40 tareas propuestas el 35% de ellas, es decir un total de 13, fueron categorizadas de Riesgo ALTO y CRITICO, sobre las cuales se construirá y priorizará el roadmap de la organización, secuenciando por nivel de criticidad su ejecución.

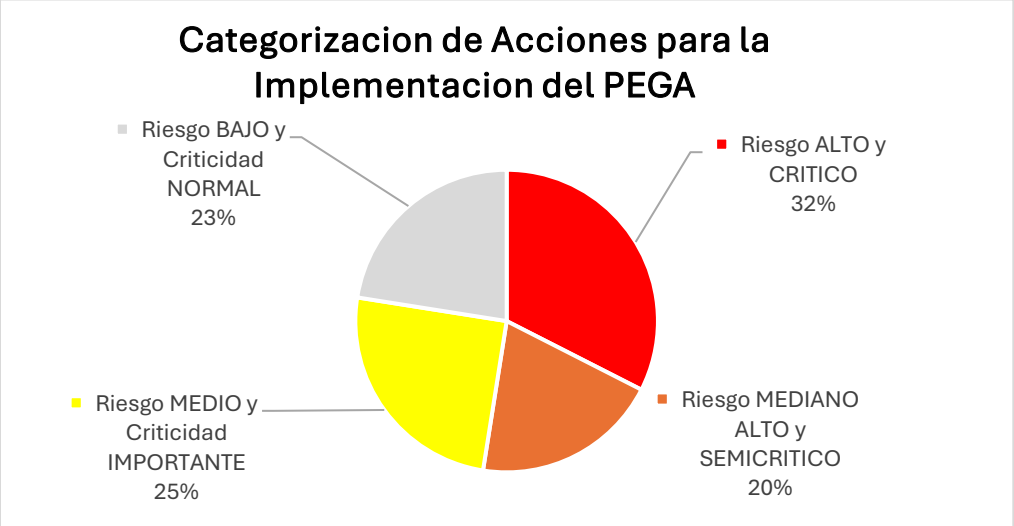


Ilustración 20. Resultados de Tareas Priorizadas para el PEGA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Resultados (Cantidad) de Tareas por cada Nivel de Prioridad

Categorización de Acciones del PEGA	Cantidad x Categoría
Riesgo ALTO y CRITICO	13
Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO	8
Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE	10
Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL	9
Total	40

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, presentamos las tablas de trabajo mediante la cual se priorizan las 40 tareas o acciones recomendadas para la implementación del PEGA:

			PRIORIZACION										
ítem	REQUISITOS	ACCION Calificar 0-1-2-3-4-5 (- A +) si la acción impacta positivamente en las características de la Matriz	Esfuerzo (D+V+L=R)			FP	Impacto			FP	Categoría			Criticidad
			D	V	L	Σ=	Q	C	P	Σ=				
	Categoría N°4 Contexto de la Organización	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
1	4.1Comprensión de la Organización y su contexto	Crear Política de Gestión de Activos para Red OT (Incluye Procedimientos)	5	5	5	15	5	5	0	10	B	5	B5	Riesgo ALTO y CRITICO
2	4.1Comprensión de la Organización y su contexto	Crear Organigrama para la gestión del PEGA	2	3	2	7	2	1	1	4	A	3	A3	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
3	4.2Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Crear Matriz de Gobernanza para el PEGA y Organigrama. Considera interdependencia en la Organización	2	3	3	8	2	1	1	4	A	3	A3	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
4	4.3Determinación del alcance del sistema de gestión de activos	Crear Inventario de Activos, UT y Criticidad.	5	5	5	15	5	5	5	15	C	5	C5	Riesgo ALTO y CRITICO
5	4.4Sistema de gestión de activos	Crear Plan de Gestión. Incluye Planes de Mmto Según Criticidad (Correctivo, Preventivo, Predictivo) y Responsables	4	4	4	12	3	4	3	10	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO
	Categoría N°5 Liderazgo	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
6	5.1Liderazgo y Compromiso	Difundir Plan de Gestión, Políticas y Matriz de Gobernanza a través de la Cultura Lean M1+	3	4	4	11	2	2	3	7	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO
7	5.2Política	Establecer métricas del PEGA alineadas con el monitoreo de activos y sus variables relacionadas. Interconectar con la Política de LEAN M1	4	4	5	13	3	3	3	9	B	5	B5	Riesgo ALTO y CRITICO
8	5.3Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	Definir responsabilidades y cumplimiento de métricas mediante auditoria del PEGA.	2	2	2	6	2	2	2	6	A	2	A2	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
	Categoría N°6 Planificación	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
9	6.1Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el SGA.	Crear Matriz de Riesgos para los Activos de la Red Industrial (oT)	4	4	4	12	3	2	4	9	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO

10	6.2Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	Definir ERPs para la gestión del PEGA. Establecer puntos de medida de cada variable	3	3	2	8	3	2	2	7	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
11	6.2Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	Definir Misión, Visión y Valores del PEGA	4	5	5	14	3	3	3	9	B	5	B5	Riesgo ALTO y CRITICO
	Categoría N°7 Soporte	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
12	7.1Recursos	Definir los Recursos necesarios para la administración del PEGA	4	4	3	11	3	1	2	6	A	4	A4	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
13	7.2Competencias	Definir los requisitos de competencias en "Descripción de Cargos" y definición de "Roles" de la Organización.	3	4	5	12	2	5	3	10	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO
14	7.3Toma de conciencia	Definir la matriz de habilidades y matriz de cumplimiento de las acciones del PEGA	2	2	1	5	2	3	4	9	B	2	B2	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
15	7.4Comunicación	Generar Plan de Comunicación a través de la cultura LEAN M1.	2	1	1	4	2	1	1	4	A	2	A2	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
16	7.5Requisitos de información	Generar Estrategia para al almacenamiento de la Información. Repositorio Digital	3	4	3	10	2	2	1	5	A	4	A4	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
17	7.6Información documentada	Identificar Marco Legal del PEGA. Normativa que debe asegurar su veracidad	2	3	2	7	1	3	2	6	A	3	A3	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
	Categoría N°8 Operación	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
18	8.1Planificación y control operacional	Crear Plan Maestro de Tareas (Operacionales y Mantenimiento) y su estrategia de retroalimentación y priorización.	4	3	5	12	4	4	5	13	C	4	C4	Riesgo ALTO y CRITICO
19	8.2Gestión del cambio	Definir flujo para la gestión del cambio. Establecer condiciones que generan las acciones.	5	5	5	15	5	5	5	15	C	5	C5	Riesgo ALTO y CRITICO
20	8.3Contratación a Terceros	Definir listado de tareas que se van a subcontratar. Establecer Procedimiento para la Gestión de Contratos y sus KPI	4	3	4	11	3	4	4	11	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO
	Categoría N°9 Evaluación del Desempeño	**Acciones para cumplir con el Requisito**												

21	9.1Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Desarrollar indicadores de desempeño (técnicos, financieros, calidad y salud). Considerar Matriz de decisiones para la respuesta de cada KPI.	3	3	3	9	4	5	4	13	C	3	C3	Riesgo ALTO y CRITICO
22	9.2Auditoría Interna	Establecer cronograma y alcance de auditorías internas y externas.	2	3	2	7	2	1	1	4	A	3	A3	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
23	9.3Revisión por la dirección	Establecer revisión de la estrategia del PEGA en función del cumplimiento de las auditorias.	2	1	1	4	1	1	1	3	A	2	A2	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
	Categoría N°10 Mejora	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
24	10.1No conformidades y acciones correctivas	Crear Procedimiento para el tratamiento de No Conformidades, Fallas y Oportunidades que tenga el PEGA.	2	3	4	9	4	3	4	11	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
25	10.1No conformidades y acciones correctivas	Establecer Procedimiento (criterios) para el Seguimiento de ACR.	3	4	4	11	4	5	5	14	C	4	C4	Riesgo ALTO y CRITICO
26	10.2Acciones preventivas	Establecer ERPs de Monitoreo Sintomático para los activos.	4	4	5	13	5	5	5	15	C	5	C5	Riesgo ALTO y CRITICO
27	10.3Mejora continua	Establecer mecanismo para la ejecución de Planes de Inversión	3	4	5	12	3	3	3	9	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO
28	10.3Mejora continua	Establecer mecanismo para la captura de mejores prácticas.	3	2	2	7	2	3	2	7	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
	Fase I	**Acciones para cumplir con el Requisito**												
29	H05. NC. No existen Planos de Arquitectura Física	Definir Arquitectura Física y Lógica mediante Planos y Esquemas	3	4	5	12	4	4	5	13	C	4	C4	Riesgo ALTO y CRITICO
30	H01. NC. No existe Procedimiento ante Emergencias	Crear Procedimiento de Seguridad y Emergencias	3	4	3	10	4	4	4	12	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO
31	H01. NC. No existe una política de ciberseguridad	Definir una Política de Riesgos (Ciberseguridad)	2	1	2	5	2	2	1	5	A	2	A2	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
32	H01. NC. No existe firewall para acceso a la red	Implementar Firewall y definir un perímetro de Seguridad Físico y Lógico	2	2	3	7	2	3	2	7	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
33	H01. NC. No existe Sistema de Respaldo ante Emergencias	Implementar Sistema de Respaldo frente a Emergencias	4	5	4	13	4	4	4	12	B	5	B5	Riesgo ALTO y CRITICO

	Fase II	**Acciones para cumplir con el Requisito**													
34	H13. NC. No existe software para el monitoreo de activos	Implementar Software de Monitoreo Físico de los Activos	4	5	5	14	2	4	3	9	B	5	B5	Riesgo ALTO y CRITICO
35	H22. NC. Red no está segmentada en su totalidad	Segmentar la red de acuerdo con la disposición física de los activos a fin de mejorar además el tráfico de la FFOO. (No hay arquitectura definida)	2	3	3	8	3	2	2	7	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
36	H24. NC. No hay política para protocolos SSL, SSH, SNMP, TLS	Definir política para los certificados SSL, SSH y SNMP de la red.	2	2	1	5	2	2	2	6	A	2	A2	Riesgo BAJO y Criticidad NORMAL
37	H29. NC. No hay política de garantía u obsolescencia para hardware y software	Definir política de garantía para software y hardware	2	3	3	8	2	4	4	10	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
38	H03. NC. No hay registros de alarmas de antivirus.	Implementar antivirus en todos los servidores de la red	3	2	3	8	3	2	3	8	B	3	B3	Riesgo MEDIO y Criticidad IMPORTANTE
	Fase III	**Acciones para cumplir con el Requisito**													
39	H30. NC. No existe control en acceso a salas de datos	Establecer Control de Acceso Biométrico a Salas de Datos y SE	4	5	5	14	3	4	3	10	B	5	B5	Riesgo ALTO y CRITICO
40	H31. NC. No hay equipos de A/C para salas de datos	Implementar equipos de climatización para salas y gabinetes de activos	4	3	3	10	4	3	3	10	B	4	B4	Riesgo MEDIANO ALTO y SEMICRITICO

5.4.1. Construcción del ROADMAP para la Ejecución del PEGA

La gestión de activos encontró un punto de inflexión a partir de establecer un sistema "mínimo" de gestión el cual se refleja en la ISO 55.001. Establecer este nivel mínimo de sistema de gestión es un desafío en sí mismo tal como ha ocurrido en los capítulos anteriores del presente estudio. Pero jamás olvidar que un sistema de gestión no garantiza una ejecución eficiente. El verdadero desafío de un sistema de gestión capaz de soportar una Gestión de Activos 4.0 es la madurez y la disciplina en la secuencia de sus auditorias para alcanzar la excelencia en los requisitos estandarizados de sus funciones, que alineados con la estrategia del negocio aportaran no solo a mejorar la disponibilidad de estos, sino que, por consecuencia, también los niveles de eficiencia y eficacia de sus Operaciones.

Para la industria 4.0, el modelo de datos y un eficiente y flexible flujo de estos son claves para lograr una gestión operacional de clase mundial. Para ello una incorporación integral de los procesos de confiabilidad y mantenimiento al modelo de datos es fundamental.

Ya lo ha dicho Patricio Radeljak en la última edición del "Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad" realizado en Chile, la Gestión de Activos Físicos que interconectan todos los mundos de la Operación marcarán la hoja de ruta para las empresas productoras de materias primas. Un ejemplo y una mirada externa al roadmap que están construyendo las empresas de clase mundial, centrados en la informatización, digitalización e interconectividad de los activos que conforman los niveles de control operacional MAQUINA – HUMANO dentro de las organizaciones.

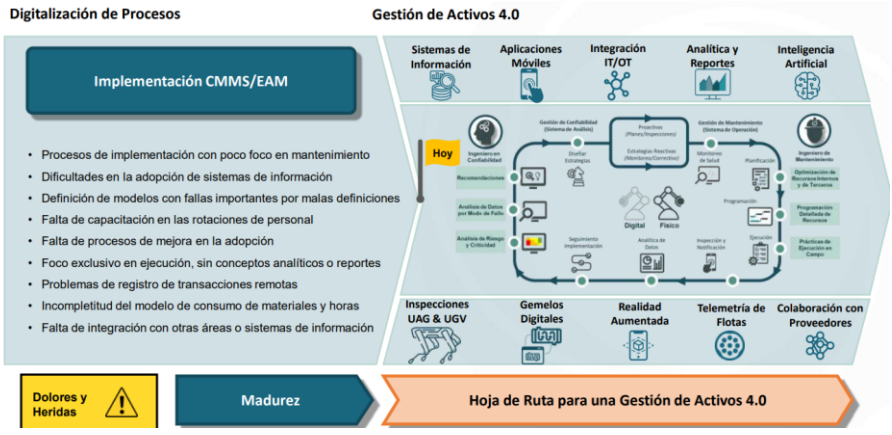


Ilustración 21. Construcción de un Roadmap para una Gestión de Activos 4.0

Fuente: Presentación P. Radeljak para Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad. 2024. Ppt 4

Como lo comentamos anteriormente es fundamental no solo priorizar, sino delinear con claridad la ejecución del PEGA mediante la construcción del roadmap propio, con el cual la organización y la alta gerencia puedan auditar el cumplimiento de las acciones o tareas que acortan las brechas de cumplimiento para los requisitos auditables de la certificación de la norma. En lo particular la ruta propuesta prioriza aquellas tareas de Riesgo ALTO Y CRITICO de los requisitos con menor nivel de cumplimiento, esto son: Requisito 4, 5 y 6 para la auditoria AMS y los requisitos de la Fase I y II de la auditoria de Hacking Ético durante el Q1 del primer año del roadmap. Y para el Q2 aquellas tareas de Riesgo MEDIO-ALTO Y SEMICRITICO. Esto permitirá a la alta Gerencia de la organización materializar con prontitud los beneficios que esta implementación genera en términos de disponibilidad, utilización y monitoreo de los activos, traduciéndose en recomendaciones operacionales en línea (sin desfase) desde y hacia el CIO, laboratorios, minimizar las pérdidas de producción por fallas de comunicación, entre otras.

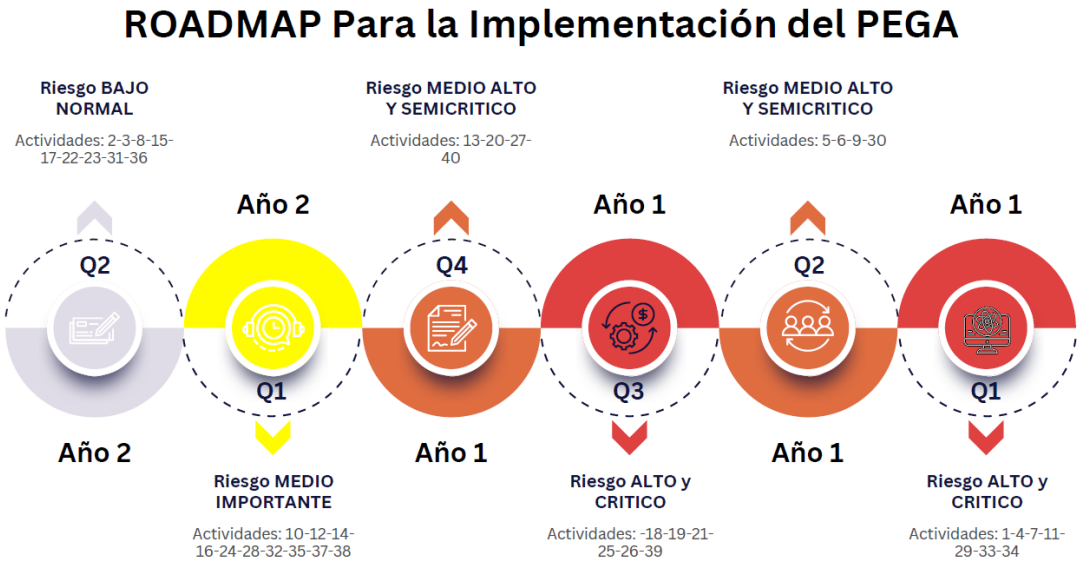


Ilustración 22. Road Map para la Implementación del PEGA

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Temas Estratégicos y Planificacion del PEGA. (Puntos de Atención)

Actualmente existen muchas herramientas, enfoques, modelos y teorías referidas a la Gestión Integral de Activos, sin embargo, a nivel mundial y local no se han alcanzado los niveles de rentabilidad apropiados a los actuales tiempos y todavía se sigue catalogando el

mantenimiento y operaciones como un gasto y no como una inversión, o bien enfocado hacia la simple implementación de un programa de administración del mantenimiento o de confiabilidad sin una adecuada evaluación de su verdadera rentabilidad.

Por otro lado, en muchas ocasiones han fracasado las iniciativas y/o proyectos referidos a la implementación de buenas prácticas o desarrollo de un real Sistema de Gestión de Activos, debido a que se han implementado soluciones no adaptadas a la filosofía de la empresa, o a sus verdaderas necesidades, y en otras ocasiones no se ha habilitado correctamente a la organización con una estructura, desarrollo de competencias y tecnología ajustada a su realidad y negocio, solo mirando la gestión de activos como una área de operaciones y mantenimiento.

Por lo anterior es trascendental generar una mirada estratégica del PEGA y como sus principales focos se alinean con los objetivos organizacionales. Hemos dicho en el desarrollo de este estudio que toda la Gestión de SQM se centra en las áreas Operacionales, tanto así que los mayores volúmenes de personas se encuentran en las Vicepresidencias de Operaciones y todas las áreas anexas trabajan a su servicio. Por lo tanto, de acuerdo con los valores de la compañía, sus políticas y la cultura organizacional es que se deben poner atención y alinear la estrategia del PEGA a los siguientes puntos estratégicos a los que hacen referencias sus Políticas y Procedimientos:

(ver: https://ir.sqm.com/es/documentos-y-politicas)

- La información con la que la Empresa cuenta hoy en su Sistema de Gestión de Activos. Específicamente definir el Plan Estratégico Organizacional del PEGA.
- Gestión de inventarios y su nivel de criticidad.
- Toma de decisiones que afectan actualmente a los activos en su relación con el ciclo de vida. Mantenimiento, obsolescencia, reposición, inversión, etc.
- La distribución de los tipos de mantenimiento y el análisis del proceso de Gestión de Activos Físicos oT/iT actual.
- El presupuesto de Gestión de Activos Físicos de la red que actualmente invierte. Opex y Capex.

- Los indicadores de desempeño que maneja la Empresa, comparados con el estudio de Benchmarking de las empresas punteras del sector, las normas, políticas y estándares asociados.
- Desempeño a nivel de los roles y cargos alineados a la ISO 55001 a través de Competences of Framework, con respecto a la estructura organizacional actual de la Empresa.
- Análisis de la demanda actual. Tercerización y la contratación de servicios asociados a los Activos de la Red Industrial.
- Estrategia de los sistemas de Ingeniería. Planificacion, Ejecución y Confiabilidad.
- Gestión de riesgos frente a emergencias y la respuesta ante fallas o incidentes.

5.4.2.1 Plan Estratégico Organizacional del PEGA

Estrategia de Gestión de Activos

Para desarrollar una estrategia de gestión de activos se debe considerar los siguientes puntos.

- Coherencia con la política de gestión de activos, el PEGA y otras políticas y destrezas organizacionales.
- El enfoque basado en riesgo en donde se definan los criterios de riesgo, la tolerancia al riesgo y la priorización de actividades. De acuerdo con la criticidad del activo o actividad y el nivel de riesgo involucrado;
- Enfoque del ciclo de vida: considerado explícitamente el ciclo de vida de los activos y las dependencias entre las fases individuales del ciclo.
- Marco Regulatorio: establece un marco en donde se incluyen los criterios de decisión para el apoyo del desarrollo de objetivos y planes de gestión de activos.
- Necesidades de los grupos de interés. Cubre los requisitos y expectaciones de los interesados.
- Requisitos de activos, identifican los requisitos funcionales, desempeño y condición para el activo, teniendo en cuenta cambios en la demanda o niveles de servicio.

- Incertidumbre. Los objetivos se basan en los análisis de escenarios que tienen en cuenta los cambios futuros y, en su caso, los resultados de una evaluación del desarrollo sostenible. Y
- Mejora Continua, incluye retroalimentaciones pertinentes, incluidos los resultados de la revisión por parte de la gestión, mejorar la capacidad de gestión de los activos de la organización y afirmar que son adecuados para el propósito.

Estrategia de Información de Activos.

Evalúa la situación actual y articula un intento de estado final en función de la capacidad del negocio. Debe definir cómo la organización pretende adquirir, almacenar, usar, evaluar, mejorar, archivar y borrar la información de los activos para soportar las actividades de gestión. Esta debe estar alineada con los objetivos y el PEGA de la organización. La estrategia de información de activos debe incluir las siguientes observaciones.

- Decisiones e información sobre la gestión de activos, relación con los procesos del negocio, incluyendo prioridad empresarial, roles y responsabilidades.
- Proveer información de los activos y un enfoque para la definición de los requerimientos de la información.
- Un software y tecnología para la estrategia de la información de activos, modelo de lógico de datos, interfaces del sistema y flujos de información.
- Costos, beneficios y plazos para ejecutar las mejoras.
- Sistemas de información de activos, gestión de contenido no estructurado.

La táctica de información de activos debe incluir objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y acotados en el tipo.

5.4.2.2 Gestión de Información e Inventario.

Sistemas de Activos

Es recomendable para la organización contar con un software o aplicaciones que permitan recolectar, almacenar, procesar y analizar la información de los activos para apoyar las actividades y los procesos de toma de decisiones para la gestión de activos. Normalmente los softwares de monitoreo incluyen esta herramienta. De acuerdo con la táctica de esta investigación, estas aplicaciones pueden variar desde software sofisticados, hasta análisis de

datos basados en hojas de cálculo. Generalmente los sistemas de información de activo incluyen las siguientes consideraciones:

- Registro de activos,
- Sistemas de información geográfica o sistemas topológicos,
- Sistemas de gestión de trabajo.
- Sistemas logísticos,
- Sistemas de desconexiones e interrupciones,
- Sistemas de la demanda de Activos, Procesos, Telemetría y SCADA.
- Entornos de datos comunes,
- Sistemas de monitoreo de condiciones como temperatura y vibración,
- Registro y monitoreo de dispositivos móviles de trabajo.

Nota: Contar con esta información es crucial para atender las necesidades de la organización. SQM no tiene un levantamiento de activos de la Red Industrial, lo que la hace vulnerable y poco eficiente de sus recursos.

5.4.2.3 Ciclo de Vida del Activo.

Realización del valor en el siglo de vida.

Para esto, la organización deberá aplicar las técnicas de costo del ciclo de vida (LCC) y la optimización del valor (VO). El costo del ciclo de vida es un análisis que incluye todo el costo de un activo desde que se compra hasta que finaliza su vida útil, también incluye el precio de compra, los costos de instalación, los posibles costos operativos de rutina, el mantenimiento, las actualizaciones y, por último, el valor restante de un rescate como residual. La definición queda expresada en la figura 23 referencia del Libro “Principios de Administración de Operaciones” de Heizer & Render 2009.

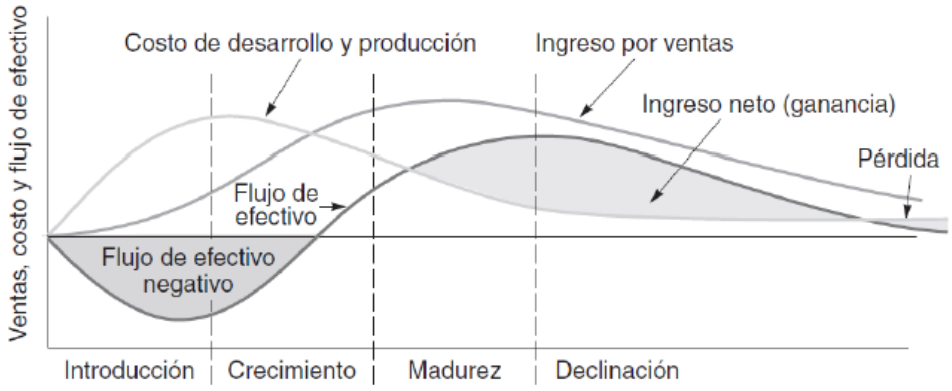


Ilustración 23. Ciclo de Vida de Un Activo.

Fuente: Libro Heizer & Render 2009. 7ma Edición. P58

El activo pasa por cuatro etapas, fase de introducción de crecimiento, madurez y declinación cuando el activo es indefectible.

5.4.2.4 Tipos de Mantenimiento y Análisis del Proceso del Activo

Proceso del Activo

El proceso del activo se relaciona estrechamente con la planificación estratégica de su incorporación y la planificación de la gestión de activos mediante su mantenimiento. Esto incluye las siguientes consideraciones:

- Análisis para determinar la mejor forma de adquirir los recursos (mano de obra, repuestos e inventario, planta, equipos y herramientas especializadas para ejecutar el plan de gestión de activos).
- Influencia sobre la estrategia de adquisición general.
- Estrategia de mantenimiento y obsolescencia del activo.

La estrategia de recursos de desarrollarse al mismo tiempo que la estrategia de recursos humanos para garantizar la gestión adecuada tanto de la adquisición como de la mano de obra. Una vez determinada la necesidad de adquirir activos adicionales mediante las diferentes estrategias planteadas durante el ciclo de vida del activo, la organización deberá seleccionar un método de adquisición. Los activos pueden ser adquiridos de distintas formas. Esta adquisición puede efectuarse mediante un contrato para gestionar los activos durante un periodo definido o a su vez siendo propietario de estos. La creación y adquisición de activos

debe incluir elementos de monitoreo y captura de costos, acuerdos para la entrega a operaciones, junto con la aprobación y liberación de los fondos.

Actualmente en SQM la filosofía LEAN gobierna el cómo y hacia donde se mueve la organización a través del establecimiento de modelos estandarizados, el cual unifica el lenguaje y la estructura que moviliza los recursos (humanos, técnicos y físicos) hacia los objetivos de la organización. Mediante esta filosofía es posible solicitar en cualquier momento del año la renovación de un activo a través de un análisis A3 o RDP (Resolución de Problemas). Por otro lado, la Planificacion del Mantenimiento es un área constituida que se encarga de estandarizar la gestión de recursos para asegurar la disponibilidad el activo en su fase operacional.

A continuación, se presenta la Estrategia de la consultora McKinsey para la incorporación de un activo, desde la gestión de la Planificacion:

Ilustración 24. Planificacion del Proceso de un Activo Según Consultora McKinsey.

Fuente: Paper Introducción a la Gestión de Activos. Jhon Rhonald. Cs McKinsey 2013 P45

5.4.2.5 Presupuesto. Opex y Capex

CAPEX

La organización deberá evaluar y analizar las opciones de inversión para incrementación de los activos o su reemplazo si éstos han llegado al final de su vida útil. Para evaluar si una inversión resulta rentable, se pueden usar diferentes criterios. Los criterios utilizados regularmente son los siguientes: Tasa interna de retorno (TIR), Valor presente neto (VPN), Periodo de Retorno, Entre otros.

OPEX

La organización deberá considerar para la toma de decisiones en operaciones y mantenimiento, el costo de las fallas, el riesgo y el costo de las intervenciones planificadas. Además, deberá considerar el uso de instrumentos o de herramientas sofisticadas y tecnológicas para la toma de decisiones. Las técnicas y métodos aconsejados para desarrollar estrategias y tareas de mantenimiento son: Análisis de los modos de fallas y efectos (FMEA) Inspección basada en riesgos (RBI) y Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Usualmente todas estas actividades de mantenimiento son financiadas por los gastos operacionales (CAPEX)

SQM es una organización robusta, sin embargo, carece de sintonía estandarizada en la estrategia de Mantenimiento. Dejando esta labor en quien(es) lideran los distintos departamentos o áreas sin una Jerarquía lógica y con un único objetivo, producir. Esto determina sus acciones únicamente a mantener y esporádicamente de forma reactiva a renovar o incorporar nuevos activos. Por lo anterior se sugiere una auditoria técnica a la infraestructura de forma regular, que considere todo el ámbito de la Gestión de Activos Físicos de la Red OT. De esta forma se podrá garantizar la renovación tecnológica mediante los planes de inversión y la confiabilidad de los activos existentes mediante tareas, recursos, materiales y planes dentro del gasto operacional.

5.4.2.6 Indicadores de Desempeño

A continuación, se proponen indicadores para cada caso identificado:

Tabla 22. Propuesta de Indicadores de Desempeño para el PEGA

Indicadores Financieros. -

Indicador	Objetivo del indicador	Unidad de Medida
ROA	Medir la capacidad de generar ganancias a partir de sus activos	[%]
ROI [%]	Medir la rentabilidad de la inversión	[%]
EBITDA	Medir la capacidad de la organización de generar beneficios teniendo en cuenta su actividad productiva	[MUSD]
CE: Consumo de Energía por unidad producida	Medir el consumo de energía para producir una Ton de producto	[kWh/ton]
CA: Consumo de agua por unidad producida	Medir el consumo de agua para producir una Ton de producto	[m^3/ton]

Indicadores Económicos. -

Indicador	Objetivo del indicador	Unidad de Medida
Costos de Mantenimiento / Costos de Producción	Medir el impacto del mantenimiento en el desempeño	[%]
CIF: Costo de Oportunidad por Indisponibilidad por Fallas	Medir el impacto económico provocado por una falla en un sistema o equipo	[USD/año]
Costos de Mantenimiento Preventivo / Costos Total de Mantenimiento	Medir el gasto realizado para prevenir fallas en los activos	[%]
Costos de Mantenimiento Correctivo / Costos Total de Mantenimiento	Medir el gasto realizado para reparar fallas en los activos	[%]
Costos de Mantenimiento Basado en Condición / Costos Total de Mantenimiento	Medir el gasto realizado para identificar fallas en los activos	[%]

Indicadores Técnicos. -

Indicador	Objetivo del indicador	Unidad de Medida
A: Disponibilidad Operacional	Medir de forma global el porcentaje de tiempo que un sistema o equipo cumple sus funciones	[%]
MTTR: Mean Time To Failure	Medir el tiempo promedio en que se tarda en reparar un equipo o sistema posterior a un fallo	[horas]

MTBF: Mean Time Between Failure	Medir el tiempo promedio en que un equipo o sistema puede operar entre fallos	[horas]
CE: Consumo de Energía por unidad producida	Medir el consumo de energía para producir una Ton de producto	[kWh/ton]
CA: Consumo de agua por unidad producida	Medir el consumo de agua para producir una Ton de producto	[m^3/ton]

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2.7 Organigrama y Roles

Estructura Organizacional

La organización necesita decidir qué tipo de estructura es la que mejor se adapta Asus necesidades, considerando los factores que influyen sobre esta, tales como. Tamaño. Rango de control para sus procesos, servicios y productos. Estructura de propiedad. Madurez. Sector industrial. La alta dirección deberá garantizar que la estructura organizacional contribuya al alcance de los objetivos propuestos. Es por ello que existen 3 aspectos principales al momento de considerar una estructura las unidades internas de trabajo. Unidades externas de trabajo y las líneas de reporte y gestión.

Gestión de Competencias.

La gestión de competencias dentro de la organización es una tarea fundamental, ya que garantiza que existe una cantidad de personas competentes. Y calificadas para efectuar las actividades bajo los estándares previstos. Si bien la competencia no garantiza un buen desempeño, facilita el desarrollo de las actividades, la gestión de competencias permite que en todos los niveles se pueda seleccionar, desarrollar y revisar a las personas calificadas para el desempeño de roles y responsabilidades.

Liderazgo.

Una organización necesita que los líderes contribuyan a la motivación de su personal y es esencial que estos confían en las personas que los están dirigiendo, es decir, los líderes deben demostrar que están preparados para asumir la responsabilidad cuando surge un problema.

Las personas poseen diversas personalidades, estilos y enfoques que las hacen exitosas. Sin embargo, todos los líderes deben hacer y cumplir bien los requisitos presentados a continuación.

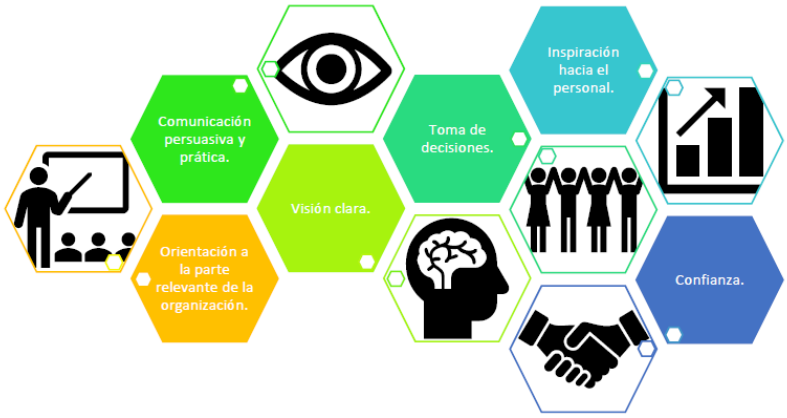


Ilustración 25. Características de un Líder para la Gestión de Activos

Fuente: Libro Liderar para Aprender. Base de Estudios de SQM 2013. 1era Ed. P34

Gestión de Tercerización

Una vez que está definida la estructura de roles y competencias de acuerdo con las definiciones de la organización. Es necesario conocer qué actividades pueden y deben ser tercerizadas mediante una auditoria de Benchmarking. Esta estrategia es esencial para determinar las descripciones de cargo, alcances técnicos y administrativos de las personas al interior de la organización definiendo con claridad sus responsabilidades antes, durante y después de cada tarea interna y externa.

5.4.2.8 Análisis de la Demanda y Tercerización de Servicios

Al desarrollar los objetivos de gestión de activos y el PEGA, es importante considerar la demanda actual y prevista para los bienes o servicios de la organización. Para esto, el análisis estructurado de la demanda debe ser efectuado antes de que se desarrolle la táctica de la gestión de activos y los objetivos. Al realizar un análisis de demanda, existen varios elementos por considerar:

- La demanda histórica, es decir que es necesario revisar el historial de cada uno de los automotores respecto al uso de los activos.
- Los impulsores de la demanda y del cambio en la demanda en el transcurso del tiempo.
- Para las organizaciones comerciales; los cambios en el precio a través del tiempo, por ejemplo, los precios del mercado o aquellos que resultan de controles regulatorios sobre los precios,
- Los cambios en los niveles de servicio o productos requeridos.

Para el caso de estudio y considerando la movilidad del Mercado de estos commodities: Yodo, Fertilizantes y Químicos de Especialidad. Con el fin de ajustar la demanda sin una perdida significativa durante las fluctuaciones del mercado es que la organización debe realizar un Benchmarking de aquellas actividades críticas y no críticas a fin de externalizar aquellas cuyo nivel de riesgo no este alineada con la misión y la visión del negocio y/o aquellas que requieran de un nivel de implementación significativo, en termino de costos y recursos (capacitaciones, curva de aprendizaje, compra de software, etc.)

Se logran identificar en la organización las principales tareas y que a primer juicio deben ser externalizadas dado que la organización no cuenta con el personal capacitado (esto requiere de un Benchmarkin para su confirmación):

Tabla 23. Principales Actividades Desarrolladas en SQM para Gestionar Activos Físicos de la Red OT.

	Actividades que involucra la Gestión de Activos Físicos de la Red OT	¿Requiere Benchmarking?	¿Se Requiere Externalizar?
1	Administración Física de la Red (Servidores VMWARE, Plataformas, Etc)	Si	No
2	Administración Lógica de la Red (Máquinas Virtuales, Segmentos IP, MAC, Certificados SSH, SNMP, Etc)	Si	No
3	Gestión de Fallas Operacionales, de Comunicación y Lógica de Control.	Si	Si
4	Gestión del Ciclo de Vida de los Activos (OPEX y CAPEX)	No	No
5	Gestión de la Estrategia de los Activos de la Red oT (Procedimientos, Políticas, Reuniones, Etc)	No	No
6	Programar, Ajustar y Crear Lógica de Control Multiplataforma (ABB, SIEMENS, SCHNEIDER, AVEVA, ROCKWELL)	Si	Si
7	Instalar y Mantener Infraestructura de Comunicaciones (FFOO, Switch, Antenas, Enlaces, Etc)	Si	Si
8	Instalar y Mantener Infraestructura de Control Operacional (PLC, VDF, CCM, ETC)	Si	Si
9	Instalar y Mantener Infraestructura de Seguridad (Cámaras de Video, NVR, Centrales de Analítica, Etc.)	Si	Si

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2.9 Estrategia de los Sistemas de Ingeniería

Estrategia de Ingeniería

La organización deberá Enfocar estos sistemas al diseño y gestión de sistemas complejos de ingeniería a lo largo de sus siglos de vida. Estos sistemas deberán abarcar requerimientos de: Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad. Además, se tienen que considerar las interfaces entre nuevos activos y sistemas existentes. Los sistemas de ingeniería también deberán incluir el desarrollo de especificaciones técnicas y funcionales, proceso de instalación, certificado de seguridad y proceso de aceptación, incluyendo revisión, verificación y validación de los activos.

Ejecución del mantenimiento.

La organización deberá abarcar una gestión efectiva y eficiente de los procesos y recursos para ejecutar el modelo elegido, requiriendo la coordinación e integración de las actividades en operaciones, finanzas, ingeniería, TI, recursos humanos y las funciones de respaldo especializadas. Generalmente, las tareas del plan de mantenimiento se dividen en 3 categorías. Inspección, pruebas y monitoreo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento correctivo.

Ejecutar el mantenimiento genera volúmenes de datos e información, reportes sobre condiciones y registro de actividades completadas, aportando información esencial para el desarrollo de futuros planes de mantenimiento. Por lo general, la planificación y coordinación del mantenimiento es compleja. Y requiere el uso de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado para el caso propuesto esta tarea se ejecutará a través del ERP Máximo.

Ingeniería de Confiabilidad.

En este punto, los principios y técnicas de ingeniería se aplican a todo el ciclo de vida de un producto para garantizar el correcto funcionamiento de este en un determinado intervalo de tiempo. La ingeniería de confiabilidad se basa en la ejecución de las siguientes actividades: -Suministro de información para el mejoramiento de la vida de un sistema y para facilitar la operación y mantenimiento del mismo. -Suministro de información para los encargados de mantenimiento. -Formular y ejecutar pruebas sobre el sistema, los subsistemas y sus componentes. -Garantizar el correcto funcionamiento de los componentes según el

comportamiento esperado por el diseñador. -Evaluación de la confiabilidad de los diseños alternativos. -Cálculo de las fallas permitidas en los sistemas. -Implementación de análisis de modos de falla y efectos críticos (FMECA). -Investigación de reclamos y fallas catastróficas.

Planificacion de la Disponibilidad

Las operaciones en activos incluyen los procesos de planificación de estos, el desarrollo de estrategias de operaciones y un plan para ejecutar la estrategia, asegurando los siguientes puntos.

- Cumplimiento de los requisitos funcionales.
- Ejecución del nivel de servicio requerido.
- Cumplimiento de los requerimientos reglamentarios y técnicos en seguridad, confiabilidad, salud y protección.
- Alcance y conservación de los niveles definidos de desempeño funcional, financiero y físico.
- Proporción de una línea base que permita modificar los parámetros operativos y adaptarlos a la experiencia en terreno.

Monitoreo de Activos

Para tener resultados efectivos en la gestión de activos es necesario desarrollar un monitoreo del desempeño de los activos y su salud. Para llevar a cabo este monitoreo se necesita tener un marco de medición que incluya las medidas e indicadores que relacionen el desempeño y la capacidad de los activos para que ejecuten las funciones esperadas. Para realizar mediciones se debe tener en consideración que los criterios de medición deben ser claros para comprender las retroalimentaciones obtenidas, de tal forma que los resultados obtenidos deberán proporcionar respuestas referentes a los activos, siendo las mismas información clave para tomar decisiones en la gestión. De existir alguna desviación con respecto al desempeño de los activos, se deberá evaluar las acciones correctivas pertinentes.

El monitoreo genera grandes cantidades de datos, impactando los sistemas de información de la organización. Por lo tanto, es esencial revisar la rentabilidad del monitoreo.

En la siguiente figura extraída desde el Libro “Anatomía de la Gestión de Activos” IAM 2015, destaca el desempeño del monitoreo del activo y su flujo de información.

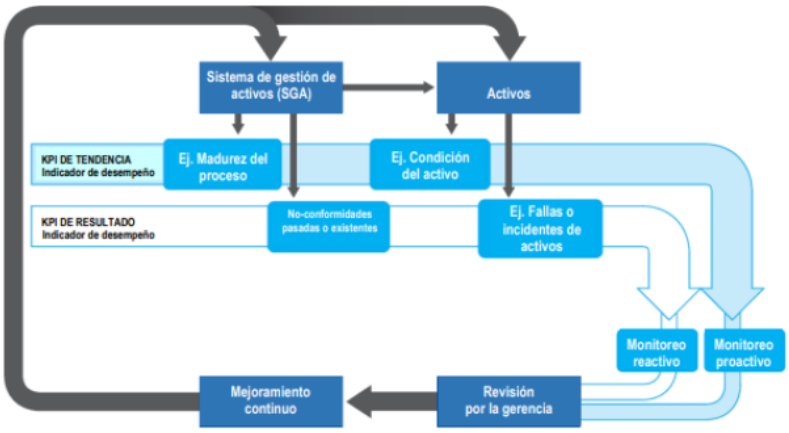


Ilustración 26. Medidas de Desempeño para Activos y SGA

Fuente: Libro Anatomía de la Gestión de Activos. V3 IAM 2015. P70

5.4.2.10 Gestión de Riesgos y Respuesta ante Emergencias (Fallas o Incidentes).

Estrategia de Desconexiones e Interrupciones.

Comúnmente se necesitan ejecutar trabajos que implican que se dejen de usar los activos mientras, mientras otros activos están operando. Esta interrupción hace que el proceso de producción se detenga. Alterando los resultados o reduciendo los niveles de servicio. Una estrategia de desconexión aborda las opciones existentes para completar la producción de forma eficiente y segura dentro de los periodos de interrupción. Es necesario evaluar qué tan eficiente es efectuar menos interrupciones durante tiempos más prolongados. El alcance de cada desconexión debe ser determinado mediante procesos sólidos y auditables. Se deberá crear calendarios de trabajo por efectuar durante las pausas, con el fin de obtener el menor impacto en cuanto a producción. Además, la puesta en marcha luego de la desconexión involucra un riesgo potencial que debe ser gestionado y mitigado mediante procesos acordados y documentados.

Respuesta ante Fallas e Incidentes.

Las fallas e incidentes pueden tener un amplio impacto dentro de una organización y sus grupos de interés. Por tal motivo, la organización deberá tener la capacidad y la

disponibilidad de personal competente para responder ante una falla incidente con el uso de las herramientas especializadas y del equipo necesario para llevar a cabo las reparaciones temporales o permanentes. El desarrollo de respuestas a eventos imprevistos deberá ser abordado mediante planes de contingencia y análisis de resiliencia. Los preparativos de respuesta deben ser proporcionales a las consecuencias de fallas. El proceso incluye lo siguiente: detección de incidente, identificación de las fallas, análisis de fallas, uso de respuesta estándar, procedimientos temporales o permanentes de reparación, acceso al activo en terreno, conectividad, tiempos de respuesta, reporte y actualización de los sistemas de información de los activos.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

Esta investigación ha traído a la luz una paradoja crítica dentro de la estrategia operativa de SQM: si bien la compañía ha abrazado con éxito la digitalización de la Industria 4.0 para optimizar sus procesos, este salto tecnológico no ha sido acompañado por una madurez equivalente en la gestión y seguridad de los activos que lo sustentan. El diagnóstico integral revela que la red de Tecnologías de la Operación (OT) funciona bajo un escenario de doble riesgo, donde la eficiencia productiva coexiste con una fragilidad estructural significativa.

Crucialmente, los hallazgos demuestran que la gestión de activos inmadura y las vulnerabilidades de ciberseguridad no son fenómenos aislados, sino que están intrínsecamente ligados. La auditoría bajo la norma ISO 55001 concluye que la ausencia de un liderazgo formal y un plan estratégico ha fomentado un entorno de gestión reactivo, dependiente del conocimiento tácito y sin un enfoque de ciclo de vida. Es precisamente esta falta de gobernanza la que ha permitido la persistencia de los severos riesgos de seguridad expuestos por la auditoría de hacking ético, donde la falta de actualizaciones y controles de seguridad formales son un síntoma directo de una gestión de activos deficiente.

En consecuencia, se vuelve evidente que abordar estos desafíos con medidas puramente técnicas o aisladas, como la simple aplicación de contramedidas, sería insuficiente para resolver el problema de raíz. Esta tesis afirma que la única solución efectiva y sostenible es la adopción de un modelo de gestión holístico e integrado, como el propuesto a través del PEGA, que fusione los principios de gobernanza y planificación de la ISO 55001 con los controles de seguridad y las mejores prácticas de la ISO 27001. Solo un enfoque de esta naturaleza puede asegurar que la seguridad sea una parte inherente del ciclo de vida de cada activo.

En última instancia, el valor de este trabajo no reside únicamente en el diagnóstico de las brechas, sino en la entrega de una hoja de ruta clara y accionable. Al implementar el modelo de gestión propuesto, SQM Yodo y Nutrición Vegetal tiene la oportunidad de transformar su enfoque reactivo en uno proactivo y optimizado. Esto no solo le permitirá mitigar los riesgos y proteger la continuidad operacional, sino también salvaguardar su

ventaja competitiva y maximizar verdaderamente el valor de su infraestructura en el exigente y dinámico panorama de la minería 4.0.

El aporte fundamental de esta investigación es incrementar los conocimientos sobre las estrategias que deben ser desarrolladas para gerenciar los activos, específicamente el desarrollo de herramientas que permitan su diagnóstico y como priorizar las acciones que se desprendan de él, dado que es una realidad a la que muchas organizaciones se enfrentan hoy en día. La idea fundamental es contribuir a que la implantación de proyectos de este tipo pueda concluirse, en la mayoría de los casos, en forma exitosa, tomando conciencia sobre la necesidad de cuidar la dimensión técnica y humana de la Gestión de Activos.

El diseño de la herramienta de diagnóstico se efectuó de la manera más flexible posible, de modo que puede ser sometida a adaptaciones en función de las exigencias particulares de un determinado proyecto de cambio y de quien lo gerencia.

Los resultados asociados al diagnóstico deben ser complementados con otros indicadores o medidores de gestión y desempeño que ayuden a perfilar las estrategias y en el análisis en profundidad de las causas de la resistencia al cambio frente a determinado tipo personas o ambiente.

Al momento de concluir, luego de haber analizado en parte el concepto de «resistencia al cambio», existió la tentación de regresar a las raíces del término; en el diccionario de la Real Academia Española se define el término «cambiar» o «dejar una cosa o situación para tomar otra». Lo cierto es que el cambio no sólo es una elección, también puede ser una obligación o inclusive una imposición. En todo caso, sea cual fuere el origen, los esfuerzos de cambio exigen ser gerenciados, lo que implica desarrollar un conjunto de actividades conscientes y planificadas con el fin de cumplir con los objetivos y lograr la adaptación necesaria. Luego, la clave está en hacer que el cambio no sea la excepción sino la regla, pues en esa medida será menos difícil y traumático; se trata de anticiparse y ser proactivos para garantizar que las cosas cambien de la forma en que nosotros queremos. Es a partir de estas inquietudes que surge la necesidad de diseñar metodologías que garanticen el éxito de los procesos gerenciales, en específico en la Implementación del Modelo de Gestión de Activos Físicos de la Red Industrial propuesto para SQM. No sólo nos referimos a herramientas orientadas al diagnóstico sino a cualquier aporte que contribuya con que más cambios puedan concluir de la forma esperada y conveniente para la organización.

Probablemente el mayor atractivo que se ha procurado establecer en la herramienta propuesta, está asociado a un «enfoque particular» que procura incorporar las propuestas de diversas fuentes de información y medios de referencia en forma organizada, para dar origen a todo un listado de tareas que al ser priorizadas, planificadas y lideradas desde una posición de influencia, deben ser abordadas con flexibilidad e inteligencia para minimizar cualquier resistencia que los individuos pueden tener ante procesos de cambio particulares que involucra establecer un Modelo de Gestión de Activos Físicos para una Red OT.

ANEXOS

7. ANEXOS

Tabla 24. Preguntas del Requisito Auditable "Contexto de la Organización"

	Sub-Categorías		FAQ
4.1	Comprensión de la Organización y su contexto	1	# 1. ¿La empresa ha establecido los objetivos organizacionales? Los objetivos organizacionales son aquellos que fijan de forma estratégica el contexto y la dirección de las actividades principales de una empresa.
		2	# 2 ¿La empresa cuenta con un plan organizacional? El plan organizacional es aquella información documentada que especifica los programas para alcanzar los objetivos organizacionales de una empresa.
		3	# 3 ¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos de forma integral en todas las unidades de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		4	# 4 ¿Se ha realizado un análisis interno y externo de las unidades claves del negocio? El análisis interno y externo de la organización consiste en examinar los factores que puedan afectar el control y el futuro desarrollo de una organización.
		5	# 5 ¿La organización cuenta con un PEGA? El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) debe presentar de forma documentada la relación entre los objetivos estratégicos de la organización y los objetivos de las diferentes unidades de gestión (técnicas y administrativas), definiendo qué se necesita para alcanzar dichos objetivos.
		6	# 6 ¿Se ha determinado los factores internos y externos más relevantes que puedan afectar los resultados propuestos para la Gestión de Activos?
4.2	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	7	# 7 ¿Se tienen identificadas las partes interesadas internas y externas que afectan a la Gestión de activos? Las partes interesadas son personas u organizaciones que pueden afectar a la organización o ser afectadas por la misma, debido a una decisión o actividad.
		8	# 8 ¿Se han identificado los requisitos de las partes interesadas a la Gestión de Activos? Los requisitos son considerados como las necesidades y expectativas que tiene una persona u organización interesada en la Gestión de Activos.
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de activos	9	# 9 ¿Se ha declarado el alcance del Sistema de Gestión de Activos, en la cual se identificó los activos principales para el sistema (portafolio)? En el alcance de un Sistema de Gestión de Activos se incluyen los límites y la cobertura del sistema.
4.4	Sistema de gestión de activos	10	# 3 ¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos de forma integral en todas las unidades de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		11	# 10 ¿Se han definido y especificado los procesos para el Sistema de Gestión de Activos de Unidad de negocio? Un sistema es un conjunto de procesos. Los procesos para la gestión de activos deben

			definirse y especificarse partiendo del análisis de los procesos existentes en la organización respecto a si satisfacen algún requisito de la norma ISO 55001.

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 25. Preguntas del Requisito Auditable "Liderazgo"

	Sub-Categorías		FAQ
5.1	Liderazgo y Compromiso	12	# 1. ¿La empresa ha establecido los objetivos organizacionales? Los objetivos organizacionales son aquellos que fijan de forma estratégica el contexto y la dirección de las actividades principales de una empresa.
		13	# 2. ¿La empresa cuenta con plan organizacional? El plan organizacional es aquella información documentada que especifica los programas para alcanzar los objetivos organizacionales de una empresa.
		14	# 3. ¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos en la unidad de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		15	# 5 ¿La unidad de negocio cuenta con un PEGA? El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) debe presentar de forma documentada la relación entre los objetivos de la organización y los objetivos de la gestión de activos, definiendo qué se necesita para alcanzar dichos objetivos.
		16	# 11 ¿Se ha designado al equipo de trabajo que se encarga del Sistema de Gestión de Activos y que reporte a la alta dirección? Es importante que la alta dirección designe a una persona para que supervise el desarrollo, la implementación, la operación y la mejora continua de un sistema de gestión de activos.
		17	# 12 ¿La alta dirección expresa su compromiso a través de documentos difundidos o en reuniones de comunicaciones? 'Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		18	# 13 ¿La alta dirección se involucra para establecer los objetivos de Unidad de negocio, asegurando que estos estén relacionados con los objetivos de la organización? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		19	# 14 ¿El presupuesto otorgado para el logro de los objetivos es el adecuado y su planificación de dicho presupuesto es eficiente? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		20	# 15 ¿Se monitorea el desempeño del Sistema de Gestión de Activos en la unidad de negocio? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		21	# 16 ¿Se abordan los riesgos relacionados a los activos físicos de Unidad de negocio, estos son incorporados al proceso de gestión de riesgos de la unidad de negocio? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
5.2	Política	22	# 3 ¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos de forma integral en todas las unidades de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y

			dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		23	# 17 ¿Usted cree que los sistemas de gestión u otras prácticas de la organización se encuentran alineadas a la gestión de activos? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	24	# 11 ¿Se ha designado al equipo de trabajo que se encarga del Sistema de Gestión de Activos y que reporte a la alta dirección? Es importante que la alta dirección designe a una persona para que supervise el desarrollo, la implementación, la operación y la mejora continua de un sistema de gestión de activos.
		25	# 18 ¿Se han establecido los roles, responsabilidades y autoridad a la estructura orgánica (equipo de trabajo) que se encarga del Sistema de Gestión de Activos? La alta dirección debe asegurar que la responsabilidad y autoridad de los roles pertinentes se asigne y comunique dentro de la organización.

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 26. Preguntas del Requisito Auditable "Planificación"

	Sub-Categorías		FAQ
6.1	Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos	26	# 14 ¿El presupuesto otorgado para el logro de los objetivos es el adecuado y su planificación de dicho presupuesto es eficiente? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		27	# 19 ¿Existen procedimientos para la identificación, evaluación, respuesta y establecimiento de actividades para abordar dichos riesgos y oportunidades? La organización debe determinar los riesgos y las oportunidades que necesitan tratarse.
		28	# 20 ¿Existe monitoreo y control de las acciones establecidas para minimizar el impacto de los riesgos identificados? La organización debe determinar los riesgos y las oportunidades que necesitan tratarse.
		29	# 31 Para su trabajo de control ¿Ud. Considera en sus actividades de trabajo, los riesgos asociados y las oportunidades y cómo se relacionan el uno con el otro?
		30	# 38 ¿La Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante el tratamiento y seguimiento de los riesgos?
		31	# 39 ¿Ante cualquier cambio planificado, permanente o temporal que puede tener un impacto en el logro de los objetivos de Gestión de activos, la organización se asegura que los riesgos asociados se evalúan antes de implementarse dicho cambio?

		32	# 40 ¿La organización se asegura de que los riesgos asociados a los cambios se gestionen de acuerdo con las acciones, oportunidades y objetivos de la Gestión de activos?
		33	# 66 ¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades?
6.2	Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	34	# 5 ¿La unidad de negocio cuenta con un PEGA? El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) debe presentar de forma documentada la relación entre los objetivos de la organización y los objetivos de la gestión de activos, definiendo qué se necesita para alcanzar dichos objetivos.
		35	# 21 ¿Se han establecido objetivos de Gestión de Activos que sean específicos, medibles, alcanzables, realistas y acotados en el tiempo en funciones y niveles relevantes?

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 27. Preguntas del Requisito Auditable "Soporte"

	Sub-Categorías		FAQ
7,1	Recursos	36	# 22 ¿La organización determina y proporciona los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del Sistema de Gestión de Activos?
		37	# 23 ¿En la unidad de negocio se proporciona los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de la Gestión de Activos y para la ejecución de las actividades especificadas en el(los) plan(es) de Gestión de Activos?
7.2	Competencias	38	# 24 ¿En la unidad de negocio se determinan las competencias necesarias de las personas que hacen el trabajo bajo su control que afecta al rendimiento de los activos, Gestión de Activos y al Sistema de Gestión de Activos?
		39	# 25 ¿La alta dirección de la Unidad de negocio asegura que las personas que hacen el trabajo que afecta a los activos, Gestión de Activos y Sistema de Gestión de Activos sean competentes sobre la base de una educación adecuada, capacitación o experiencia?
		40	# 26 ¿La alta dirección de Unidad de negocio toma acciones para adquirir las competencias necesarias y evaluar la efectividad de las acciones tomadas?
		41	# 27 ¿En la Unidad de negocio se conserva apropiadamente la información documentada como prueba de las competencias del personal?
		42	# 28 ¿En Unidad de negocio se revisa periódicamente las necesidades de competencias y requisitos actuales y futuros?
7.3	Toma de conciencia	43	# 29 Para su trabajo de gestión ¿Ud. Considera la política Gestión de Activos?
		44	# 30 En sus actividades de gestión ¿Ud. Contribuye a la eficacia del Sistema de Gestión de Activos?
		45	# 31 Para su trabajo de gestión ¿Ud. Considera sus actividades de trabajo, los riesgos asociados y las oportunidades y cómo se relacionan el uno con el otro?
		46	# 32 Para su trabajo de gestión ¿Ud. Considera las consecuencias que implica el no ajustarse a los requisitos del Sistema de Gestión de Activos?
7.4	Comunicación	47	# 33 ¿La Unidad de negocio cuenta con un plan de comunicación donde se establece que se debe comunicar, cuando se debe comunicar, con quien se debe comunicar y los medios de cómo comunicarse?

7.5	Requisitos de información	48	# 34 ¿En la Unidad de negocio se cuenta con un Sistema de Gestión de la información que permita la creación de repositorios de información y la recopilación de los datos relacionados a sus activos físicos? La organización determina sus requisitos de información con el fin de apoyar sus activos, su gestión de activos, su sistema de gestión de activos y el logro de sus objetivos organizacionales. Cubriendo: la importancia los riesgos identificados; los procesos, procedimientos y actividades de la gestión de activos; el intercambio de información con sus partes interesadas (stakeholders), incluyendo los proveedores de servicios; el impacto de la calidad, la disponibilidad y el manejo de la información con relación a la toma de decisiones organizacionales; los requisitos de los atributos de la información identificada; los requisitos de la calidad de la información identificada
7.6	Información documentada	49	# 35 ¿En la Unidad de negocio se cuenta con un Sistema de Gestión de la información que permita administrar y documentar de forma eficiente: – la información en la forma requerida por esta Norma Internacional; – la información para los requisitos legales y reglamentarios que sean aplicables; – la información que la organización determine que es necesaria para asegurar la eficacia del sistema de gestión de activos; El sistema de gestión documental debe ser capaz de crear y actualizar la información documentada de la organización asegurando la pertinencia en: la identificación y descripción, el formato y los medios (tales como: papel y dispositivos electrónicos); la revisión y aprobación de la conveniencia y de la adecuación.

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 28. Preguntas del Requisito Auditable "Operación"

	Sub-Categorías		FAQ
8.1	Planificación y control operacional	50	# 36 ¿Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la Estándar mediante el establecimiento de criterios (funciones, responsabilidades, procedimientos, asignación de recursos y desarrollo de competencias)?
		51	# 37 ¿La Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante la aplicación de mecanismos de control como medidas de desempeño para sus procesos y acciones?
		52	# 38 ¿Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante el mantenimiento de la información documentada a la medida necesaria para tener confianza y evidencia de que los procesos han sido llevados a cabo como estaba previsto?
		53	# 39 ¿La Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante el tratamiento y seguimiento de los riesgos?
8.2	Gestión del cambio	54	# 40 ¿Ante cualquier cambio planificado, permanente o temporal que puede tener un impacto en el logro de los objetivos de Gestión de activos, la organización se asegura que los riesgos asociados se evalúan antes de implementarse dicho cambio?
		55	# 41 ¿La organización se asegura de que los riesgos asociados a los cambios se gestionen de acuerdo con las acciones, oportunidades y objetivos de la Gestión de activos?
		56	# 42 ¿La organización controla los cambios planificados, revisa las consecuencias no deseadas de cambios y la adopción de medidas para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario?
		57	# 63 ¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en los problemas externos e internos que son relevantes para el sistema de Gestión de activos?

		58	# 67 ¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades?
		59	# 72 ¿De ser necesario, la organización establece directrices para realizar cambios al Sistema de Gestión de Activos, debido a una no conformidad o incidente?
		60	# 75 ¿Cuándo se identifica un evento potencial en la organización, se realizan los cambios necesarios?
8.3	Contratación a Terceros	61	# 43 ¿La organización determina los procesos y actividades que han de subcontratar (incluyendo el alcance y límites de los procesos y actividades subcontratados y sus interfaces con los propios procesos y actividades de la organización)?
		62	# 44 ¿La organización determina las responsabilidades y autoridades dentro de la organización para la gestión de procesos y actividades subcontratadas?
		63	# 45 ¿La organización determina los procesos y alcance para el intercambio de conocimientos e información entre la organización y su proveedor(es)?

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 29. Preguntas del Requisito Auditable "Evaluación del Desempeño"

	Sub-Categorías		FAQ
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	64	# 46 ¿La organización determina lo que requiere de monitoreo y medición?
		65	# 47 ¿La organización determina los mecanismos para la observación, medición, análisis y evaluación?
		66	# 48 ¿La organización determina en qué momento debe realizarse el seguimiento y la medición?
		67	# 49 ¿La organización determina cuándo deben analizarse y evaluarse los resultados de la observación y medición?
		68	# 50 ¿La organización evalúa e informa sobre el rendimiento de los activos?
		69	# 51 ¿La organización evalúa e informa el desempeño de la Gestión de Activos, incluidos rendimientos financieros y no financieros?
		70	# 52 ¿La organización evalúa e informa la eficacia del Sistema de Gestión de Activos?
		71	# 53 ¿La organización evalúa y reporta sobre la eficacia de los procesos de gestión de riesgos y oportunidades?
9.2	Auditoría Interna	72	# 54 ¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados con el fin de proporcionar información que ayude en la determinación de si el sistema de Gestión de activos cumple con los requisitos propios de la organización?
		73	# 55 ¿El proceso de auditoría para la Gestión de activos se ha implementado y se mantiene de manera eficaz?
		74	# 56 ¿La organización planifica, establece, implementa y mantiene un programa(s) de auditoría, el cual incluya la frecuencia, métodos, responsabilidades, para la planificación de las necesidades y elaboración de informes?
		75	# 57 ¿La organización ha definido los criterios de auditoría y las posibilidades de cada una?
		76	# 58 ¿La organización selecciona los auditores y las auditorías a realizar para asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?
		77	# 59 ¿La organización garantiza que los resultados de las auditorías se informen a la dirección correspondiente?
		78	# 60 ¿La organización conserva la información documentada como pruebas de los resultados de la aplicación del programa de auditoría y los resultados de la misma?
9.3	Revisión por la dirección	79	# 61 ¿La alta dirección revisa el sistema de Gestión de activos de la organización, a intervalos planificados, para asegurar su continua conveniencia, adecuación y eficacia?

		80	# 62 ¿La revisión por la alta dirección incluye el estado de anteriores revisiones?
		81	# 63 ¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en los problemas externos e internos que son relevantes para el sistema de Gestión de activos?
		82	# 64 ¿La revisión por la alta dirección considera la Información sobre el rendimiento de la Gestión de activos, incluyendo las tendencias en no conformidades y acciones correctivas, seguimiento y resultados de la auditoría?
		83	# 65 ¿La revisión por la alta dirección considera la actividad de Gestión de activos?
		84	# 66 ¿La revisión por la alta dirección considera las oportunidades para la mejora continua?
		85	# 67 ¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades?

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 30. Preguntas del Requisito Auditable "Mejora"

	Sub-Categorías		FAQ
10.1	No conformidades y acciones correctivas	86	# 68 ¿La organización reacciona a las no conformidades o incidentes, toma medidas para controlar y corregir y hacer frente a las consecuencias que estas conllevan?
		87	# 69 ¿La organización evalúa la necesidad de adoptar medidas para eliminar las causas de la no conformidad o incidente, a fin de que no se produzcan o reaparezcan en otra parte?
		88	# 70 ¿La organización realiza cualquier acción necesaria para abordar las no conformidades o incidentes?
		89	# 71 ¿La organización revisa la eficacia de cualquier medida correctiva adoptada para abordar las no conformidades o incidentes?
		90	# 72 ¿De ser necesario, la organización establece directrices para realizar cambios al Sistema de Gestión de Activos, debido a una no conformidad o incidente?
		91	# 73 ¿Las acciones correctivas están sustentadas por referentes que aseguren su efectividad, a los efectos de las no conformidades o incidentes encontrados?
10.2	Acciones preventivas	92	# 74 ¿La organización establece procesos para identificar de forma proactiva los posibles fallos en el rendimiento de los activos y evalúa la necesidad de acciones preventivas?
		93	# 75 ¿Cuándo se identifica un evento potencial en la organización, se realizan los cambios necesarios?
10.3	Mejora continua	94	# 76 ¿La organización mejora continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia de su Gestión de activos y del sistema de Gestión de activos?

Fuente: Técnica de Auditoría AMS-ISO 55.001, Parra & Crespo

Tabla 31. Escala de Apreciación y Niveles de Madurez de la organización con respecto a los requerimientos ISO 55.001.

Escala	Descripción	Definición	Características de Madurez
0	Inocente	La organización no ha reconocido la necesidad de este requisito y/o no hay evidencia de compromiso para ponerlo en práctica	-
1	Consciente	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y existe evidencia de intentos para progresar en ello.	Las propuestas están en desarrollo y algunos requerimientos pueden estar implementados. Los procesos están débilmente controlados, son reactivos y su desempeño es impredecible.
2	Desarrollando	La organización ha identificado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requisitos y puede demostrar que se está progresando con planes creíbles y con recursos establecidos.	Los procesos se planifican, documentan (cuando es necesario), aplican y controlan a nivel local o dentro de los departamentos funcionales; a menudo de manera reactiva, pero podrían lograr los resultados esperados de manera repetitiva. Los procesos están insuficientemente integrados, con una coherencia o coordinación limitada en la organización.
3	Competente	La organización puede demostrar que cumple de manera sistemática y consistente con los requisitos establecidos en la NCh-ISO 55.001.	Este nivel involucra un sistema de gestión de activos documentado formalmente e incorporado en la organización. Se mide, revisa y mejora continuamente el desempeño de los elementos del sistema de gestión de activos con el fin de alcanzar los objetivos de la gestión de activos
4	Optimizado	La organización puede demostrar que está optimizando sistemática y consistentemente su práctica de gestión de activos, alineada con los objetivos corporativos y su contexto operativo.	Las características de este nivel incluyen las siguientes: Monitoreo y evaluación del desempeño; resolución del balance entre metas competitivas en una estructura ágil de toma de decisiones; innovación es un estilo de vida, la mejora continua puede demostrarse ampliamente con evidencia de resultados; el referenciamiento es empleado para identificar oportunidades de mejora adicionales y el sistema de gestión es más integrado y efectivo
5	Excelente	La organización puede demostrar que emplea prácticas de punta y que alcanza el máximo valor con la gestión de sus activos, alienadas con los objetivos corporativos el contexto operativo.	Este es un estado dinámico y sensible al contexto, por lo que la evidencia debe incluir la demostración de la conciencia de las posiciones de evaluación comparativa frente a las mejores organizaciones similares en su clase y que, tanto en las prácticas de gestión de activos como en los resultados de gestión de activos (Generación de valor) no hay mejoras conocidas que aún no se hayan implementado.

Fuente: Escala y directriz de madurez en la gestión de activos, IAM, 2016

8. BIBLIOGRAFIA

Arata, Adolfo y Arata, Alessio. (2013). *Ingeniería de la Confiabilidad, teoría y aplicación en proyectos de capital y en la operación de instalaciones industriales a través del enfoque R-MES*. RiL editores.

Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales Aplicación de la Plataforma R-MES*. RiL editores.

Arata, A. y Furlanetto, L. (2005). *Manual de gestión de activos y mantenimiento*. RiL editores.

Arens A. A., Elder J. R., y Beasly, M. S. (2007). *Auditoría un enfoque integral*. Pearson Educación.

Baeza, R., Oliveros, L., Pedreros, F. y Parra. C (2023). *APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE AUDITORÍA AMORMS Y AMS EN EMPRESA MINERA EN LA REGIÓN DE ATACAMA -CHILE.* DOI: 10.13140/RG.2.2.19483.75045

Banco Central de Chile (2024). *Boletín Estadístico 23 diciembre 2024.* https://www.bcentral.cl/contenido/-/detalle/boletin-estadistico-23-de-diciembre-2024

Blanco, Y. (2016). *Esquema Básico de la Auditoría Operacional*. ECO Ediciones

Campbell, J., Jardine, A. y McGlynn, J. (2011). *Asset management excellence, optimizing Equipment life-cycle Decisions*. Taylor and Francis Group, LLC.

Comité Europeo de Normalización (2020). *Mantenimiento. Indicadores claves de rendimiento del mantenimiento.* (UNE-EN 15341)

"Seguridad ofensiva mediante hacking ético para fortalecer infraestructuras en redes de telecomunicaciones". *Grupo Editorial "Ediciones Futuro" Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba. Enero 2022.* *http://publicaciones.uci.cu*

Formación de Auditores Internos ISO27001 y Técnicas de Hacking ético. *Universidad Piloto de Colombia. Ruiz Gómez - Julio Cesar. 2014*

Glosario de Informática, Redes, Informática e Internet. [Online]. Disponible: https://www.internetglosario.com/1131/hackingetico.html

Anatomía de una Gestión de Activos. *Institute of Asset Management (IAM) Edición V3. 2015.* *https://theiam.org/media/2908/iam-gesti%C3%B3n-de-activos-una-anatom%C3%ADa-anatomy.pdf*