



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE
INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE
LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO
55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILLIAM MACHACA YANA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA – PERU

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILLIAM MACHACA YANA


PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS


SEGUNDO MIEMBRO

:


Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

:


Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1238-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 8926 presentado por el (la) Bachiller: **WILLIAM MACHACA YANA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **WILLIAM MACHACA YANA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTICULO TERCERO . - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **WILLIAM MACHACA YANA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 23 de octubre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VILMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 769-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 15044 por el señor (a): WILLIAM MACHACA YANA quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 523 - 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 014 - 2025 del integrante del comité de investigación EPIME de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): WILLIAM MACHACA YANA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 014 - 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el señor (a): WILLIAM MACHACA YANA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 365-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 1423, presentado el señor (a) **WILLIAM MACHACA YANA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 180 -2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 005-2025 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **WILLIAM MACHACA YANA** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 005-2025- aprobando la propuesta de investigación **titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **WILLIAM MACHACA YANA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema **Titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Oscar Y. Viamonte Calla
DECANO (e)
C.P. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Pío Y. Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



METADATOS COMPLEMENTARIOS

TÍTULO DE LA TESIS	
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTROS PARA EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA CALCESUR CARACOTO	
Datos del autor	
Nombres y apellidos	WILLIAN MACHACA YANA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75360738
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2616-9907
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	29591476
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	RECURSOS PROPIOS
Ubicación geográfica de la investigación	<p>PAÍS: PERÚ DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA: SAN ROMÁN DISTRITO: CARACOTO</p> <ul style="list-style-type: none"> - LATITUD: S 15° 29' 27" - LONGITUD: O 70° 7' 37"  <p>https://www.google.com/maps/search/Caracoto</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	OCTUBRE 2024 – MARZO 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO "MESTROR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Maman Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILLIAM MACHACA YANA, identificado con DNI
Nro. 75360738 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA
EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA
CALCESUR CARACOTO

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.


Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 31 de Octubre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este trabajo de investigación, titulación y toda la gloria de mis éxitos se la dedico a Dios, por todo la sabiduría y la fortaleza que me brindo a lo largo de los años, que me impulsaron a avanzar pese a las circunstancias. De igual manera, quiero honrar a mis padres, por cumplir mis metas y aspiraciones y ser partícipe de todos mis logros. Finalmente, a cada persona que conocí en este camino, y que contribuyeron en mis sueños, ya que su ayuda fue indispensable para culminar este proyecto.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por el regalo de la vida y por permitirme que, paso a paso, pueda alcanzar nuevos objetivos. Doy la gracias también por el invaluable regalo de contar con unos padres que, con su inteligencia y su amor, que me guían para ser una buena persona y mostraron los verdaderos valores que debo de seguir. No menos importante agradezco a todas los que he conocido en el camino de mi vida, ya que cada encuentro ha sido una pieza fundamental para llegar a este punto y culminar, en esta etapa muy importante. Y por último reconozco y valoro mi propio esfuerzo y perseverancia para lograr mi objetivo, y las experiencias adquiridas a lo largo de este recorrido.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Pregunta principal.....	2
1.2.2. Pregunta específicas	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivo de estudio	3
1.4.1. Objetivos generales.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis	3
1.5.1. Hipótesis general.....	3
1.5.2. Hipótesis específicas.....	4
1.6. Variable	4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6



- 2.1.2. Antecedentes nacionales 7
- 2.1.3. Antecedentes locales 9
- 2.2. Bases teóricas 10
 - 2.2.1. Gestión de activos 10
 - 2.2.2. Transformación de los modelos de gestión de activos..... 15
 - 2.2.3. ¿Qué se gana con una buena gestión de activo? 21
 - 2.2.4. ¿Por qué es importante gestionar los activos?..... 23
 - 2.2.5. La gestión de mantenimiento alineada con la realidad y objetivos de la organización 24
 - 2.2.6. Departamento de Mantenimiento de Equipo Móvil..... 33
- 2.3. Definición de términos 35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

- 3.1. Metodología de investigación 37
 - 3.1.1. Tipo de investigación..... 37
 - 3.1.2. Nivel de investigación..... 37
 - 3.1.3. Enfoque de la investigación 37
- 3.2. Ámbito de investigación..... 37
- 3.3. Población y muestra 40
- 3.4. Técnicas e instrumento de recogida de información 41
- 3.5. Recogida de datos 42

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

- 4.1. Procedimiento de Implementación de Gestión de Inventario Según la Norma ISO 55000 44
- 4.2. Análisis de la situación actual de los equipos 55
- 4.3. Directrices para la Aplicación de la Norma ISO 55000 en el Área de Mantenimiento de Línea Amarilla 59



4.3.1. Evolución los Factores Organizacionales y su Entorno Contextual.....	60
4.3.2. Organización de activos	63
4.3.3. Implementación del software ManWinWin.....	101
4.3.4. Análisis del costo de ciclo de vida de los activos (CCV)	104
4.4. Discusión.....	114
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
ANEXOS.....	123
ANEXO 1 VARIABLES	124
ANEXO 2 IDENTIFICACIÓN Y REGISTROS DE ACTIVOS.....	125



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Definición de las variables independientes y dependientes.	5
Tabla 2	Clasificación de equipos por unidad.	27
Tabla 3	Indicadores de mantenimiento.....	30
Tabla 4	Inventario de equipo de los activos de CALCESUR.	34
Tabla 5	Características geográfica el que sitúa la ciudad de Caracoto.	39
Tabla 6	Valores de K y nivele de la confianza.....	41
Tabla 7	diferencias entre la ISO 55000 y la norma europea EN 16646.....	49
Tabla 8	Características de la norma europea EN 1748 y la ISO 55000.	51
Tabla 9	Estadísticas de disponibilidad del equipo cargador frontal Cat 980L....	57
Tabla 10	Análisis de los factores del macroentorno.	61
Tabla 11	Registro del activo	64
Tabla 12	Matriz de riesgo actual del departamento.	74
Tabla 13	Matriz de análisis de riesgos.	75
Tabla 14	Matriz del valor total de inventario de activos.	86
Tabla 15	Requisitos para la planeación estratégica de administración de activos.....	87
Tabla 16	Matriz de seguimiento de activos fijos y cronograma de actividades. 91	
Tabla 17	Matriz de formato de conformidad y acción correcta.	96
Tabla 18	Matriz de control de costo CAPEX.	110
Tabla 19	Matriz de control de contos OPEX.....	111



ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 La Normativa ISO 55000.	11
Figura 2 Transformación de la gestión de activos	16
Figura 3 <i>Historial integral del activo</i>	19
Figura 4 Asignación de prioridades del mantenimiento diagrama de flujo.	26
Figura 5 Equipos de materias primas.	33
Figura 6 Ubicación de la empresa CALCESUR.	39
Figura 7 Área de mantenimiento de equipo móvil CALCESUR.	40
Figura 8 Contexto de organizaciones.	53
Figura 9 Historial de mantenimientos.	58
Figura 10 Cargador frontal CAT 980L.	63
Figura 11 Tabla de criticidad del activo.	65
Figura 12 Definición de los valores de criticidad.	65
Figura 13 Gestión de ciclo de vida útil del activo.	67
Figura 14 Consideración de los límites del alcance.	68
Figura 15 Marco normativo para la gestión de activos.	71
Figura 16 Consideraciones en el desarrollo de plan de la administración de activos.	78
Figura 17 Crear conciencia en la toma de conciencia sobre la importancia de gestión de activos.	81
Figura 18 planes de la organización y objetivo organizacionales.	84
Figura 19 Desarrollo de la administración del recurso.	88
Figura 20 Relación de términos claves.	92
Figura 21 Procesos internos de la auditoria.	94



Figura 22 Pautas para la mejora continua.....	97
Figura 23 Procesos de la selección de activos.....	98
Figura 24 En la figura muestra la curva del costo de ciclo vida de un equipo.	100
Figura 25 Nos muestra la lista de inventario en la aplicación ManWinWin.....	102
Figura 26 Nos da el detalle del activo de tractor oruga Caterpillar D8T N°1. ...	104
Figura 27 Diagrama de costo del ciclo de vida.	105
Figura 28 Análisis de la estructura de costos de CAPEX y OPEX a lo largo de la vida útil.	108
Figura 29 Al sumar los distintos factores, se obtiene la curva que representa el impacto total al negocio o el ciclo de la vida económica.....	112
Figura 30 Matriz de detección.....	113
Figura 31 La figura presenta los costos totales del ciclo de vida en bloque...	113



RESUMEN

Por el marco de las prácticas profesionales realizada en la empresa CALCESUR (Caracoto, Puno), el presente trabajo constituye un estudio previo para implementación una guía de gestión de activos para la flota de equipos de línea amarilla, cuyos lineamientos se fundamentan en la normativa ISO 55000:2014. Dirigida al área de mantenimiento de equipos móvil en dicha empresa, esta iniciativa buscar definir un modelo que sirva de base en la gestión de activos que oriente la ejecución de planes de mantenimiento preventivo y los procesos de adquisición de equipo de producción.

Los objetivos específicos de este incluyen: realizar un diagnóstico inicial de los procesos existentes, diseñar un sistema conforme a la norma ISO 55000 (definiendo políticas, indicadores de desempeño - KPIs y flujos de trabajo), capacitación al personal en los principios gestión de activos, ejecutar una implementación piloto con sus posteriores ajustes y establecer un mecanismo de monitoreo continuo mediante las auditorías internas externas y mejora constante de los procesos.

La iniciativa busca lograr un impacto operativo: optimizar la tasa de operación de los equipos al reducir sus paradas hasta en un 30%, lograr una gestión de repuestos más eficiente y costo-efectivo, y asegurar que la operación cumpla con los más altos estándares internacionales (ISO 55000) y las regulaciones peruanas.

El presente trabajo busca evidenciar la carencia que tienen las empresas regionales de conocer y aplicar los estándares internacionales de la norma ISO 55000. Actualmente se tiene un desconocimiento sobre sus requisitos, alcances y los pasos necesarios para su implementación, la adopción de este sistema de gestión no solo garantizaría el cumplimiento normativo, sino que también mejoraría la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

Palabras claves: ISO 55000, KPIs, auditorías, predictivo, preventivo.



ABSTRACT

Within the framework of the professional internship carried out at CALCESUR (Caracoto, Puno), this work constitutes a preliminary study for the implementation of an asset management guide for the fleet of heavy equipment, whose guidelines are based on the ISO 55000:2014 standard. Aimed at the mobile equipment maintenance area of said company, this initiative seeks to define a model that will serve as a basis for asset management, guiding the execution of preventive maintenance plans and the processes for acquiring production equipment.

The specific objectives of this study include: conducting an initial diagnosis of existing processes, designing a system in accordance with the ISO 55000 standard (defining policies, key performance indicators - KPIs, and workflows), training personnel in the principles of asset management, executing a pilot implementation with subsequent adjustments, and establishing a continuous monitoring mechanism through internal and external audits and constant process improvement.

The initiative aims to achieve an operational impact: optimizing equipment uptime by reducing downtime by up to 30%, achieving more efficient and cost-effective spare parts management, and ensuring that operations comply with the highest international standards (ISO 55000) and Peruvian regulations.

This work seeks to highlight the lack of knowledge and application of the ISO 55000 international standard among regional companies. Currently, there is a lack of understanding regarding its requirements, scope, and the necessary steps for implementation. Adopting this management system would not only guarantee regulatory compliance but also improve operational efficiency and company profitability.

Keywords: ISO 55000, KPIs, audits, predictive, preventive.



INTRODUCCIÓN

CALCESUR es una compañía especializada en la producción derivados de la cal, como la cal viva (pulverizada y granulada), cal hidratada y lechada de cal. Abarcando desde su extracción y producción hasta su distribución, para la operación de extracción la empresa se sustenta en una flota de equipos pesados conocido como "equipos de línea amarilla" en los que se encuentra cargadores, excavadoras, bulldozers y otros. En el escenario actual de la competitividad, las empresas mineras se ven obligadas a buscar la optimización de sus operaciones. De implementar estrategias para una administración efectiva de recursos, particularmente de los equipos, se ha vuelto un desafío importante, donde la disponibilidad y el rendimiento de estos equipos impacta de forma directa en la producción y la sostenibilidad de la empresa.

Gestionar de forma integral los activos físicos durante todo su ciclo de vida útil es fundamental para la sostenibilidad de la empresa CALCESUR. Analizando parámetros como los costos operativos, riesgos, perdidas y el desempeño de los equipos, para poder optimizar sus recursos para que se alinearse con los planes estratégicos de la empresa, esto nos permite determinar la criticidad de los equipos de producción, mejorando la disponibilidad de los equipos para la producción, cumpliendo los estándares de las ISO 14000, 90001. Ignorar este aspecto puede conducir insolvencia que comprometerá a la empresa en el futuro.

Para la empresa que busca optimizar su mantenimiento, la adopción de la norma ISO 55000 ofrecen un marco para mejorar la gestión de activo. Su aplicación conduce a una importante reducción de costos, al tiempo que mejora conscientemente la fiabilidad y confiabilidad de los equipos en condiciones operativas óptimas, sustentando operaciones mineras de clase mundial.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

La ausencia de un procedimiento estandarizado, acorde a la ISO 55000, para la administración de inventario y el abastecimiento.

- Ineficiencia en la trazabilidad de repuestos y componentes.
- Falta de criterios técnicos para la optimización del inventario.
- Desalineamiento con estándares globales afectando el tiempo de vida de los equipos.
- Falta de capacidad para poder decidir basándose en información concreta.

En la empresa CALCESUR los equipos de línea amarilla son críticos para las operaciones diarias. Sin embargo, la gestión de su inventario y suministro suele ser ineficiente lo que se genera:

Altos costos por compras urgentes o sobre stock.

Tiempos de inactividad por falta de repuestos.

Inexistencia de procedimientos normalizados para el proceso de compras y el almacenamiento de materiales.

Riesgo de no cumplimiento con normativas de mantenimiento y seguridad.



1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta principal

¿Cómo puede un sistema de gestión de inventario alineados con la ISO 55000 mejorar el tiempo de actividad y disminuir los costos de operación de los equipos de línea amarilla en CALCESUR?

1.2.2. Pregunta específicas

P.E.1: ¿Cuáles son las ineficiencias actuales en la gestión de inventario y suministro de equipos de línea amarilla que justifican la implementación de un sistema bajo la ISO 55000?

P.E.2: ¿De qué manera podemos aplicar la ISO 55000 permitiendo rastrear mejorar los repuestos, garantizar su disponibilidad y reducir los costos del inventario?

P.E.3: ¿Qué tecnologías y metodologías son las más adecuadas para implementar este sistema en las condiciones operativas y geográficas de la región de puno?

1.3. Justificación

Existen pocos estudios aplicados sobre la implementación de la normativa ISO 55000 especialmente en regiones como Puno. Este proyecto contribuirá a llenar ese vacío teórico. Demostrar la eficiencia de estandarización de la ISO 55000 para la optimiza la gestión de los activos en la empresa CALCESUR.

Pérdida económica, Por compras urgentes de repuesto genera un sobre costo del 20-30% y paradas no programadas. Ineficiencia logística, Falta de trazabilidad en suministro críticos para equipos. Cumplimiento de normativo, La empresa no cuenta con un sistema alineado a estándares internacionales en mantenimiento, lo que limita su competitividad.



Para garantizar una mejor efectividad recopilamos la información en entrevista la personal de almacén y mantenimiento. Se examinó los datos históricos de inventario y paradas de equipos, a través del análisis de indicadores claves de desempeño (KPI). La evaluación y Mapeo con el marco de la norma ISO 55000. Uso de herramientas: AMEF (Análisis de modo y efecto de fallas) donde se puede encontrar los puntos más críticos donde se encuentra la falla.

1.4. Objetivo de estudio

1.4.1. Objetivos generales

La implementación del sistema de gestión de inventario y suministros para equipos de línea amarilla basado en la norma ISO 55000 en la empresa CALCASUR CARACOTO.

1.4.2. Objetivos específicos

O.E.1: Revisar las falencias en el control de repuestos, la precisión de los registros y la eficacia de los procesos, establecida en la norma ISO 55000.

O.E.2: Implementar y configurar la plataforma digitalizada o software que, de soporte al SGA, garantizando la trazabilidad completa del consumo y la emisión de alertas tempranas.

O.E.3: Realizar un inventario actualizado y el estado de los equipos de línea amarilla de la empresa CALCESUR.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La instalación y configuración de un sistema de gestión de inventario y suministro alineado con la norma ISO 55000 genera los siguientes beneficios para la empresa CALCESUR. Un incremento de al menos un 20% en la disponibilidad de los equipos de línea amarilla, una reducción del 15% en los



costos operativos y la garantía de cumplimiento de los estándares internacionales

1.5.2. Hipótesis específicas

H.E.1: La ausencia de un sistema estandarizado bajo la norma ISO 55000 genera un 30% de pérdidas de repuesto críticos su implementación reducirá este porcentaje al menos un 10% mediante una trazabilidad digitalizada.

H.E.2: Implementación del sistema ISO 55000 reducirá los tiempos de inactividad de los equipos más críticos en un 25%.

H.E.3: El modelo basado en ISO 55000 disminuirá los sobrecostos por compras urgentes y obsolescencia de repuestos en un 18% al priorizar pedidos bajo criterios técnicos económicos.

1.6. Variable

Variable independiente:

- sistema de gestión de activos.

variable dependiente:

- costos operativos.
- disponibilidad de equipos y cumplimiento de normativo.

Tabla 1

Definición de las variables independientes y dependientes.

Variables independientes	Dimensiones	Indicadores	Método	Técnica
Sistema de gestión de activos ISO 55000	Costo y rentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos críticos • Disponibilidad de repuestos 	Estadísticas inferiores	Análisis de datos secundarios
	Ejecución de la norma	<ul style="list-style-type: none"> • Duración de reposición 		Tablas de contingencia
	Mantenimiento de los equipos	<ul style="list-style-type: none"> • El MTTR (equipos) tiempo promedio de reparación 		Historial de equipos Checklist
Variables dependientes	Dimensiones	Indicadores	Método	Técnica
Costo operativo	Costo de adquisición	<ul style="list-style-type: none"> • Gasto total de inventario 	Estadísticas inferiores	Análisis de datos secundarios
	Gasto de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión por hora de equipo parado 		Tablas de contingencia
	Inversión de paradas no planificadas	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de compras 		Historial de equipos
Disponibilidad de equipos	Mantenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de repuestos • ROI 	Estadísticas inferiores	Análisis de datos secundarios
	Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • reducción de tiempo de parada por falta de repuestos • Personal especializado • Tiempo de reparación 		Tablas de contingencia Historial de equipos Checklist

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según lo expuesto en el proyecto, gestión de activo físicos para la industria automotriz bajo la norma ISO 55000, Gómez Guachún (2023) propone: El desarrollo del proyecto de investigación tuvo como finalidad el diseño de un modelo de gestión de activos físicos con base en los lineamientos de la norma ISO 55000, específicamente formulada para una empresa automotriz. Donde el objetivo del trabajo fue elabora un desarrollar una propuesta adaptada a los procesos específicos de este tipo de organizaciones. (p. 7)

Según lo expuesto en el proyecto, del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo basado en gestión de activos ISO 55000 para la industria taller Jackson, Escobar Vallecilla (2023) propone: El proyecto propone en implementar una estrategia de mantenimiento preventivo alineado con la norma ISO 55000 para el taller industria "Jackson", el cual carecía de uno. La iniciativa se materializo mediante un software accesible, Microsoft Excel, que permite gestionar bitácoras por máquina, generar reportes mensuales y almacenar datos críticos este sistema centraliza la información de los activos



agilizando su manejo y facilitando la impresión de reportes para un mantenimiento más eficiente y documentado. (p. 15)

Según lo expuesto en el proyecto, del diseño de un plan de gestión de activos de equipos de producción bajo la norma ISO 55000: 2014 para el mantenimiento preventivo y objetivo sostenible en una planta de chocolate en Guatemala, Delgado Quiñones (2022) Propone: En el diseño de implementar un sistema de gestión de activo conforme a la normativa ISO 55000:2014, específicamente para los equipos productivos de una fábrica de chocolate en Guatemala. La implementación se centró en dos pilares: que son la estandarización de los planes de mantenimiento preventivo y los procesos de compra de equipos. Para ello, la metodología consiste en identificar la criticidad de los equipos y traducir los requisitos de la norma en procedimientos aplicables. (p. 23)

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según lo expuesto en el proyecto, de diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en ISO 55000, para mejorar la disponibilidad de maquinarias en Maz ingenieros contratista, Castañeda Rivera (2017) propone: incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de mayor criticidad. La metodología consistió en la creación de una base de datos para recopilar información y calcular los indicadores de mantenimiento relevante. A partir de este diagnóstico, se determinó el estado actual de los activos y se ejecutó un análisis de criticidad para priorizarlos. Con estos resultados, se desarrolló un plan de mantenimiento que incluyó formatos estandarizados y un sistema de monitoreo de



cumplimientos donde fue validado por medio de un software PROMODEL.

(p. 6)

Según lo expuesto en el proyecto, del marco de administración de recursos tecnológico con mejora progresivas, alineado con el estándar de ISO 55000, Callan Vásquez, Konfu Montañez (2023) propone: en una situación excepcional, la empresa tuvo que prestar equipos informáticos a sus empleados. El seguimiento de estos activos se hace de manera manual, lo que generó dificultades para controlarlos y registrar incidentes, por la partida del personal especializado. Para resolver, se implementa un software de gestión de activo donde permite la identificación, y el control del activo a lo largo de su ciclo de vida. Donde la implementación sigue las pautas y mejores prácticas establecida por la familia de normas ISO 55000. Donde se implementó un software, se logra obtener información precisa y confiables sobre los activos al poder contrastar el inventario físico con el inventario lógico generado por el sistema. (p. 5)

Según lo expuesto en el proyecto, del modelo de mantenimiento por riesgos diseñado para optimizar la confiabilidad de los equipos pesados en chancadoras del norte S.A.C. Montenegro Layva (2018) donde: el objetivo fue optimización es lograr una mayor disponibilidad operativa y mecánica de los equipos, crucial para cumplir con sus operaciones en la empresa minera de la región de Piura donde el beneficio principal, se espera obtener un ahorro significativo y progresivo en los costos en los años venidero un resultado clave mencionado es el establecimiento de indicadores que permite medir y asegurar una gestión de mantenimiento adecuada y efectiva. (p. 5)



2.1.3. Antecedentes locales

Según lo expuesto en el proyecto, uso de norma ISO 55000 como marco de la gestión que busca mejorar el desempeño RAM de los equipos minero las bambas, Torres Martínez (2021) propone: una buena investigación análisis de un sistema de gestión de activos alineado con la norma ISO 55000, orientado a optimizar la confiabilidad, disponibilidad mantenibilidad (RAM) de los equipos de perforación, como los martillos hidráulicos, pulverizado y cortadores en la minera las bambas. El objetivo es incrementar su operatividad. Donde la conclusión fue afirmar que este método optimiza el rendimiento de los equipos. (p. 10)

Según lo expuesto en el proyecto, de plan de gestión de mantenimiento destinado a maximizar la eficiencia y rentabilidad de una planta de concreto en Arequipa, Mamani Condori (2021) propone: una propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento, basado en el ciclo de Deming, para una fábrica de concreto en Arequipa. Surge de una auditoria que revelo bajos niveles de conformidad entre 34% y 40% en los procesos de departamento. La solución se centra en la planificación, abordando la codificación de equipos, estrategias de mantenimiento, gestión de ordenes de trabajo y capacitación. El análisis económico revela una rentable relación beneficio costo de 4.26, que asegura que su implementación maximizara los resultados de la organización. (p. 6)

Según lo expuesto en el proyecto, propuesta de mejora para la gestión de inventario de repuestos de Scania en las sucursales de Trujillo y Arequipa, Espinosa Pastor (2017) propone: analizar, evaluar y propone mejores para la cadena de suministro de repuesto originales de vehículos pesados de Scania del Perú S.A. en la sucursal de Trujillo y Arequipa, con el fin de optimizar procesos logísticos y reducir costos. Donde analiza el almacén central en Huachipa Lima



punto de importación y distribución de repuesto hacia las sucursales donde prioriza la gestión de stocks y almacenes por el personal donde reducirá el costo excesivo. (p. 16)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Gestión de activos

En distintos periodos de la historia, el termino de gestión de activos ha adquirido múltiples maneras de definiciones de diversas maneras, entre las más populares, se encuentra: "En el proceso de usar un sistema de gestión de activos que busca maximizar el valor de los activos de una organización. Lo que nos consigue el equilibrio costo, oportunidades y riesgos con el rendimiento esperado, mediante la implementación de un sistema de gestión especializado" (Gestión de activos - Panorama general, principios y terminología, 2014).

En la actualidad, la norma ISO nos da a entender que, "las practicas coordinadas para la explotación al máximo el valor potencial de los activos" (Gestión de activos - Panorama general, principios y terminología, 2014).

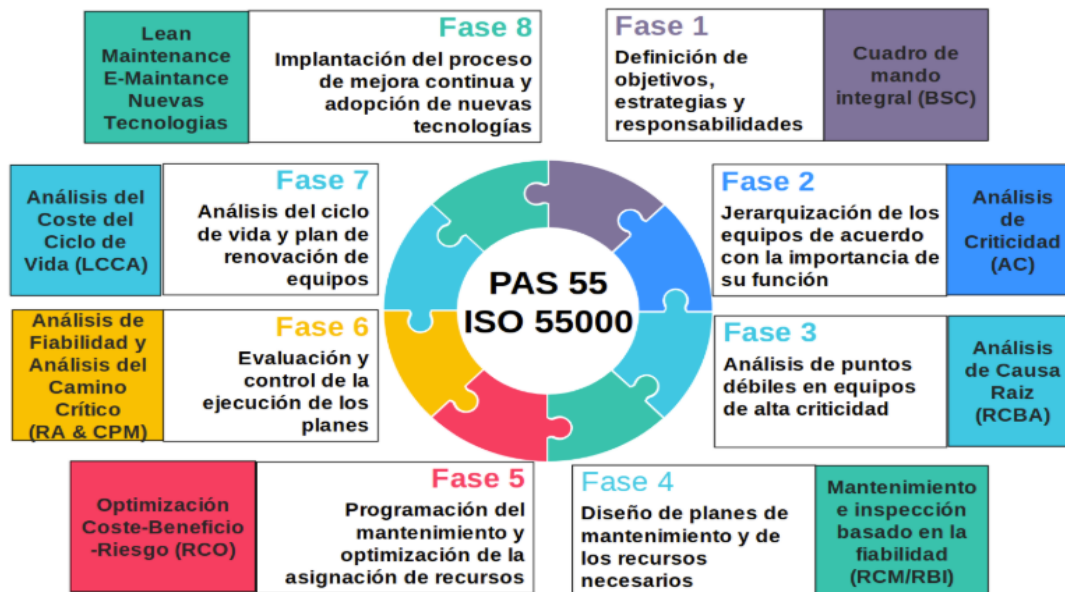
La norma nos define como el conjunto de procesos coordinados destinados a optimizar el retorno de valor de los activos en todo su ciclo de vida. La norma proporciona un base estructurado para administrar tantos activos físicos (infraestructura, equipos) como de otros tipos, que nos garantiza que su gestión este alineada con las metas estratégicas de las empresas.

Otra definición de la normativa de gestión de activos seria, "estrategias organizacionales diseñado para la extraer el máximo valor de los activos, tomando decisiones que balanceen de manera óptima la inversión, el riesgo. Las oportunidades de mejora y el desempeño operativo." (Gestión de activos - Panorama general, principios y terminología, 2014).

Propone reducir costos y riesgos de fallas, mientras se aprovechan las oportunidades de mejora y se garantiza un alto desempeño operativo.

Figura 1

La Normativa ISO 55000.



Fuente: Despliegue del marco de la ISO 55000 Inerco.

Definición de la gestión de activos: El enfoque de gestión de activos ha sido ampliamente investigado y aplicado en diversos sectores industriales, como el financiero, eléctrico, manufacturero, petrolero, gasífero, minero y de ingeniería civil. A principios de la década de 2000, múltiples organizaciones reconocieron la urgencia de estandarizar la administración de activos físicos (equipos, infraestructuras, etc.) con el fin de optimizar su valor y minimizar riesgos.

La administración de activo consiste en una estrategia integral y sistemática para maximizar el valor generado por los recursos físicos, financieros o intangibles de una organización durante todo su ciclo de vida. Este método se



sustenta en el equilibrio entre costos, riesgos y oportunidades, facilitando el logro de objetivos empresariales de manera sostenible.

Tras implementaciones exitosas que demostraron mejoras innovadoras, en 2004 el Instituto Británico de Normas (BSI) publicó la especificación PAS 55 (Publicly Available Specification), un cuadro de gestión de activos creado colaborativamente con industrias como energía, transporte y agua. Debido a su impacto positivo, la Organización Internacional de Normalización (ISO) inició en 2010 el desarrollo de una norma internacional, culminando en enero de 2014 con la publicación de la familia de normas ISO 55000, que incluye:

- ISO 55000: Activo tangible e Intangibles.
- ISO 55001: Permite gestionar, coordinar y controlar (intangibles).
- ISO 55002: Disposición para la implementación normativa del ISO 55001.



ISO 55000 GESTIÓN DEL ACTIVO



La administración del sistema de los activos a lo largo de toda su vida útil, con la finalidad de coordinar y optimizar las decisiones relacionadas con su adquisición, operación, cuidado y reemplazo.



ISO 55001
Define lo que se necesita para implementar, operar, conservar y mejorar de manera continua un sistema de gestión activos.

ISO 55000
Establece el propósito, los límites de aplicación y el glosario de términos utilizados en la norma de gestión de activos}.

ISO 55002
Brinda guías para implementar sistemas de gestión de activos que cumplen con los requisitos de las normas ISO 55000.



Ayuda a las empresas a cumplir sus objetivos de manera estable y duradera gracias a una gestión de activos eficaz y más eficiente.



La normativa de gestión de activos físicos trasciende ampliamente el ámbito del mantenimiento. Se trata de un enfoque integral que abarca todo el ciclo de vida del activo: desde la identificación de la necesidad, su diseño, adquisición, instalación, puesta en marcha, operaciones y mantenimiento, hasta la toma de decisiones estratégicas basadas en criterios económicos para determinar el momento óptimo de reparar, reemplazar o retirar el activo.

Debido a esta naturaleza transversal, la gestión efectiva de activos involucra y requiere la colaboración de múltiples departamentos, como diseño, mantenimiento, operaciones, instalaciones, compras e ingeniería. El mantenimiento, si bien es una parte esencial, es solo un componente dentro de este sistema integral.

Resulta un error conceptual asignar al área de mantenimiento la responsabilidad total de la gestión de activos, ya que sus funciones y alcance no le permiten influir en las etapas iniciales (diseño, compra) ni en las decisiones estratégicas de fin de vida del activo. La verdadera gestión de activos debe ser una responsabilidad compartida y estratégica que garantice la maximización del valor a lo largo de todo el ciclo de vida.

La administración de inventario para la aplicación del reglamento del ISO 55000 para un buen mantenimiento, constituye un subsistema estratégico dentro del administración del capital físicos, enfocado en el perfeccionamiento del componente (repuestos, consumibles, componentes, e instrumentos) requeridos para sustentar las operaciones de buen mantenimiento, ya sea correctivo, preventivo o predictivo. Este proceso integra modelos logísticos-estocásticos para equilibrar la disponibilidad inmediata de stock críticos con la minimización de costos asociados a capital inmovilizado, obsolescencia o mermas.

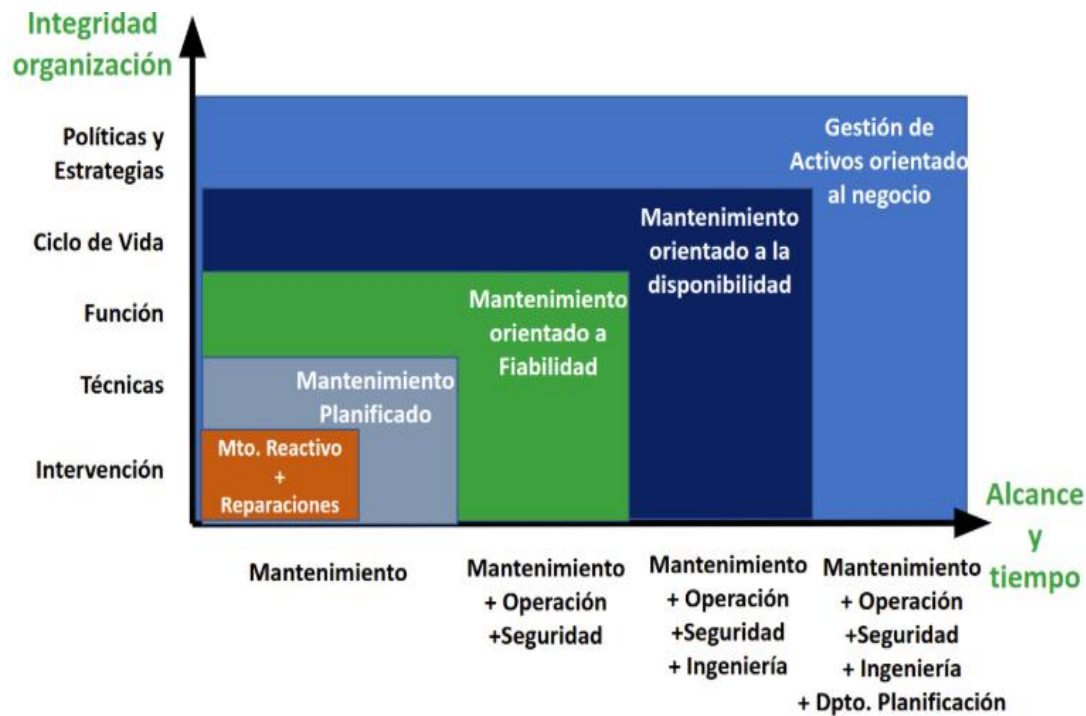


2.2.2. Transformación de los modelos de gestión de activos

La constante evolución de la gestión de activos desde los enfoques básicos de mantenimiento hasta convertirse en una disciplina integral y estratégica desde la era reactiva, la evolución del mantenimiento ha sido un proceso marcado por el avance de la tecnología y cambio en las necesidades industriales y una mayor comprensión de la influencia de la dirección de los activos. Mantenimiento correctivo (hasta mediados del siglo XX) un mantenimiento sin planificación, poca o nula gestión de la etapa de vida del activo. Del mantenimiento preventivo (1950 - 1970) surgió el mantenimiento programado, reducción de fallos inesperados. Mantenimiento preventivo y confiabilidad (1970 - 1990) monitoreos para anticipar fallas. Gestión de activos como disciplina (1990 - 2010) optimización el costo del activo en su etapa de vida. Era estrategia y digital (2010 - actualidad) gestión de activo como generadora de valor de la empresa. La evolución refleja un cambio de paradigma: de ser un costo operativo a ser un motor de competitividad.

Figura 2

Transformación de la gestión de activos



Fuente: Despliegue del marco de la ISO 55000 Inerco.

La normativa ISO 55000, publicada en el 2014, se desarrolla como una solución a los requerimientos globales de estandarizar la gestión de los activos en un contexto de creciente complejidad industrial, demanda de la eficiencia y presiones económicas y ambientales. Previo a la estandarización de la ISO 55000, no existe un marco común para la gestión de activos variaba significativamente entre industrias y países. Cada organización adoptaba métodos propios, desde mantenimiento reactivo hasta enfoques predictivos, sin un marco común. Esto pues generaba ineficiencia, falta de competitividad y dificultades para compartir mejores prácticas. Con la globalización y la digitalización en los años de 1990 y 2000, los activos físicos (maquinaria, infraestructura, flota) y no físicos (software, datos) se convirtieron en el núcleo de la competitividad empresarial. Sin embargo, la falta de estándares globales



limitaba la optimización de su valor. Casos de fallos catastróficos en activos críticos, como accidentes de en la industria petrolera (Deepwater Horizon 2010) o interrupciones en redes eléctricas, evidenciaron la necesidad de gestionar los activos de manera más estructurada para minimizar riesgos y maximizar el retorno de inversiones.

La gestión de activos comenzó a ganar tracción con estándares locales, como el PAS 55 (especificaciones disponibles públicamente), desarrollado en 2004 por el Instituto de Gestión de Activos (IAM) con sede en el Reino Unido, en colaboración con el Institución Británica de Normalización (BSI). El PAS 55, Enfocado en la gestión de los activos físicos, fue ampliamente adoptado en sectores como energía, transporte y servicios públicos, demostrando que un marco estandarizado podía mejorar la eficiencia y la confiabilidad. Aunque exitoso, el PAS 55 era un estándar británico, lo que restringía su aplicación global. Además, se centraba en aspectos físicos, dejando fuera aspectos como activos intangibles (patentes, datos) y una integración más amplia con los objetivos estratégicos de las organizaciones. Las empresas multinacionales, que operaban en múltiples jurisdicciones, enfrentando desafíos, para alinear el proceso de gestión de activos en visto de una regulación y practicas locales disperso. Esto creo una demanda de estándares internacional que proporciona un lenguaje común y un enfoque universal. En respuesta a la crisis financiera del 2008, las empresas priorizaron la optimización del valor de sus activos existentes en lugar de invertir en nuevos. Esto requería un enfoque sistemático para gestionar el ciclo de vida del activo, desde la compra, hasta su retiro, equilibrada costos, riesgos y rendimientos. Las industrias empezaron a reconocer que las decisiones sobre activos (por ejemplo, diseño, mantenimiento, reemplazo)



debería basarse en el costo total del ciclo de vida (LCC), no solo en los costos iniciales. Un estándar global podía guiar este enfoque. Las organizaciones necesitaban vincular la gestión de activos con los propósitos estratégicos organizacionales, como la sostenibilidad, la rentabilidad y el cumplimiento normativo. Un marco estandarizado podía facilitar esta integración.

Si bien el surgimiento del internet de las cosas (IoT), el big data y los sistemas de gestión de activos empresariales (EAM) a partir del año 2000 permitió recopilar y analizar grandes volúmenes de datos sin precedentes sobre el rendimiento de los activos. Sin embargo, sin un estándar claro, las organizaciones luchaban por aprovechar estas tecnologías de manera consistente. Las empresas modernas gestionan una amplia gama de activos, desde infraestructura física hasta activos intangibles como software o propiedad intelectual. La ISO 55000 surgió para proporcionar un marco flexible que abarcara todos los tipos de activos. Con sistemas como ERP (SAP, Oracle) y CMMS (Máximo) cada vez más comunes, las organizaciones requerían un estándar que asegure la interoperabilidad entre tecnologías y procesos.

Figura 3*Historial integral del activo.*

Fuente: Aplicación de la norma ISO 55000.

A partir del siglo XXI, la creciente preocupación por el cambio climático y la escasez de recursos impulsaron la necesidad de fortalecer la gestión de activos con un enfoque sostenible, minimizando el consumo energético y de los residuos. Un estándar como la ISO 55000 podía promover prácticas alineadas con la economía circular. Industrias reguladas, como la energía, el transporte y la salud, enfrentan requisitos cada vez más rigurosos en términos de seguridad, confiabilidad y transparencia. Un estándar internacional podía ayudar a cumplir estas normativas y demostrar conformidad. Las partes interesadas (inversores, clientes, reguladores) comenzaron a exigir mayor transparencia en cómo las organizaciones gestionaban sus activos, especialmente en sectores de alto impacto como la minería o la infraestructura.

El desarrollo de un estándar global para la gestión de activos comenzó en el año 2010 cuando la ISO formó el comité técnico de ISO/PC 251. Para el desarrollo de un estándar universal para la gestión de activos, este comité|| que se



basó en el marco del PAS 55 y otras mejoras prácticas internacionales. Participaron expertos de más de 30 países, representando industrias como energía, transporte, manufactura y servicios públicos. La ISO 55000 (que incluyen las normas ISO 55000, 55001 y 55002) fue diseñada con el propósito de proporcionar:

- Un sistema para la administración coordinada y metódica de los activos.
- Principio para vincular estratégicamente la gestión de recursos con los fines corporativos.
- Una metodología que prioriza el análisis de riesgos para maximizar el rendimiento de los activos durante toda su vida útil.
- La serie ISO 55000 fue publicada en enero de 2014, reemplazando al PAS 55 como el estándar de referencia global.

De este modo tiene su origen la norma ISO 55000, que preserva cuatro elementos fundamentales:

- Garantizar la alineación estratégica entre las metas de la organización y los propósitos, planes y acciones de la gestión de activos.
- La relevancia de considerar la totalidad del ciclo de vida de los activos y fomentar un trabajo colaborativo entre todas las áreas involucradas.
- La relevancia de una adecuada administración de riesgos y su aplicación en el proceso de toma de decisiones.



- La importancia de contar con una única dirección liderado el proceso, utilizando facilitadores para integrar las áreas de la empresa y asegurar su continuidad en el tiempo.

2.2.3. ¿Qué se gana con una buena gestión de activo?

La implementación de la norma ISO 55000 y otros estándares internacionales habilita a las organizaciones para lograr sus metas mediante una gestión de activos tanta eficaz como eficiente. La puesta en marcha de un sistema de gestión de activos garantiza que estos objetivos puedan alcanzarse de manera consistentemente sostenible en el tiempo. Entre sus beneficios se incluyen:

Optimización de los resultados financiero: Permite incrementar el retorno de la inversión (ROI) y reducir gastos, asegurando al mismo tiempo la preservación del valor de los activos y el cumplimiento de los objetivos estratégicos, tanto inmediatos como futuros.

Las inversiones en activos respaldadas por información precisa: Habilitan al a empresa para mejorar su proceso de toma de decisiones, alcanzando un balance optimo entre los costos, los riesgos, las oportunidades y el desempeño esperado.

Una gestión de eficaz de los riesgos: Puede conducir a una disminución de las obligaciones financiera, como el pago de primas de seguros, multas y sanciones. Esto se logra mediante la reducción de pérdidas económicas, la mejora de los estándares de salud y seguridad, la protección de la imagen y reputación corporativa, y la minimización del impacto social y ambiental de las operaciones.



Garantizar un buen desempeño de los activos: Es fundamental para optimizar los servicios y los resultados, asegurando que se cumplan o incluso se excedan de manera constante las expectativas de clientes y partes interesadas.

Prácticas empresariales éticas evidenciadas: La capacidad de las organizaciones para la reducción de las emisiones, conservar los recursos y la adopción al cambio climático evidencia su responsabilidad social. Estas acciones le permiten demostrar de manera tangible su compromiso con una gestión empresarial ética y socialmente responsables.

Garantía de integridad regulatoria: La adhesión sistemática y transparencia a todos los marcos legales, regulatorios y de políticas internas siendo las bases para acreditar el cumplimiento ante cualquier parte interesada.

Fortalecimiento de la sostenibilidad: Una gestión eficaz de los impacto, gastos y desempeño, tanto a corto como a largo plazo, es fundamental para garantizar la sostenibilidad operativa y la permanencia de la organización.

Optimización de los procesos: Procedimiento y el rendimiento de los activos mediante revisiones periódicas conduce a una mayor eficiencia y eficacia, facilitando el cumplimiento de los objetivos de la organización.

Mejora en seguridad, salud y ambiente: En el aspecto de seguridad reduce los incidentes y accidentes graves, la mayoría de los accidentes están vinculado a fallas de activo, la gestión robusta previene estas fallas, en el aspecto de salud gestionar activamente los activos que son fuente de riesgos higiénico, el mantenimiento preventivo y predictivo mantiene los equipos dentro de parámetros que minimizan la exposición de los trabajadores, en el aspecto ambiental es el beneficio más claro, previene fallas catastróficas como derrames, fugas, emisiones no controladas y contaminación de suelos, agua y aire.



Optimización del retorno sobre la inversión (ROI): Los beneficios va mucho más allá de simplemente reducir costos, se trata de maximizar el valor que cada activo, genera uno de los beneficios es la mejor toma de decisiones de inversión más inteligente, maximización de la vida útil y del decrecimiento de costo total de propiedad (TCO) la fórmula para calcular el ROI es.

$$ROI = (Beneficios Netos / Costo Total de propiedad) \times 100$$

También al aplicar ayuda a minimización de tiempo de inactividad (downtime) y perdida de producción, al aplicar el ROI también ayuda en la maximización de los costos del mantenimiento y por último mejora de la eficiencia energética y de consumos.

2.2.4. ¿Por qué es importante gestionar los activos?

La importancia de una gestión de activos eficiente radica en que permite alinear los planes futuros de la empresa. Esto se logra al reducir las barreras internas y fortalecer el soporte corporativo, lo que facilita alcanzar mejores resultados financieros mediante una administración efectiva de riesgo. Estos son algunos de sus aspectos clave.

Competitividad y atracción de inversión: la importancia de la gestión de activo "GA" son demostrar profesionalismo y control, tener un procedimiento documentado de administración de los activos muestra un cualquier potencial inversor que la empresa es seria, predecible y gestionar sus riesgos y mejora los indicadores claves (KPIs).

Maximiza el valor de la inversión en maquinarias pesadas: mejorando la maximizar la operación de los equipos con un mantenimiento basado en condición, también permite una planificación financiera para las renovaciones



saber cuándo un equipo llegara al final de su vida útil permite planificar su reemplazo con años de antelación.

Gestionar el riesgo operativo y de seguridad: en el aspecto de seguridad garantiza que los equipos y las infraestructuras en condiciones seguras de operación. Asegura que los activos cumplan con las normativas del ministerio de energía y minas (MINEM), evitando multas costosas y ordenes paralizadas.

Gestionar y reducir costos en un contexto de precios muy inestables: reduce el costo de mantenimiento correctivo una falla inesperada en un cargador o una chancadora implica horas-hombres extra, aumenta la disponibilidad de equipos claves más horas de operación de los equipos de línea amarilla, mejora la eficiencia energética los equipos bien mantenidos consumen menos diesel y electricidad, una de las reducciones más significativas.

Desafíos logísticos y de altura por el nivel del mar: gestión de inventario de repuestos de forma inteligente saber exactamente que repuestos son críticos, cuales tener en stock y cuales no planificar el mantenimiento con antelación, al predecir cuándo un componente fallara se puede ordenar el repuesto con semana de anticipación.

2.2.5. La gestión de mantenimiento alineada con la realidad y objetivos de la organización

a) Visión global del mantenimiento

Ante la creencia común de que es más económico y sencillo reparar los equipos solo cuando fallan, surge la pregunta: ¿Por qué es necesario gestionar formalmente la función de mantenimiento? Sistemas de organización, estudio de fallos y la consiguiente carga de mano de obra indirecta pueden incrementar los



costos. A continuación, se detallan las razones que justifican la necesidad de una gestión estratégica del mantenimiento.

La creciente presión competitiva exige una reducción constante de costos. Para lograrlo es fundamental optimizar el uso de materiales y productividad de la mano de obra. Esto nos implica. Adoptar la organización: diseñar un modelo organizativo específico para las partículas de cada planta. Priorizar críticamente: analizar el impacto de cada equipo en los resultados del negocio para asignar la mayor parte de los recursos a aquellos con mayor influencia. Gestión de materiales: controlar meticulosamente el consumo y los niveles de stock de los repuestos e insumos de mantenimiento. Optimizar la disponibilidad: aumentar la confiabilidad de los equipos no al máximo técnico posible, sino hasta el nivel donde sus paradas no afecten el cumplimiento del plan de producción.

La aparición constante de nuevas metodologías y tecnologías de mantenimiento hace imperativo su análisis exhaustivo. Este estudio es crucial para evaluar si su implementación generara una mejora tangible en los resultados empresariales y, de ser así, para planificar su desarrollo y aplicación efectiva. Entre las técnicas más relevantes se encuentran el mantenimiento productivo total (TPM), el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), los sistemas GMAO (software de gestión) y diversas herramientas de mantenimiento predictivo, como el análisis de vibraciones, termografía y ultrasonidos.

Los diferentes departamentos requieren estrategias y lineamientos claros para alinear sus acciones con los objetivos generales establecidos por la dirección.

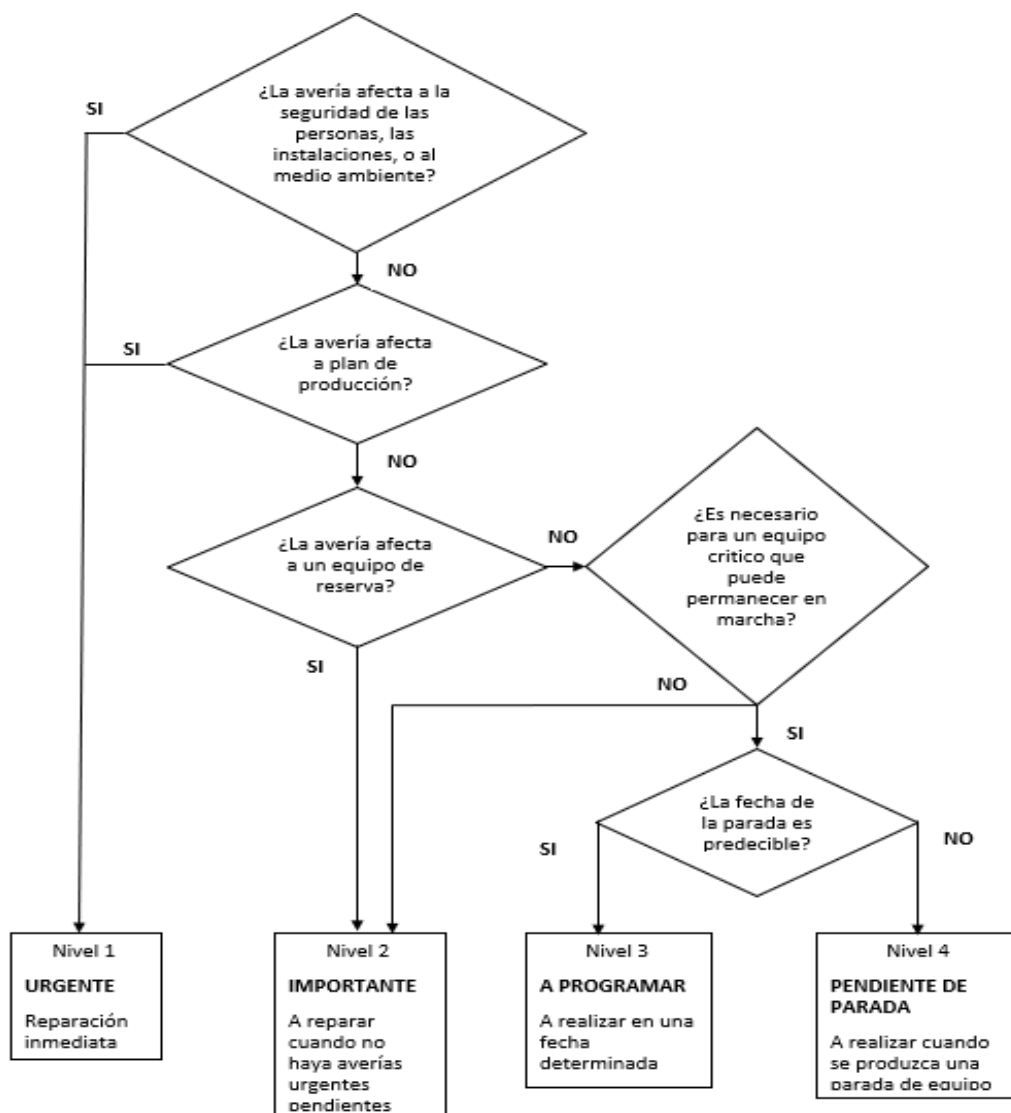
La calidad, la seguridad y la gestión ambiental han adquirido una relevancia crítica en la industria moderna. Por ello, es fundamental integrar

sistemáticamente estos aspectos en los procesos y metodologías de trabajo de los departamentos de mantenimiento.

En consecuencia, y por los motivos expuestos, se hace imperativo establecer políticas claras, protocolos de actuación definidos y objetivos medibles, cuyo cumplimiento debe ser evaluado constantemente para identificar oportunidades de mejora continua. En esencia, esto constituye la base fundamental de una gestión profesional del mantenimiento.

Figura 4

Asignación de prioridades del mantenimiento diagrama de flujo.



Fuente: GARCÍA, organización y gestión integral de mantenimiento (2003).

b) Análisis de criticidad**Tabla 2***Clasificación de equipos por unidad.*

Clase de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Alto rendimiento	Mantenimiento
A CRÍTICO	Elevado riesgo potencial de accidente severos. Necesita inspecciones periódicas obligatorias con una frecuencia mensual. Ha producido accidentes en el pasado.	Su detección impacta directamente al cronograma de producción.	Es clave para la calidad del producto. Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Alto coste de reparación en caso de avería. Fallas más comunes. Requiere una carga laboral sustancial para el departamento de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Requiere inspecciones periódicas (anuales) Puede generar graves accidente, pero son pequeñas las posibilidades.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al plan de producción).	Afecta el buen rendimiento, pero habitualmente no es problemático.	Coste de medio en mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Genera poco impacto en la seguridad.	Genera poco impacto en la productividad.	No afecta en el rendimiento.	El costo bajo del mantenimiento.

Fuente: GARCÍA, organización y gestión integral de mantenimiento (2023).

c) Medidores de la gestión

Los KPI o Key "Performance Indicators" son métricas esenciales que las empresas utilizan para monitorear y evaluar el rendimiento de sus operaciones, asegurando que se alineen con sus metas estratégicas.

Gracias a las actividades del mantenimiento planificadas por la gerencia y ejecutadas por el departamento de mantenimiento, se detectaron cuatro estilos de gestión claros, los cuales se listaron a continuación.

- Mantenimiento correctivo



- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad

Para la flota de línea amarilla de la empresa CALCESUR, se aplican estos tipos de mantenimiento, los cuales trazan un horizonte operativo y de mantenimiento. El cumplimiento de estos lineamientos se monitorea usando indicadores claves del desempeño (KPI), métricas diseñadas para cuantificar el rendimiento de los procesos. A continuación, se listan algunos ejemplos de estos KPIs:

- **Indicadores de disponibilidad:** miden el tiempo en el equipo está operativo y listo para trabajar.

Donde:

$$\text{Disponibilidad (\%)} = (\text{tiempo operativo} / \text{tiempo total}) \times 100$$

- **Indicadores de confiabilidad:** evalúan la frecuencia de fallas y la capacidad de los equipos para funcionar sin interrupciones.

Donde:

La fórmula para el MTBF (Mean Time Between Failures) =
tiempo total operativo / número de falla.

$$\text{Tasa de fallas} = (\text{números de fallas} / \text{tiempo operativo}) \times 100$$

- **Indicadores de mantenibilidad:** miden las eficiencias de las operaciones.

Donde:

La fórmula para el MTTR (Mean Time To Repair) = tiempo total
de corrección / número de reparaciones.

- **Rendimiento del mantenimiento:**



Donde:

Implementación del programa de mantenimiento (%) =

(Mantenimiento realizados / mantenimiento programado) × 100

Tiempo dedicado al mantenimiento preventivo vs. Correctivo

= Compara la proporción de mantenimiento planificado vs. reactivo.

- **Costos de mantenimiento:**

Donde:

Gastos del mantenimiento por horas de operación = costo total de mantenimiento / horas operativas.

Gasto de repuestos por equipos = gastos de repuestos / números de equipos.

- **Seguridad y cumplimiento:**

Donde:

Número de incidentes por fallas mecánicas = reportes de incidentes asociados al malfuncionamiento de equipos.

Cumplimiento de inspecciones técnicas = % de equipos con inspecciones al día.

Tabla 3

Indicadores de mantenimiento.

Nombre	Descripción	Formula
OEE	Permite evaluar el rendimiento y la optimización de cada etapa del proceso productivo.	$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Quality}$
Disponibilidad	La aptitud de activo o sistema para permanecer en funcionamiento y disponible bajo demanda.	$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$
Confiabilidad	Capacidad de un activo de mantener su funcionamiento durante un periodo determinado.	$\text{Confiabilidad} = R(t) = e^{-\gamma \cdot t}$
Backlog	Establecer la correlación entre la solicitud de servicios y los recursos disponibles para su ejecución.	$\text{Backlog} = \frac{\sum HH \text{ Registro de los trabajos}}{\sum \text{Total HH Factor de productividad (\%)}} \times 100$
Tasa de Fallos	La tasa de falla se representa la frecuencia esperada de malfuncionamiento de un componente o sistema en un periodo determinado.	$\delta = \frac{1}{MTBF}$
Tiempo de Paro	El tiempo de paro en mantenimiento es crucial para la planificación y optimización de la productividad.	$TP = TM + TR$

Fuente: GARCÍA, organización y gestión integral de mantenimiento (2003)



“Gestionar requiere control, control exige medición, medición depende de objetivos claros, y la mejora nace de perseguir esos objetivos” (Caterpillar inc, 2005, p.16)

d) Tiempo promedio entre paradas (MTBS)

El MTBS (Mean Time Between Stops) o “tiempo promedio entre paradas”, es el indicador esencial para gestionar el mantenimiento de equipos de línea amarillas. Este métrico refleja la frecuencia promedio de interrupciones en la operación, expresada en horas, y se calcula dividiendo en total de horas de funcionamiento entre el número de paradas no planificadas.

Las operaciones mineras más exitosas se caracterizan por lograr prolongados períodos de actividad ininterrumpida en sus equipos, lo que se traduce en valores de MTBS elevados. En el contexto de la línea amarilla, un MTBS alto indica una mayor disponibilidad operativa y un menor costo por hora de funcionamiento, siendo sinónimo de eficiencia y gestión efectiva del mantenimiento.

Formula:

$$MTBS = \frac{\textit{Tiempo Total Operativo}}{\textit{Número de paradas No Planificada}}$$

e) Tiempo Promedio para Reparar (MTTR)

El MTTR o “Tiempo Medio de Reparación” es un indicador fundamental en mantenimiento que cuantifica el tiempo promedio requerido para reparar un equipo tras una falla. Incluyen todas las actividades de la reparación, ya sean planeadas o no, las cuales determinan la duración total de las paradas. Este indicador es crucial para evaluar la eficiencia de las reparaciones y se calcula de la siguiente manera.



Formula:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Reparaciones}}{\text{Número de Paradas}}$$

Tiempo de reparación: incluyen diagnósticos, desmontaje, reparaciones, pruebas y puesto en marcha.

Numero de reparaciones: cantidad de intervenciones realizadas en un periodo determinado.

f) Disponibilidad

Este KPI (Indicadores Clave de Rendimiento), expresado en porcentaje, cuantifica la probabilidad de que un equipo esté en condiciones operativas y disponible para cumplir sus funciones, en relación con el tiempo que estaba programado para operar.

Formula

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Total Programado}} \right) \times 100\%$$

Donde:

Tiempo operativo: horas en que el equipo está en condiciones de trabajar (sin contar mantenimiento preventivo ni reparaciones).

Tiempo total programado: horas establecidos en el que las maquinarias deberían estar en servicios (excluyendo tiempos no planificados como paros por fallas de trabajo).

Una alta disponibilidad maximiza la productividad y reduce costos por paradas no planificadas. Se mejora mediante:

- Planes de mantenimiento predictivo (como vibraciones, temperatura o ultrasonido).
- Capacitación de operadores.

- Gestión eficiente de inventarios de repuestos.

2.2.6. Departamento de Mantenimiento de Equipo Móvil

“Un inventario actualizado permite planificar mantenimientos, renovaciones y desincorporaciones, evitando gastos innecesarios” (Penny Burns, 2016)

El área de mantenimiento de equipo móvil tiene la responsabilidad de gestionar una flota de aproximadas 270 activos. Este inventario incluye maquinaria pesadas, equipos ligeros, generadores, compresores y motorreductores, asegurando su operatividad. Para una gestión eficiente, los equipos se categorizan en flotas específicas según su modelo, de la siguiente manera:

- Equipos de materias primas.
- Equipos de producción.
- Equipos móviles pesado.
- Equipos móviles livianos, montacarga, auxiliares y lubricación.

Figura 5

Equipos de materias primas.



Fuente: Elaboración propia.

Equipos de materias primas: Es el área encargada de extracción de materia prima desde los tajos y enviar a producción, estos equipos están

conformado cargadores de marca CAT, Komatsu, tractor oruga de marca CAT, excavadoras de marca CAT, moto niveladora CAT rodillo compacto CS56B, perforadoras, trituradoras Metso, zarandas de marca Metso y una ASTEC es el área más importante, para mantenimiento, siendo 40% de total de equipos pesados.

Equipos de producción: La misión de esta área tiene como función principal procesar la materia prima para convertirla en cal o cal viva. Para cumplir con esta labor, opera con una flota de cuatro cargadores frontales, que incluye modelos CAT 996H y el cargador de fabricación china XG951.

Tabla 4

Inventario de equipo de los activos de CALCESUR.

	INVENTARIO DE EQUIPOS				
EQUIPOS MÓVILES	UBICACIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CÓDIGO DE EQUIPO	UBICACIÓN DEL EQUIPO	CONDICIÓN
CARGADORES	400-40-01	CARGADOR FRONTAL L150C VOLVO	4001CAR010	PLANTA	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 966C CATERPILLAR	4001CAR011	MATERIA PRIMAS	NO ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 966E CATERPILLAR	4001CAR012	MATERIA PRIMAS	NO ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 980H CAT	4001CAR013	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 966H - 1	4001CAR014	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL CHINO XG951 - II-456	4001CAR015	PLANTA	NO ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL CHINO XG951 - II-457	4001CAR016	PLANTA	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 966H - 2	4001CAR017	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 966H - 3	4001CAR018	PLANTA	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL WA500-6 KOMATSU	4001CAR019	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL L150H VOLVO	4001CAR020	PLANTA	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 980L	4001CAR021	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	CARGADOR FRONTAL 966H - 4	4001CAR022	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
EXCAVADORAS	400-40-01	EXCAVADORA CAT 329DL	4001EXC010	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	EXCAVADORA CAT 336DL	4001EXC011	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	EXCAVADORA CAT 330CL	4001EXC012	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
MOTO NIVELADORA	400-40-01	MOTO NIVELADORA 140K BR CATERPILLAR	4001MOT010	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
RODILLO COMPACTADOR	400-40-01	RODILLO COMPACTADOR CS56B	4001ROC001	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
BULLDOZERS	400-40-01	TRACTOR ORUGA D6R II CATERPILLAR	4001TRA020	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	TRACTOR ORUGA D8R CATERPILLAR	4001TRA021	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	TRACTOR ORUGA CATERPILLAR D8T N° 1	4001TRA022	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	TRACTOR ORUGA CATERPILLAR D8T N° 2	4001TRA023	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-01	TRACTOR ORUGA CATERPILLAR D8T N° 3	4001TRA024	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
MINICARGADOR	400-40-04	MINICARGADOR BOBCAT 463	4004MIN001	PLANTA	NO ACTIVO
PERFORADOR	400-40-06	PERFORADORA ATLAS COPCO CM780D	4006PER070	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-06	PERFORADOR FLEXIROC D65 - I	4006PER071	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-06	PERFORADOR FLEXIROC D65 - II (EPIROC)	4006PER081	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
TRITURADORA	400-40-06	TRITURADORA DE MANDIBULAS LT-106-I	100003TRI017	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-06	TRITURADORA DE MANDIBULAS LT-106-II	100003TRI018	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
ZARANDA	400-40-06	ZARANDA ST620 II	100003ZAV022	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-06	ZARANDA ST4.8	100003ZAV009	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-06	ZARANDA ST620 I	100003ZAV010	MATERIA PRIMAS	ACTIVO
	400-40-06	ZARANDA VIBRATORIA KPI ASTEC PTSC 2618VM	100003ZAV020	MATERIA PRIMAS	ACTIVO

Fuente: Diseño propia.



Equipos móviles pesados: Estos equipos son variados del departamento de mantenimiento, dentro de los equipos más representativo son grúas articuladas, camiones cisterna, vehículos de transporte personal y otros.

Equipos móviles livianos montacarga auxiliar y lubricación: los equipos livianos son encargadas de manejar camionetas marca Toyota y Nissan, cargadores de marca Yale y Hyster, equipos auxiliares como generadores eléctricos de marca Cummins, y Cat C18, equipos de livianos de soporte para la operación para la operación minera y de planta, estos equipos de soporte como luminarias, compresores y motor reductores.

2.3. Definición de términos

ISO 55000: El propósito de la norma es servir como guía para la gestión de activos. Como estándar internacional, fija los principios y requisitos para ayudar a las organizaciones a optimizar el valor de sus activos y mitigar los riesgos operativos asociados.

PAS 55: Se trata de una normativa, para la administración eficiente de activos tangibles, cuya publicación original estuvo a cargo del instituto de gestión de activos (IAM) y el British Standards Institución.

Auditorias: Revisión de la contabilidad o de la gestión de una sociedad o una empresa, realizada como procedimiento de control de estas.

Eficiencia: Habilidad para maximizar los resultados obtenidos utilizando la menor cantidad de recursos.

KPI: Es una métrica que se utiliza para cuantificar y analizar el desempeño de una organización en la consecución de sus metas.

TPM: El mantenimiento productivo total (TPM), es una estrategia de origen japones que tiene como objetivo maximizar la productividad y la eficiencia



de la maquinaria. Su principio fundamental es involucrar a todos los trabajadores, no solo al personal de mantenimiento en las tareas de cuidado y preservación de los equipos.

MTTR: Tiempo medio de reparación, por su sigla en inglés es una métrica clave que indica la hora promedio que tarda un maquina o sistema en ser corregido y volver a estar completamente funcional después de una falla.

RCM: El mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) es una metodología sistemática que se utiliza para determinar las acciones necesarias que garantizan que los activos físicos cumplan con las funciones que se espera que realicen.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Metodología de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio de investigación aplicada tiene como objetivo abordar la problemática específica de una gestión ineficiente de inventarios de equipos pesados. mediante la aplicación de la ISO 55000 en un contexto real.

Orientado hacia la mejora de los procesos y la minimización de los gastos de operación.

3.1.2. Nivel de investigación

El objetivo de la investigación explicativa es indagar y lograr una comprensión profunda de un problema específico.

3.1.3. Enfoque de la investigación

El estudio adopta una metodología de investigación de enfoque mixto, la cual integra de manera sistemática técnica de análisis cualitativo y cuantitativo.

3.2. Ámbito de investigación

El ámbito de desarrollo de esta investigación es la empresa CALCESUR, ubicado en el distrito de Caracoto, provincia de San Román.



Situada en el altiplano peruano, a 3825, metros de altitud y a pocos kilómetros de Juliaca, se encuentra el distrito de Caracoto, que forma parte de la provincia de San Román en el departamento de Puno.

CALCESUR es una empresa consolidada del grupo Gloria, integrada en su división de soluciones para la construcción y minería desde 1995. Su actividad central consiste en la producción y venta de cal viva (tanto pulverizada como granulada), cal hidratada y lechada de cal, productos que se distinguen por su alta calidad. La planta principal de la compañía está ubicada en el distrito de Caracoto, en la provincia de San Román, Puno. Para asegurar una amplia cobertura, CALCESUR opera cinco sedes adicionales localizadas en los departamentos de Arequipa, Apurímac y Cusco, desde donde distribuye sus suministros a esas regiones. Su capacidad industrial está respaldada por seis hornos (tres horizontales y tres verticales) con tecnología de punta, que un conjunto tiene una capacidad productiva de 2950 toneladas diarias.

Valores de la empresa CALCESUR.

Misión: “liberes nacionales en la fabricación y venta de cal. Nos dedicamos a cumplir con las expectativas de nuestros clientes gracias al compromiso de nuestro equipo y a un modelo de operación sustentable y socialmente responsable”

Visión: “Aspiran a consolidarse como la compañía líder en responsabilidad social dentro del mercado latinoamericano de la cal para el año 2030, destacando se por un desempeño de talla mundial”.

Propósito: “Trabajamos activamente para forjar un futuro sostenible”.

Ubicación de la empresa.

Tabla 5

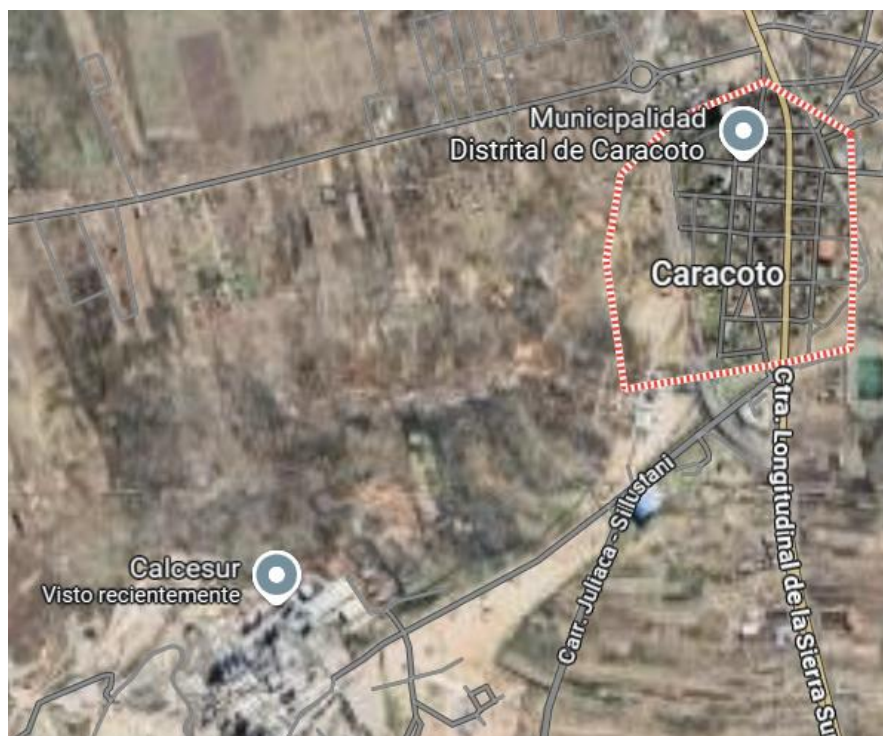
Características geográfica el que sitúa la ciudad de Caracoto.

Departamento	Puno
Provincia	San Román
Distrito	Caracoto
Latitudes	15°33'59" S
m.s.n.m.	3825

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Ubicación de la empresa CALCESUR.



Fuente: Google maps.

Organización del taller de área de mantenimiento de equipo móvil

El taller de mantenimiento está diseñado de forma tal que su estructura evidencia de manera clara y organizada todos los procesos de la gestión de mantenimiento.

Figura 7

Área de mantenimiento *de equipo móvil* CALCESUR.



Fuente: Google maps.

3.3. Población y muestra

Población: la totalidad de la información proviene de la empresa CALCESUR, dedicada principalmente a la producción y venta de cal de alta gama (viva pulverizada, viva granulada, hidratada y lechada) que pertenecemos a la división de soluciones para la construcción y minería del grupo Gloria desde 1995.

Específicamente en el área logística y mantenimiento

Muestras: Del inventario de maquinaria ubicada en las áreas de materia prima y producción, se excluirán para este análisis los equipos ligeros, pesados y otros. La cantidad de equipos de línea amarilla en operación asciende a 26 unidades.

Para el análisis, se estableció un margen de error de 10%, un nivel de confianza del 80% y se considera la totalidad de los equipos operativos como población de estudio.

Formula de muestreo.

$$n = \frac{K^2PQN}{e^2(N - 1) + K^2PQ}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra a determinar

N: Tamaño de población = 26

K: Constante de nivel de confianza que indica la probabilidad que los resultados del estudio sean ciertos o no. Los valores de K que más se utilizan y sus respectivos niveles de confianza.

P: Variabilidad positiva = 0.70

Q: Variabilidad negativa = 0.30

e: Margen de error = 10% = 0.10

Tabla 6

Valores de K y nivele de la confianza.

Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%
Valores de K	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida por Hernández (2012).

La muestra fue la siguiente:

$$n = \frac{(1.28)^2(0.70)(0.30)(26)}{(0.10)^2(26 - 1) + \{(1.28)^2(0.70)(0.30)\}} = \frac{8.94566}{0.25 + 0.70152} = 9.4015$$

3.4. Técnicas e instrumento de recogida de información

Las técnicas utilizadas son las siguientes:



- Observación
- Recopilación de datos.

Los instrumentos utilizados son:

Fichas de acopio de datos.

Análisis documental.

3.5. Recogida de datos

La ejecución de esta investigación inicio con una fase de análisis en al cual se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Entrevista semiestructurada.
- Observación: obtener perspectivas de actores clave sobre desafíos actuales en gestión de inventarios.

Participantes:

- Gerente de mantenimiento y logística
- Supervisor de almacén
- Operadores de equipos (para identificar problemas prácticos)

Procesos actuales de reposición de repuestos.

Impacto de la altitud y clima en la vida útil de componentes.

Cumplimientos de estándares ISO 55000.

Observación directa.

Actividades:

- Monitoreo de proceso en almacén (ej.: métodos de codificación, tempos de despacho)
- Evaluación de condiciones de almacenamiento (humedad, temperatura) para piezas críticas.

Grupos focales.



- Sesiones con equipos técnicos para validar hipótesis sobre:
- Causas de stockouts frecuentes.
- Factores que incrementan costos de inventario (ej.: obsolescencia)

Datos secundarios (fuentes existentes).

- Documentación interna.

Registros históricos de:

- Ordenes de compras y tiempos de entrega.
- Reportes de fallas de equipos (MTBF, MTTR)

Auditorías previas de inventario.

- Normativas y benchmarks.

Extracción de datos automatizados de:

- Niveles de stock en tiempo real.

Historial de mantenimiento de equipos (ej.: horas de operaciones, repuestos utilizados).

- Sensores IoT

Instalación en:

- Equipos: monitoreo de condiciones operativas (vibraciones, temperatura).
- Almacenes: trackeo de humedad y temperatura para piezas sensibles.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Procedimiento de Implementación de Gestión de Inventario Según la Norma ISO 55000

El contexto organizacional es el factor determinante que exige a una empresa adaptar sus objetivos y planes estratégicos para mantener su competitividad en el mercado. Este mismo contexto define los límites y alcances factibles de un sistema de gestión de activos, ya que dicho sistema debe funcionar como una herramienta para alcanzar las metas establecidas por la alta dirección. Es crucial que todos estos elementos contexto, objetivos organizacionales y sistemas de gestión estén perfectamente alineados para lograr los fines propuestos, especialmente en compañías donde la gestión de activos es fundamental para el cumplimiento de sus metas. Cabe resaltar que, al evaluar el contexto de una organización, este debe entenderse como la integración de dos sub-contextos.

Los actuales modelos competitivos en el sector minero peruano impulsan a las organizaciones a replantear su planeación estratégica para la gestión de activos. Este cambio busca alinear dicha gestión con los objetivos visionarios de las partes interesadas de CALCESUR. Para implementar este proceso, es



esencial realizar un análisis integral de la compañía dentro de su entorno global, evaluando tanto los beneficios como las dificultades que han surgido durante iniciativas previas de mejora en la gestión de activos.

Es importante precisar que, si bien la norma está diseñada específicamente para activos físicos, su alcance también se extienda a otros sectores como la construcción, el transporte y actividades afines, esto es posible al considerar los factores críticos de la organización, los cuales se establecen como requisitos para implementar la norma ISO 55001.

Al definir el contexto de una organización, es esencial incorporar una amplia gama de factores: socioculturales, políticos, normativos, contables, financieros, tecnológicos, económicos, competitivos y ambientales. Este análisis debe contemplar tanto el ámbito nacional o local como el internacional o regional donde opera la entidad. Asimismo, es crucial identificar las tendencias y factores clave que pueden influir en los objetivos de la organización, ya que estos inciden directamente en ella. Adicionalmente, al establecer este contexto, deben considerarse las relaciones con las partes interesadas externas, junto con sus valores y percepciones.

Procedimiento de implementación de inventarios según la norma

La empresa cuenta con políticas de activos, inventario de activos, riesgos de criticidad, mantenimiento bajo el estándar ISO 55000, indicadores (KPIs), competencia de personal calificado, tecnología.

Como planificar la gestión de activos: compromiso de alta dirección, selección de herramientas tecnológicas, definición de KIPs, capacitación del personal, pruebas de área piloto, expansión de gradual, integración con otros sistemas.

Formulación de normas y procedimiento: enfoques en el ciclo de vida, seguridad y cumplimiento, gestión basado en riesgos, mejora continua, participación del personal. Procedimiento, clasificar activos, asignar ID único, registro.

Monitoreo y control: Se monitorea el desempeño de los activos para asegurarse de que estén operando de manera eficiente y efectiva. Esto puede incluir el uso de tecnología para el seguimiento de mantenimiento preventivo y correctivo.

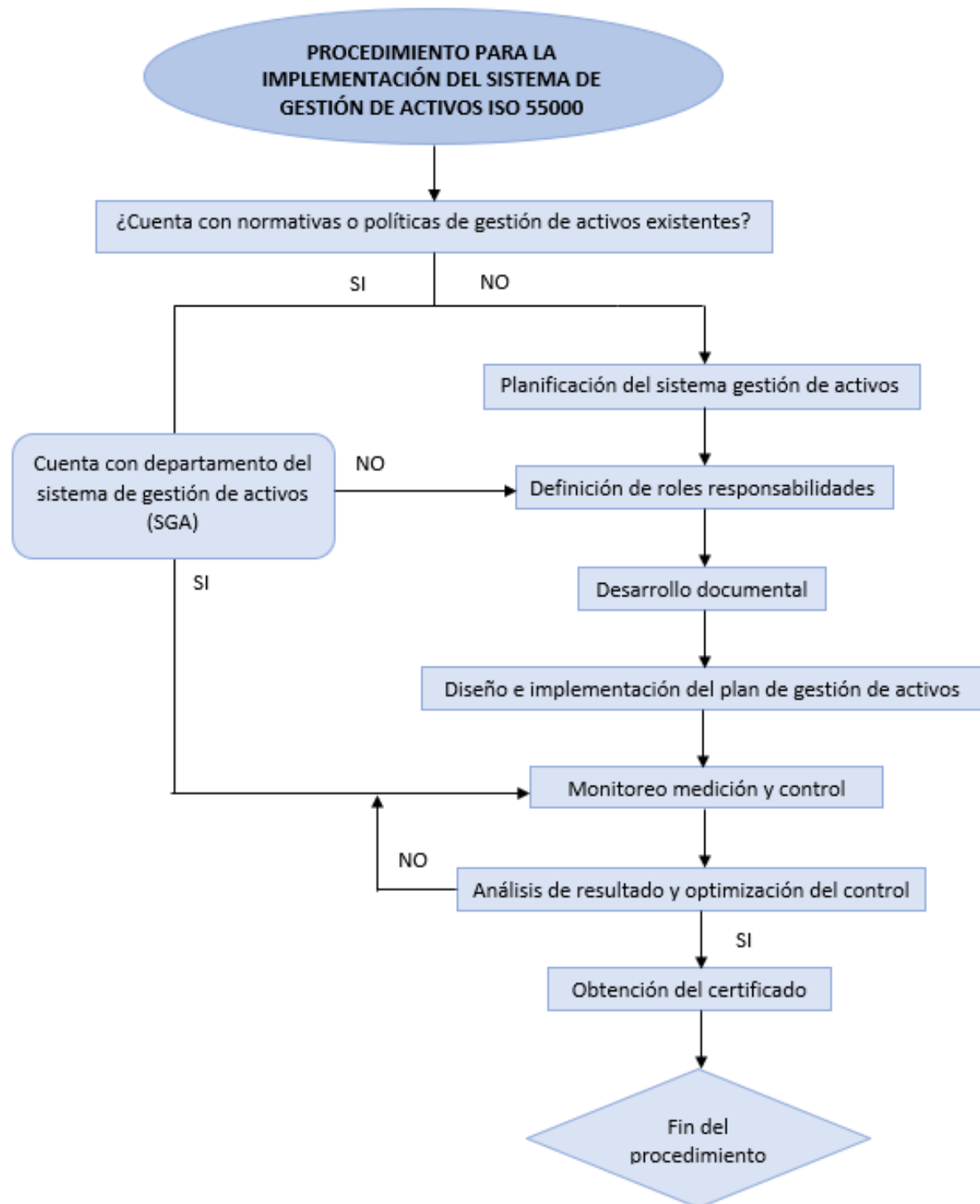
Análisis de resultado y optimización continua: A través de auditorías internas y investigación de datos, se identifican áreas de mejora y se toman acciones correctivas cuando sea necesario.

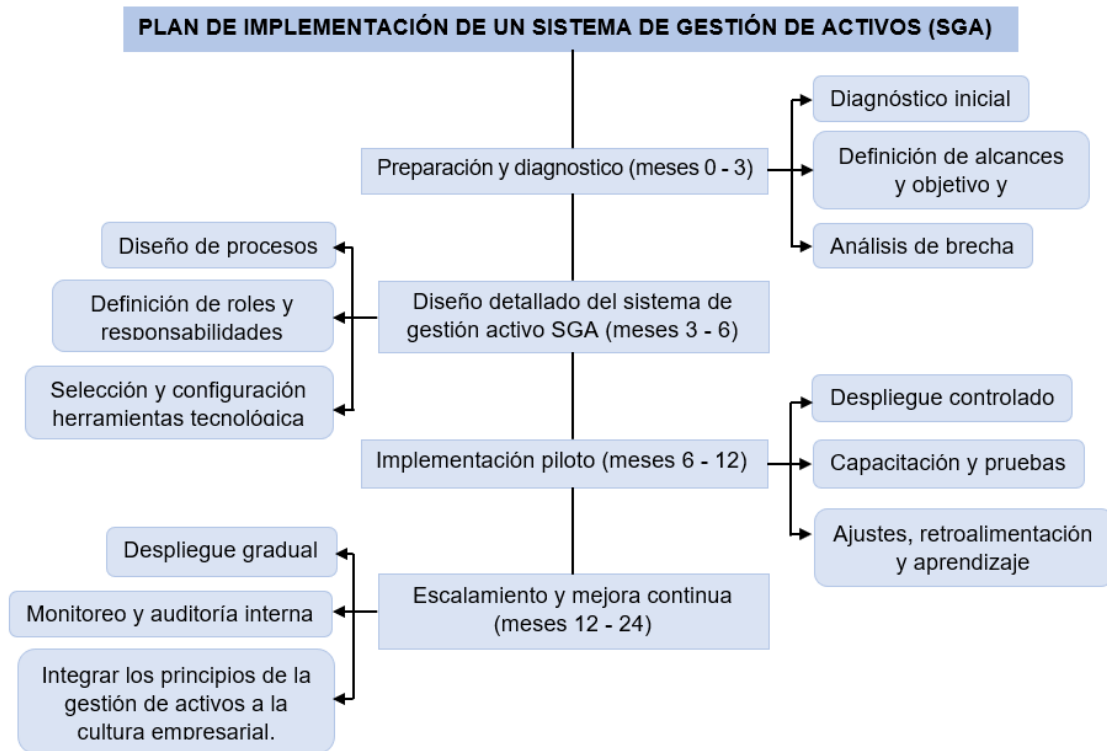
Obtención de certificación: Si el sistema de administración de activos está funcionando correctamente, se puede solicitar la certificación por un organismo acreditado.

Una vez que el sistema esté implementado y certificado, se realiza un monitoreo continuo para asegurarse de que se mantenga eficaz y se adapte a los cambios.

Definición de roles: alta dirección (gerencia general/dueños). Líder del SGA/gerente de activos. Comité de gestión de activos (equipos multidisciplinario). Coordinador de activos / ingeniero de confiabilidad. Supervisión de mantenimiento y operaciones. Operadores y técnicos en mantenimiento. Auditorio interno del SGA.

Diseñar el plan de implementación del sistema de gestión de activos: preparación y diagnósticos (0-3 meses) establecer bases sólidas. Diseño de SGA (3-6 meses) estructuras procesos, roles y tecnologías. Implementación piloto (6-12 meses) validar el sistema en áreas controladas. Escalamiento y mejora continua (12-24 meses) extender el SGA a toda la operación.





LA NORMA EUROPEA UNE-EN 16646 Y SU RELACIÓN CON LA NORMA ISO 55000

La UNE-EN 16646:2014 titulada “mantenimiento en la gestión de activos físicos” es la norma europea que complementa a la ISO 55000. Su propósito principal es posicionar el mantenimiento como una actividad estratégica dentro de un sistema de gestión de activos más amplio, alineándolo con los objetivos globales de la organización.

La siguiente tabla compara el alcance de ambas normas:



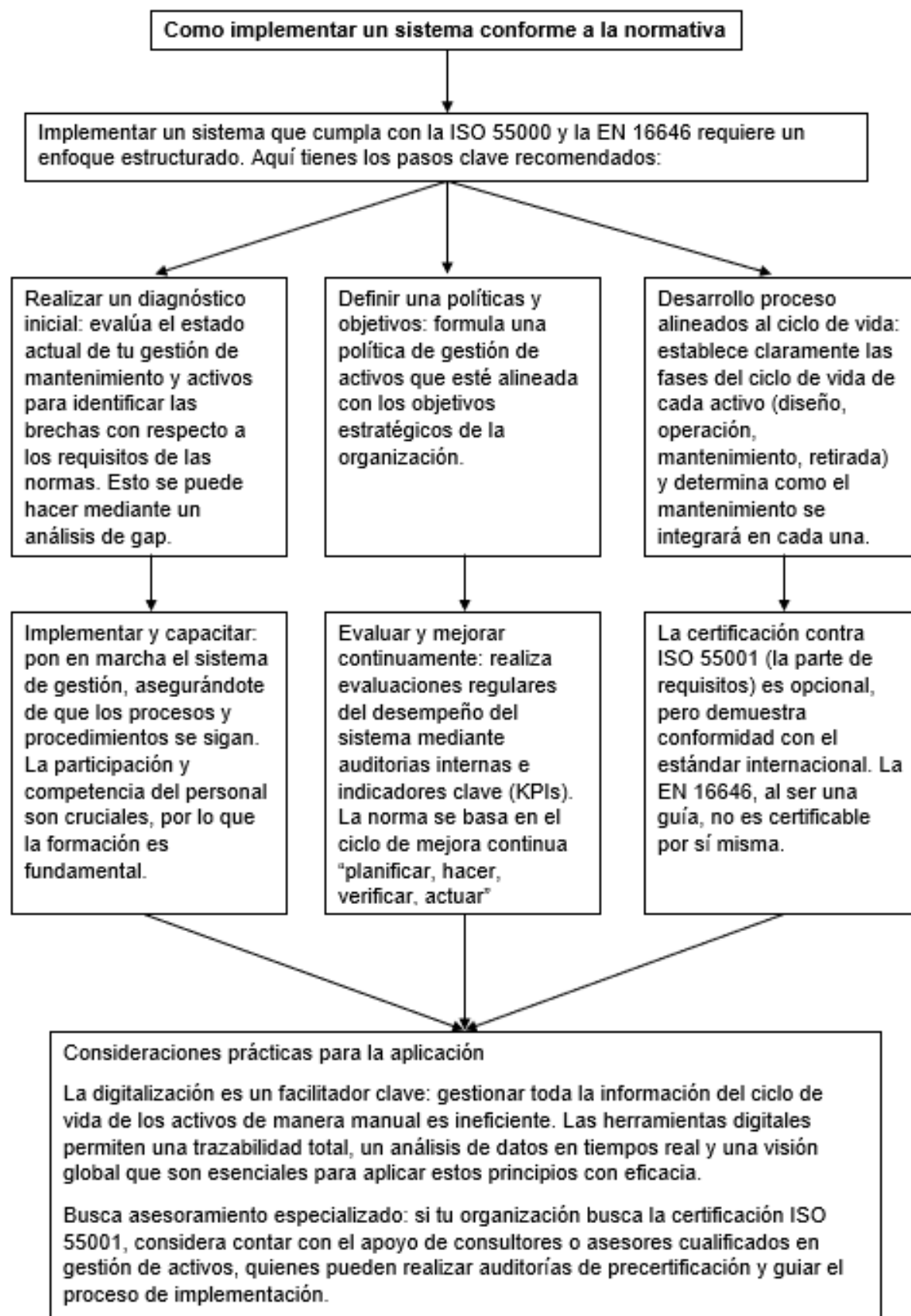
Tabla 7

diferencias entre la ISO 55000 y la norma europea EN 16646.

Norma	Título	propósito principal	Estado
ISO 55000	gestión de activos – visión general, principios y terminación.	Establecer el marco general, los principios y los requisitos para un sistema de gestión de activos (SGAct)	Norma internacional
EN 16646	mantenimiento en la gestión de activos físicos	servir como guía para integrar las actividades de mantenimiento dentro del SGAct, con un enfoque en el ciclo de vida de los activos físicos.	Norma europea (voluntario y no certificable)

Fuente: Basando en la norma EN 16646 y la norma ISO 55000.

Mientras la ISO 55000 define el “que” (los requisitos del sistema), la EN 16646 proporciona el “como” aplicarlo específicamente al mantenimiento, traduciendo los objetivos estratégicos a acciones técnicas del día a día.



LA NORMA EUROPEA UNE-EN 17485



La UNE – EN 17485 es una norma europea especifica que establece un marco para gestionar las actividades de mantenimiento dentro de un sistema de gestión de activos físicos, con el objetivo central de mejorar su valor a lo largo de todo su ciclo de vida. En cambio, la ISO 55000 es una familia de norma internacionales de alcance mas amplio, que proporciona los principios, requisitos y directrices generales para implementar un sistema de gestión de activos en una organización, aplicable a todo tipo de activos (físicos e intangibles)

Para ayudarte a visualizar las diferencias claves, aquí tienes una tabla comparativa:

Tabla 8

Características de la norma europea EN 1748 y la ISO 55000.

Características	UNE-EN 1748	ISO 55000
Alcance y enfoque	Específico para la gestión del mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos	General para el sistema de gestión de activos completo, para todo tipo de activos.
Propósitos principales	crear un marco para vincular el mantenimiento con los objetivos empresariales y mejorar el valor de los activos físicos.	Establecer los requisitos y la estructura para que la organización genere valor a partir de todos sus activos.
Relación entre ellas	actúa como un puente o guía especializada que muestra como alinear las actividades de mantenimiento con los requisitos de la ISO 55000	proporciona el marco general y los requisitos (el "que") que deben cumplir el sistema de gestión.
Tipo de activos	se centra exclusivamente en activos físicos (equipos, maquinarias, infraestructura)	aplica a cualquier activo con valor para la organización (físicos, financiero, intangibles, humano)

Fuente: Basando en la norma EN 1748 y la norma ISO 55000.

Como se relaciona en la practica

La relación entre estas normas es complementaria y se puede entender como:



La ISO 55000 define el “que”: establece el marco de alto nivel, la política y los objetivos estratégicos del sistema de gestión de activos.

La UNE – EN 17485 define el “como” para el mantenimiento: proporciona el marco metodológico para implementar los requisitos de la ISO 55001 en lo que respecta a la función de mantenimiento, creando así un puente con otras normas de mantenimiento más específicas.

Ambas normas, usadas en conjunto, permiten a las organizaciones alinear de manera efectiva las actividades técnicas de mantenimiento con la estrategia general del negocio, buscando el equilibrio entre costos, riesgos y desempeño.

Dentro del marco del sistema de gestión de activos, se encuentra:

- Las directrices establecidas para la gestión de activos.
- Los propósitos fundamentales de la administración de activos.
- La hoja de ruta estratégica para la administración de activos (PEGA).
- El marco estructurado para la gestión de activos.

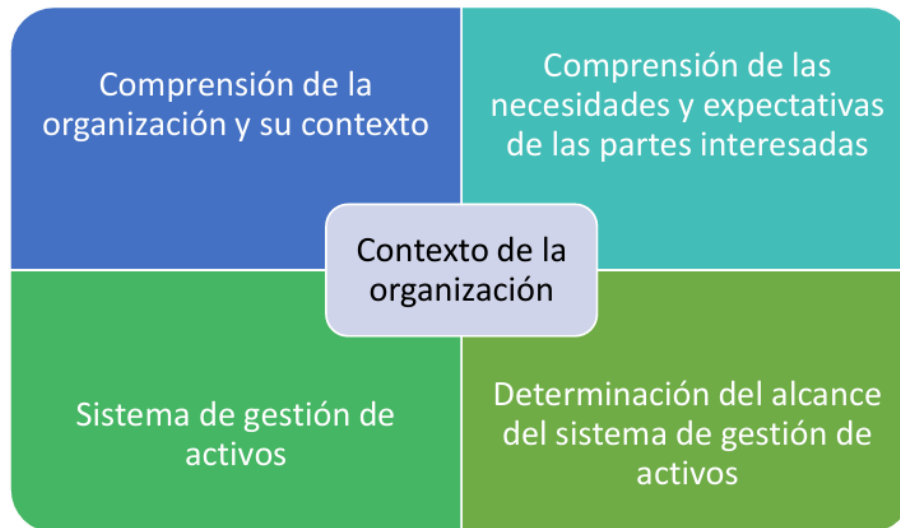
Para llevar a cabo la implementación de un sistema de gestión de activos acorde a la ISO 55001, es necesario tomar en cuenta.

- El sistema de gestión de activos debe establecer desde su diseño objetivo, políticas y planes estratégicos que mantenga alineamiento integral con los propósitos organizacionales.
- En la fase de planificación, la organización debe identificar y evaluar los riesgos y oportunidades del sistema de gestión de activos, implementando acciones que mitiguen efectos adversos y aseguren el cumplimiento de los objetivos. Dichos objetivos deben formularse bajo criterios SMART (específicos, medibles,

alcanzables, realistas y temporales), permitiendo su monitoreo, análisis y evaluación continua para implementar mejoras alineadas con las metas organizacionales.

Figura 8

Contexto de organizaciones.



Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

- Dentro de la planificación, es fundamental contemplar los recursos para la implementación del sistema. Este grupo de recursos está compuesto por: la designación de roles y personal competente, la concienciación de todos los actores involucrados (empleados, contratistas y proveedores), un plan de comunicación y la información documentada. Colectivamente, estos recursos brindan seguridad en la operación y preparación frente a eventos de riesgo.
- La organización diseña e implementa procesos de planificación y control operacional para respaldar de manera efectiva las actividades contempladas en el plan de gestión de activos.



- Como parte de la evaluación del desempeño, la empresa debe implementar procesos para medir, monitorear, analizar y evaluar sus activos, el sistema de gestión y las actividades relacionadas. Para ello, es necesario llevar a cabo auditorías internas planificadas que verifiquen el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 55001. Este proceso proporciona a la alta dirección la información necesaria para evaluar la continuidad, pertinencia, idoneidad y eficacia del sistema de gestión de activos.
- La mejora continua requiere la implementación de planes y procesos para gestionar las no conformidades, con el fin de reducir al mínimo sus impactos negativos sobre la organización y las expectativas de las partes interesadas. Esta actividad debe orientarse al logro de los objetivos organizacionales como su propósito fundamental.

Política de los activos actuales de la empresa CALCESUR

La política de activos de CALCESUR trasciende el ámbito de los activos físicos para integrar un marco normativo que gestiona riesgos y asegura el cumplimiento legal. Este enfoque abarca la prevención de corrupción y lavado de activos, protección de datos personales y responsabilidad social corporativa. Paralelamente, en la dimensión informática, la política establece la necesidad de catalogar los activos de información y definir protocolos para su gestión segura.

Política de activos en términos generales y de cumplimiento

La organización ha implementado un programa de cumplimiento normativo diseñado para la prevención y gestión de riesgos asociados a corrupción, lavado de activos y financiamiento del terrorismo.



Protección de datos: Se garantiza la confidencialidad de los datos personales según la Ley de Protección de Datos Personales de Perú (Ley N° 29733).

Gestión de activos de información

La política de gestión de activos de información debe establecer el marco para la identificación y catalogación sistemática de los activos informacionales, mediante la creación y mantenimiento de un inventario formal.

En materia de seguridad de la información, la política debe especificar los esquemas de protección aplicables a los activos, implementando medidas técnicas y organizativas que garanticen su salvaguarda.

Optimización: CALCESUR busca optimizar la gestión de sus activos para aumentar la efectividad de sus operaciones y la rentabilidad.

4.2. Análisis de la situación actual de los equipos

En CALCESUR, la implementación de un sistema de gestión de activos y suministros para la línea amarilla requirió iniciar con una fase crítica de recolección de datos técnicos. Esta recopilación abarcó el funcionamiento, disponibilidad, criticidad y otros parámetros esenciales de cada equipo. El posterior análisis de esta información permitió diagnosticar que los equipos eran sometidos predominantemente a mantenimiento correctivo, actuando sólo ante fallas o paros imprevistos.

Para el desarrollo de la gestión de inventarios y suministros, fue fundamental considerar características como los tiempos de falla, tiempos de operación, vibraciones, fiabilidad y condiciones de trabajo. Estos criterios son esenciales para realizar cálculos en Excel que optimicen los procesos



productivos, aseguren una vida útil óptima de los equipos y faciliten la implementación de la norma ISO 55000 en la planta de producción.

Se elaboraron estadísticas de mantenimiento utilizando como caso de estudio el cargador CAT 980L involucrado en el proyecto. El registro incluyó las fechas de cada actividad realizada y las variables evaluadas, las cuales se detallan en la Tabla 7, mientras que la información de otros equipos se encuentra en el anexo correspondiente.

Tabla 9

Estadísticas de disponibilidad del equipo cargador frontal Cat 980L.

	CALCESUR												
	ESTADISTICO DEL CARGADOR CAT 980L								Elaborado Por:		Willian Machaca Yana		
	Horas de Trabajo / día (L-S)	16	Máquina	CARGADOR CAT 980L				Codigo de Equipo:	4001CAR021				
Fecha de Elaboración:	viernes, 3 de Enero de 2025	Fecha	Semanas	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	δ	D (%)	Fiabilidad
	Inicio de las Actividades	2/01/2024											
Enero	Inspeccion y lubricación	08/01/2024	2	78	1	0.2	1.2	77	0.012987	2	0.5	97%	0.0146872
	Mantenimiento preventivo	17/01/2024	3	75	3	0.5	3.5						
	Inspeccion del sistema electricos	22/01/2024	4	78	2	0.5	2.5						
	Inspeccion mecanica de equipos	30/01/2024	5	77	2	0.5	2.5						
Febrero	Soldadura de cucharon	7/02/2024	6	70	6	1	7	75	0.0133333	3	0.3333333	96%	0.0131237
	Inspeccion y lubricación	15/02/2024	7	78	1	0.75	1.75						
	Mantenimiento preventivo	20/02/2024	8	75	4	0.2	4.2						
	Inspeccion del sistema electricos	26/02/2024	9	77	1	1	2						
Marzo	Parada mayor												
Abril	Medición de consumo de corriente	2/04/2024	14	65	4	1	5	72	0.0138889	2.75	0.3636364	96%	0.0109558
	Inspeccion mecanica de equipos	9/04/2024	15	75	2	0.2	2.2						
	Revisión del problema de arranque	18/04/2024	16	70	4	1	5						
	Inspeccion y lubricación	23/04/2024	17	78	1	0.4	1.4						
Mayo	Mantenimiento preventivo	2/05/2024	18	75	2	0.3	2.3	73.2	0.0136612	3.2	0.3125	96%	0.0117972
	Inspeccion del sistema electricos	11/05/2024	19	74	2	0.2	2.2						
	Correccion de guias de desplazamiento	16/05/2024	20	70	5	1	6						
	Reemplazo sistema de enfriamiento	21/05/2024	21	69	6	0.8	6.8						
	Inspeccion y lubricación	26/05/2024	21	78	1	0.2	1.2						
Junio	Mantenimiento preventivo	1/06/2024	22	74	4	0.5	4.5	73.4	0.013624	4.25	0.2352941	95%	0.0119408
	Inspeccion del sistema electricos	12/06/2024	24	73	3	0.2	3.2						
	Inspeccion mecanica de equipos	18/06/2024	25	75	2	0.2	2.2						
	Cambio de llantas delanteras	22/06/2024	25	69	7	1	8						
	Inspeccion y lubricación	31/06/2024	26	76	1	0.2	1.2						
Julio	Mantenimiento preventivo	5/07/2024	27	71	3	0.5	3.5	74.5	0.0134228	2	0.5	97%	0.0127476
	Inspeccion del sistema electricos	16/07/2024	29	77	1	0.3	1.3						
	Inspeccion mecanica de equipos	21/07/2024	29	74	2	0.2	2.2						
	Limpieza de harnes	28/07/2024	30	76	2	0.4	2.4						
Agosto	Inspeccion y lubricación	2/08/2024	31	75	1	0.5	1.5	73.2	0.0136612	3.75	0.2666667	95%	0.0117972
	Mantenimiento preventivo	14/08/2024	33	73	3	0.4	3.4						
	Inspeccion del sistema electricos	17/08/2024	33	76	2	0.2	2.2						
	Inspeccion mecanica de equipos	25/08/2024	34	74	2	0.2	2.2						
	Cambio de llantas posterior	29/08/2024	35	68	7	1	8						
Septiembre	Inspeccion y lubricación	3/09/2024	36	78	1	0.2	1.2	73.75	0.0135593	3.25	0.3076923	96%	0.0121944
	Mantenimiento preventivo	8/09/2024	36	67	8	0.2	8.2						
	Inspeccion del sistema electricos	19/09/2024	38	76	2	0.1	2.1						
	Inspeccion mecanica de equipos	24/09/2024	39	74	2	0.1	2.1						
Octubre	Reemplazo de luces de trabajo	3/10/2024	40	78	1	0.2	1.2	75.8	0.0131926	1.6	0.625	98%	0.0137379
	Inspeccion y lubricación	8/10/2024	41	79	1	0.2	1.2						
	Mantenimiento preventivo	18/10/2024	42	75	2	0.1	2.1						
	Inspeccion del sistema electricos	22/10/2024	43	73	2	0.4	2.4						
	Inspeccion mecanica de equipos	28/10/2024	44	74	2	0.2	2.2						
Noviembre	Cambio de pines del cucharon	4/11/2024	45	67	4	1	5	74	0.0135135	2.25	0.4444444	97%	0.0123773
	Inspeccion y lubricación	16/11/2024	46	76	1	0.2	1.2						
	Mantenimiento preventivo	21/11/2024	47	77	2	0.1	2.1						
	Inspeccion del sistema electricos	26/11/2024	48	76	2	0.1	2.1						
Diciembre	Inspeccion mecanica de equipos	3/12/2024	49	74	2	0.2	2.2	71.25	0.0140351	4.5	0.2222222	94%	0.0104474
	Perdida de potencia	9/12/2024	50	62	12	1	13						
	Inspeccion y lubricación	18/12/2024	51	74	1	0.2	1.2						
	Mantenimiento preventivo	27/12/2024	52	75	3	0.2	3.2						

Fuente: Diseño propia elaborado con los KPIs.



Figura 9

Historial de mantenimientos.

		MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL												Codigo: X-XX-00X			
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO															Versión 01		
															Mar-25		
															Página 1 de 1		
N°	Orden del trabajo	Fecha	Código de equipo	Componente	Causa de falla	Responsable del trabajo	Horómetro de intervención	Tipo de mantenimiento	Estado de OT	Prioridad	Reserva de materiales	Hora apertura de OT	Hora de cierre de OT	Costo de material	Costo de repuesto	Costo total	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	

OBSERVACIONES ADICIONALES:

Fuente: Diseño propia elaborado con los KPIs.



4.3. Directrices para la Aplicación de la Norma ISO 55000 en el Área de Mantenimiento de Línea Amarilla

La adopción de la norma ISO 55000 en el mantenimiento de línea amarilla genera beneficios tanto inmediatos como futuros. Este enfoque es particularmente valioso en entornos donde una gestión de activos eficaz es crucial para aumentar la productividad y rentabilidad empresarial, estableciendo así un sistema de gestión alineado con los estándares internacionales.

La efectiva ejecución de la guía en la organización requiere la designación de un facilitador especializado, quien deberá impartir charlas y capacitaciones para garantizar el cumplimiento de las directrices establecidas bajo el estándar ISO 55000.

La alta dirección, comprometida con la implementación del sistema de gestión de activos, designa al personal encargado de guiar el proceso y facilita el acceso a la información requerida para el análisis de los activos. Esto exige la comunicación efectiva de los procedimientos de los distintos componentes del sistema de gestión en la empresa, abarcando áreas clave como:

- Desarrollo de estrategias y planificación operativa.
- Adquisición de nuevos equipos.
- Gestión de procesos y procedimientos de activos.
- Características técnicas y especificaciones físicas de los activos.
- Gestión de servicios y actividades operativas.
- Organización del mantenimiento.
- Control y datos de desempeño operativo.
- Control presupuestario y asignación estratégica de recursos.
- Administración de riesgos corporativo.

- Gestión de contratos.
- Disposición final de activos obsoletos.

Cada área vinculada a los activos evidencia la implementación de un sistema de gestión alineado con los lineamientos establecidos en la norma ISO 55002.

4.3.1. Evolución los Factores Organizacionales y su Entorno Contextual

La implementación de un sistema de gestión de activos requiere un enfoque coherente y una alineación estratégica con los paradigmas internacionales, ya que esta sintonía incide directamente en la competitividad organizacional, influyendo significativamente en el diseño y los alcances gestionables del sistema.

Resultados: El entorno organizacional define cuándo y cómo una empresa debe reorientar sus objetivos y planes estratégicos para conservar su competitividad en el mercado. Este mismo contexto delimita los alcances factibles de un Sistema de Gestión de Activos, ya que dicho sistema debe operar como herramienta para materializar los objetivos definidos por la Alta Dirección. Es crucial que todos estos elementos, contexto, objetivos y sistema de gestión. Estén alineados entre sí, especialmente en organizaciones cuyos activos constituyen el soporte operativo para alcanzar las metas corporativas. Cabe resaltar que el contexto organizacional debe analizarse como la integración de dos sub-contextos interdependientes.

Característica: se ofrece una característica exhaustiva del elemento investigado.

Tabla 10

Análisis de los factores del macroentorno.

	MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL		Codigo: X-XX-00X		
	REGISTRO DEL CONTEXTO EXTERNO		Versión 01		
		Mar-25			
		Página 1 de 1			
Área de materia primas <input type="checkbox"/>		Área de producción <input type="checkbox"/>	Fecha generació <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO					
NUM.	ASPECTOS RELACIONADOS	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS DE INFORMACIÓN	CRITICIDAD	ESTABILIDAD
1	Sociales y culturales				
2	Política				
3	Legales				
4	Regulación				
5	Financiamiento				

Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

La evaluar del contexto interno de la organización, pueden incluirse los siguientes elementos, sin que esta lista sea exhaustiva.

Métricas de información: Unidades de medida que cuantifican el aspecto bajo estudio, estableciendo valores de referencia para indicadores empresariales. Ejemplo: En el ámbito económico; la proyección de la reducción del precio de la cal.

La criticidad establece el grado de importancia del estado del aspecto evaluado, en el impacto en los objetivos organizacionales. Ejemplo: En el ámbito económico, la proyectada disminución del precio de la cal representa un factor crítico, dado que conlleva una reducción significativa en el uso de recursos corporativos.



Determinación de los requisitos y expectativa corporativa

La organización debe identificar y evaluar a los intereses relevantes para la gestión de activos, así como sus respectivas necesidades y expectativas.

Resultado: Al designar roles y responsabilidades vinculados a la Gestión de Activos, es posible utilizar descripciones de puesto existentes, incorporando en ellas las funciones correspondientes. No obstante, debe garantizarse la competencia del personal para comprender y asumir dichas responsabilidades, lo cual puede formalizarse mediante la firma de una descripción de puesto actualizada. En CALCESUR, esto aplica para departamentos como producción, mantenimiento, compras, logística y finanzas. Adicionalmente, para alinear las prácticas con el estándar, debe desarrollarse una matriz que integre las necesidades y expectativas de las partes interesadas (internas y externas), resaltando sus requisitos obligatorios. Estas demandas pueden documentarse en el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

Elementos para considerar en el rastreo de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

- Definición de requerimientos y expectativas alineadas con el contexto y la realidad organizacional.
- La organización debe medir el nivel de servicio proporcionado por sus activos, asegurando que éstos satisfagan consistentemente las expectativas y requerimientos de las partes interesadas.
- La visión de los stakeholders, las políticas de gestión de activos y la postura de la organización frente al riesgo deben ejercer una influencia significativa en las decisiones corporativas relativas a los activos.

- El lenguaje empleado en la comunicación con los stakeholders debe mantener coherencia interna con las demás áreas de la organización y ajustarse a los marcos legales aplicables.

Figura 10

Cargador frontal CAT 980L.



Fuente: Autor propia, en la empresa CALCESUR.

4.3.2. Organización de activos

Las organizaciones requieren establecer estrategias fundamentadas en la estructuración de sus activos, permitiendo así la delimitación clara de responsabilidades sobre los mismos y su alineación con los objetivos corporativos.

La clasificación de los activos puede realizarse desde múltiples perspectivas: individual, por tipología, por sistemas, por portafolio o según su nivel de criticidad. Todos estos criterios se establecen en función de los requerimientos específicos de la organización.

Resultado: La definición de agrupación de activos varía entre empresas. En el sector minero, la clasificación se basa principalmente en la caracterización funcional del activo, su categoría como equipo o componente, y especialmente

según su valor crítico para la operación. Sin embargo, estos parámetros no son excluyentes ni limitantes para la clasificación.

Tabla 11

Registro del activo

CALCESUR		MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL						Codigo: X-XX-00X	
		REGISTRO DE ACTIVOS						Versión 01	
								Mar-25	
								Página 1 de 1	
Área de materia primas			Área de producción			Fecha generación			
IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS									
NUM.	UBICACIÓN / ÁREA	CODIGO DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MARCA DEL ACTIVO FIJO	CATEGORIA	NÚMERO DE SERIE Y/O PLACA DEL ACTIVO	RESPONSABLES	TIPO DE ACTIVO	MEJORA
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

Portafolio de activos

El sistema de gestión requiere la clasificación de activos mediante un portafolio estructurado que considere parámetros como criticidad y riesgo. Este enfoque permite alinear los recursos y estrategias de mantenimiento con la optimización del capital invertido, priorizando acciones que favorezcan el retorno de la inversión. El portafolio debe cubrir integralmente todas las fases del ciclo de vida de los activos: adquisición, operación, mantenimiento y disposición final.

Resultado: En CALCESUR, el área de mantenimiento requiere establecer una metodología para identificar y clasificar los activos según su criticidad y riesgo, incorporándolos así al portafolio de activos mediante los siguientes grupos:

Conjunto de Activos Estratégicos para el Sistema de Gestión: No todos los equipos tienen el mismo impacto en las áreas de materias primas y producción, donde es un hecho que unos equipos son más relevantes que otros equipos, donde se destina mayores recursos a los equipos de mayor relevancia dejando un pequeño recurso para los equipos de menor relevancia, donde se detalla más a fondo en la tabla 1. Análisis de criticidad.

Como etapa final, se definirán los criterios de evaluación para cada activo, considerando diversos factores de ponderación que permitirán determinar el nivel de criticidad de cada equipo dentro de la organización.

Figura 11

Tabla de criticidad del activo.

FRECUENCIA	4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	CONSECUENCIA															

Fuente: Manual de implementación de la norma ISO 55001. Grado de criticidad

Figura 12

Definición de los valores de criticidad.

INTERVALO	JERARQUIZACIÓN
$V \leq 7$	NO-CRÍTICO
8 a 13	SEMI-CRÍTICO
$V \geq 14$	CRÍTICO

Fuente: Manual de implementación de la norma ISO 55001.

En la tabla 11, se presenta la matriz de criticidad de uno de los equipos, las demás matrices de criticidad.



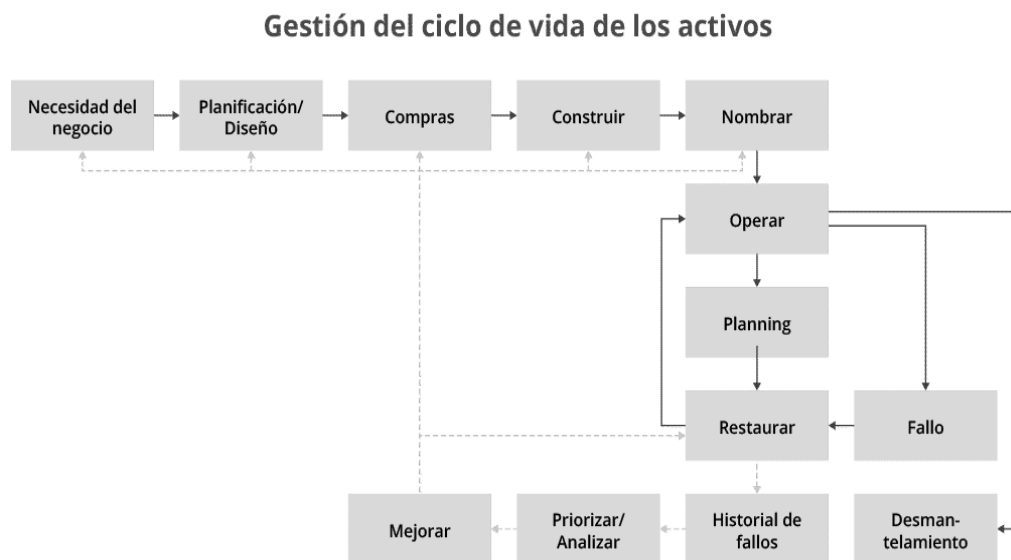
Dentro del Sistema de Gestión, la identificación de un Grupo de Activos de Alto Riesgo: tiene como objetivo principal establecer un programa de inspección basado en el riesgo. Este enfoque probabilístico, que combina la posibilidad de falla y la severidad de sus consecuencias, permite asignar prioridades y optimizar la asignación de recursos de mantenimiento. El resultado es una inversión racional que maximiza la seguridad y la confiabilidad operacional.

Vida útil económica del activo

La delimitación del ciclo de vida de los activos se fundamenta en el análisis de su periodo de valor útil, en concordancia con las exigencias de desempeño organizacional y la ponderación estratégica del activo dentro del framework de decisión empresarial.

Resultado: La duración del ciclo de vida de los activos en CALCESUR está sujeta a fluctuaciones influenciadas por dos factores principales: el patrón de uso operativo de los activos y las exigencias de desempeño derivadas de los objetivos estratégicos del negocio.

La administración de cada etapa del ciclo de vida del activo exige la identificación de los responsables asignados, junto con sus competencias, los objetivos del proceso, los procedimientos operativos y la documentación de soporte. Dicha rigurosidad prevalece en el fortalecimiento financiero estratégico e incentiva la adopción de decisiones pertinentes dentro del plan de gestión de activos.

Figura 13*Gestión de ciclo de vida útil del activo*

Fuente: Autores fundamento OPENBIM.

Definición de los límites del sistema de gestión de activos

Basándose en los análisis del contexto y de las partes interesadas, la organización procede a definir los límites y el alcance de su sistema de gestión de activos.

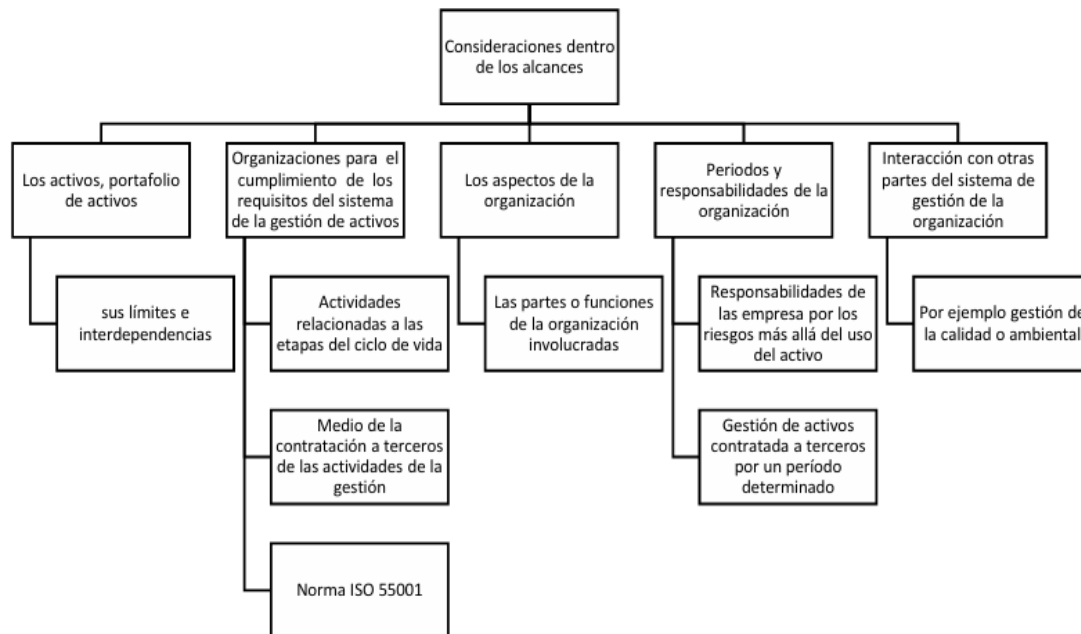
Resultado: Dado que el estudio se enfocará en el departamento de mantenimiento, resulta fundamental definir los objetivos de esta área y garantizar su perfecta alineación con las metas de la organización.

Tras identificar los activos relevantes para el sistema de gestión, se procede a conformar el portafolio de activos, organizándolos según su ubicación, categoría, criticidad y otros criterios.

La documentación de los límites y el ámbito de aplicación del sistema de gestión de activos debe quedar establecida en el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), incluyendo la obligación de ser comunicada a todas las partes interesadas pertinentes, ya sean internas o externas a la organización.

Figura 14

Consideración de los límites del alcance.



Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

Delimitación conceptual del marco de administración de activo

El marco organizacional del sistema de gestión de activos abarca el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del mismo. Este proceso se inicia con una evaluación detallada de la norma ISO 55001, cuyo resultado es la identificación de las áreas departamentales que necesitan optimizarse para el correcto funcionamiento del sistema

El sistema de gestión de activos debe operar de forma interdependiente con el resto de las funciones organizacionales, tales como los sistemas de calidad, contabilidad, gestión de riesgos y recursos humanos.

La base fundamental para implementar un sistema de gestión de activos consiste en definir una política que sirva como marco rector. Esta política proporciona dirección y claridad sobre los objetivos de la organización, sentando



las bases para el desarrollo de su Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

Resultado: La implementación del sistema de gestión de activos en el departamento de mantenimiento de CALCESUR inicia con la definición de su Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA). Este proceso fundamental consiste en documentar metódicamente cómo los objetivos departamentales se traducen en objetivos específicos de gestión de activos, alineados con las metas corporativas. Asimismo, el PEGA debe establecer directrices claras para el desarrollo de los planes de acción y definir el rol del sistema como facilitador para el cumplimiento de los objetivos. Estos aspectos constituyen la base crítica para el éxito de la implementación del sistema.

La unidad operativa debe formular planes de gestión que delineen las actividades, los recursos necesarios y los cronogramas de ejecución, con el propósito de que un activo o conjunto de activos dentro del portafolio cumpla con los objetivos establecidos por el sistema de gestión de activos de la organización.

Dirección estratégica y aseguramiento por la alta dirección

La alta dirección debe ejercer su liderazgo mediante la promoción del cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 55001 en la organización. Esta responsabilidad puede ser asumida directamente o delegada en un individuo competente, quien se encargará de la revisión del desarrollo, implementación, operación y mejora continua del sistema de gestión de activos. Es fundamental que la propiedad y la rendición de cuentas de este sistema se mantengan en el nivel más alto de la organización.

Resultado: Los líderes del departamento de mantenimiento y los encargados de supervisar el proceso de gestión de activos en CALCESUR tienen



la obligación de incorporar formalmente a sus responsabilidades una serie de compromisos inherentes a la dirección del sistema. Estas consideraciones se especifican a continuación.

Definición de la política de administración de los activos

La política de Gestión de Activos establece los principios fundamentales bajo los cuales la organización operará para alcanzar sus objetivos estratégicos mediante la administración de sus activos. Corresponde a la alta gerencia oficializar esta política y demostrar su compromiso inquebrantable con el sistema de gestión.

Resultado: La política debe definir explícitamente los compromisos y expectativas del departamento de mantenimiento respecto a las decisiones, actividades y conductas asociadas a la gestión de activos. Esta deberá demostrar coherencia y respaldo con los objetivos organizacionales. Como ilustración, un objetivo corporativo de reducir la inversión de capital podría traducirse en un enunciado político que priorice enfoques basados en riesgo para las inversiones capitales.

Se recomienda que la organización desarrolle una política de gestión de activos tomando como base los resultados que se detallan a continuación.

- Alineación entre el plan estratégico de gestión de activo (PEGA) y el marco normativo organizacional.
- Alineamiento estratégico: Garantizar la compatibilidad entre la estructura organizacional, la naturaleza y escala del portafolio de activos, y la escala y complejidad de las operaciones del negocio.

- Compromiso organizacional: Garantizar el cumplimiento de todos los requisitos aplicables (legales, regulatorios y normativos) e implementar la mejora continua dentro del Sistema de Gestión de Activos (SGA).
- Definición de objetivos estratégicos para la gestión de activos.
- Para el personal directivo interno, empleados de la organización, social comercial en la cadena de valor, proveedores y grupo de interés.

Sin embargo, la política debe regirse por el cumplimiento del marco normativo vigente, la disponibilidad de recursos, la integración de los procesos organizacionales y los principios para la toma de decisiones, entre otros aspectos.

Figura 15

Marco normativo para la gestión de activos.



Fuente: Software normativo de gestión de activos.

Es crucial destacar que las políticas de gestión de activos no constituyen un documento aislado, sino que pueden integrarse dentro del marco de otras



políticas corporativas, documentos estratégicos de la organización o incluso formar parte del Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA). El aspecto fundamental de estas políticas radica en su efectiva comunicación al interior de la organización y su actualización periódica, acorde con la evolución de los contextos organizacionales.

Distribución de competencia, funciones y niveles de autoridad en la organización

Durante la implementación del sistema de gestión de activos, resulta fundamental definir las responsabilidades y facultades de las funciones críticas, contemplando tanto los roles internos como aquellos externalizados a proveedores especializados.

Resultado Cada función asignada en el departamento de mantenimiento debe contar con una identificación precisa de sus actividades responsables. Esto puede lograrse mediante descripciones de cargo detalladas que incorporen explícitamente las responsabilidades de gestión de activos a las ya establecidas en las posiciones existentes.

Gestión de riesgo y oportunidades dentro del sistema de administración de activos

La planificación del sistema de gestión de activos implica la definición de acciones estratégicas para abordar riesgos, interpretando estos como oportunidades de mejora. Para ello, es esencial analizar las causas, efectos y probabilidades de ocurrencia de eventos adversos, con el fin de gestionarlos dentro de niveles aceptables y generar indicadores audibles para su monitorización. De esta forma, el sistema garantiza el cumplimiento de objetivos



organizacionales, mitiga efectos no deseados, identifica oportunidades e impulsa la mejora continua.

Resultado: La organización necesita definir parámetros de evaluación de riesgos que sustenten las decisiones del sistema de gestión de activos, utilizando para ello una matriz de riesgos como herramienta metodológica.

Para la gestión de SSO en el departamento de mantenimiento de equipo móvil, se implementó una matriz de riesgos que contempla factores físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, de seguridad y ambientales, como se presenta seguidamente:

La orientación de la gestión de riesgos del sistema de gestión de activos debe alinearse con el enfoque organizacional de gestión de riesgos, estableció una conexión estratégica.

Tabla 12

Matriz de riesgo actual del departamento.

		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO, VALORACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES			SG-FOR-SS1-001 Versión 04 Marzo 2025 Pagina 1 de 1	
SEDE:	EMPRESA CALCESUR					
DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL					
ÁREA:	MANTENIMIENTO CAMIONES DE MATERIA PRIMA Y PRODUCCIONES Y EQUIPOS AUXILIARES, CARGADORES, MONTACARGA Y EQUIPO LIVIANO					
ACTIVIDADES DEL SUBPROCESO Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	MANTENIMIENTO: Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento en Campo			Taller Principal Cargadores /Tractores / Livianos Taller Área de operaciones de la empresa		
ACTIVIDAD CUBIERTA POR EL PANORAMA:	OCUPACIÓN USUAL	TURNO	TOTAL	Operaciones de la empresa		
PERSONAS CUBIERTAS POR EL PANORAMA (numero por turno, numero total y nombre de los cargos)	Trabajadores			Mecánicos 1, 2 y 3		
	Supervisores (como visitantes)			Supervisores Mayores, Senior y de Línea		
	Contratistas casuales			Realista, MITM, MASA, TECHOFLESD, MONTE, MBI, ICC, ABE		
	Visitantes casuales			Supervisor de Seguridad Industrial, Higiene Industrial, S&S, GAF, Isakhan		
TOTAL TRABAJADORES						
Fecha de la última revisión:	Mar-25			Revisado por:		

Calentamiento (C)	1	2	3	4	5	11
Maneja (M)	3	5	6	8	12	16
Perturbación (P)	4	5	13	17	20	
Temperatura (T)	10	14	18	21	25	
Movimiento (M)	15	19	22	24	25	
Exceso (E)						
No accident (N)						
Reducción (R)						
Seguro que accede (S)						
Reducción (R)						

Alto de Peligro	Descripción	Plan de Mitigación
Alto	Alto de Peligro: Peligro crítico, requiere acción inmediata. Si se requiere control a corto plazo, se debe implementar un plan de contingencia y se debe evaluar el riesgo de forma regular.	Se debe implementar un plan de contingencia y se debe evaluar el riesgo de forma regular.
Medio	Medio de Peligro: Peligro moderado, requiere acción a corto plazo. Si se requiere control a corto plazo, se debe implementar un plan de contingencia y se debe evaluar el riesgo de forma regular.	Se debe implementar un plan de contingencia y se debe evaluar el riesgo de forma regular.
Bajo	Bajo de Peligro: Peligro bajo, requiere acción a largo plazo. Si se requiere control a largo plazo, se debe implementar un plan de contingencia y se debe evaluar el riesgo de forma regular.	Se debe implementar un plan de contingencia y se debe evaluar el riesgo de forma regular.

Peligro	Efectos probables	C	P	R	Evaluación del Riesgo antes de controles	Valorización de Riesgo Antes de Controles	Controles Operacionales Existentes					Cd	Pd	Rd	Evaluación del Riesgo Después de los Controles	Valoración del Riesgo Después de los Controles
							Administrativos									
							Ingeniería	Gestión de Administrativos	Formación y TC	Procedimiento	Programas y EPP					
FISICO Ruido																
FISICO Vibración																
FISICO Iluminación																
FISICO Radiación no ionizante																
FISICO Temperatura																
QUIMICO Material particulado																
QUIMICO Gases, vapor y líquidos																
QUIMICO Humos metálicos																
QUIMICO Productos de combustión de los motores																
BIOLOGICO Flora y fauna																
ERGONOMICOS Carga estática																
ERGONOMICOS Carga dinámica																
PSICOSOCIAL Contenido de la tarea organización del tiempo de trabajo																
DE SEGURIDAD Mecánica																
DE SEGURIDAD Electricas																
DE SEGURIDAD Locativo																
DE SEGURIDAD Incendio y explosiones																
DE SEGURIDAD Tránsito																
DE SEGURIDAD Espacios confinados																
DE SEGURIDAD Trajes en altura																
DE SEGURIDAD Inaje de cargas																
DE SEGURIDAD Publico																
AMBIENTAL Natural																

Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

Tabla 13

Matriz de análisis de riesgos.

	MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL							Codigo: X-XX-00X		
	MATRIZ DE RIESGO							Supervisor :		
								Mar-25		
Área de materia primas			Área de producción			Fecha generación				
IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS										
NUM.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	UBICACIÓN	POSIBILIDAD	CAUSA RAÍZ	ACTITUD FRENTE AL RIESGO	MEDIDAS PALLATIVAS	RECURSOS ADECUADOS PARA AFRONTAR EL RIESGO	CRITICIDAD	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DEL RIESGO	RIESGO REMANENTE ESPERADO
1										
2										
3										
4										
5										

Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

El análisis de la gestión de riesgos permite a la organización evaluar la eficiencia en la mitigación de contingencias, generando así iniciativas de mejora continua para optimizar el plan de gestión de riesgos dentro del sistema de activos.

Propósitos del sistema de gestión de activos (SGA)

La formulación de los objetivos de gestión de activos debe considerar los requerimientos organizacionales, los cuales pueden derivarse del sistema de gestión de activos, el portafolio de activos, sistemas específicos o activos individuales, tomando en cuenta las variaciones en el cumplimiento de expectativas de las partes interesadas. Adicionalmente, se debe incorporar información proveniente de fuentes internas y externas a la organización.



Resultado: La definición de objetivos para el sistema de gestión de activos requiere adherencia a la metodología SMART, integrando mediciones objetivas (ej. MTBF) y subjetivas (ej. encuestas de satisfacción).

Corresponde al departamento de mantenimiento establecer procesos de seguimiento, medición, análisis y evaluación que sustenten la administración y las decisiones sobre mejoras, asegurando así la plena coherencia entre los objetivos de gestión de activos y las metas corporativas, conforme a los siguientes elementos:

- Aseguramiento de los requisitos funcionales definidos.
- Cumplimiento del nivel de servicio contractualmente acordado.
- Conformidad con las disposiciones reglamentarias y especificaciones técnicas en materia de seguridad operacional, confiabilidad, salud ocupacional y protección ambiental.
- Mantenimiento y logro de los estándares establecidos de rendimiento operacional, económico y estructural.
- Establecimiento de un fundamento que facilite la actualización de parámetros operacionales basados en datos empíricos y experiencia adquirida.

Diseño estratégico para el cumplimiento de las metas de gestión de activos

La organización debe implementar un plan de gestión de activos que proyecte las actividades y recursos necesarios para alcanzar simultáneamente los objetivos del asset management y las metas organizacionales. Dicho plan documenta integralmente el modelo de procesos de los activos y sus expectativas de desempeño.



Resultado: El plan de gestión de activos del área de mantenimiento de equipos móvil deberá articularse coherentemente con:

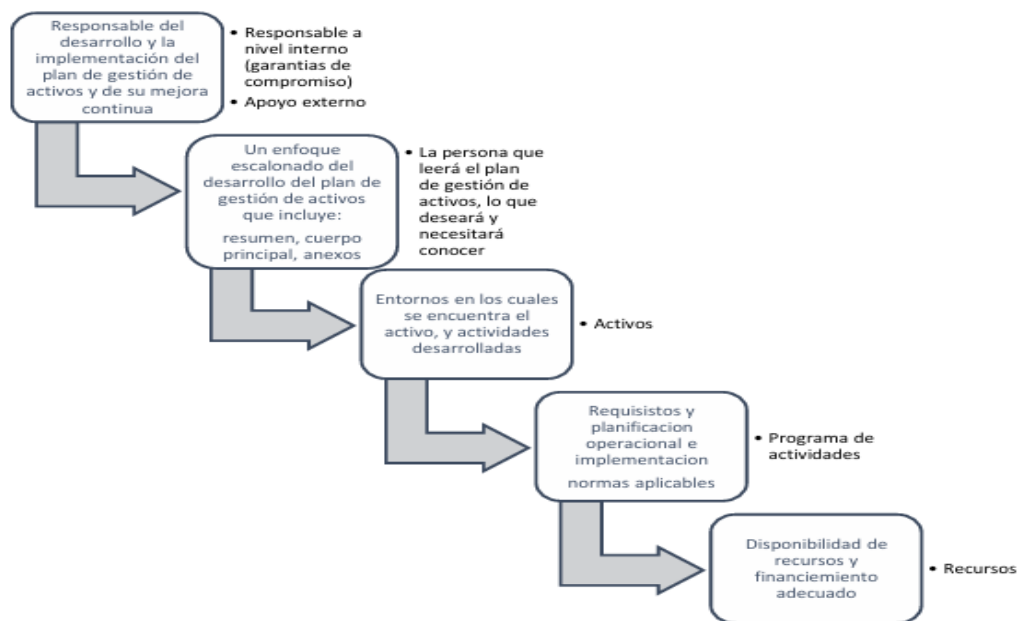
- Los ciclos temporales de planificación del departamento de mantenimiento.
- Los departamentos operativos del departamento.
- El periodo de vigencia de responsabilidad.
- La vida de los activos bajo su responsabilidad.

Previamente se hizo referencia al marco establecido por los Objetivos Organizacionales, los cuales orientan las actividades de la organización, incluyendo aquellas relacionadas con la Gestión de Activos. Estos objetivos se derivan típicamente del proceso de planificación estratégica y se formalizan en el plan estratégico institucional. La Política de Gestión de Activos, mediante sus principios rectores, establece el alcance de dichos objetivos, enfoque que debe documentarse en el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA). Este instrumento debe emplearse para orientar la definición de los Objetivos Organizacionales y especificar el rol del Sistema de Gestión de Activos en su consecución. El PEGA permite direccionar el desarrollo de los Planes de Gestión de Activos, estableciendo las acciones requeridas. Cabe destacar que el horizonte temporal del PEGA puede extenderse más allá del ciclo de planificación del negocio, lo que implica que el Sistema de Gestión debe contemplar el ciclo de vida completo de los activos. Los Planes de Gestión de Activos deben definir las actividades a ejecutar sobre los activos, incorporando objetivos específicos y medibles. Durante la planificación del Sistema de Gestión de Activos, la organización debe considerar su contexto operativo, las expectativas de las partes interesadas, así como identificar los Riesgos y

Oportunidades necesarios para alcanzar los resultados esperados y mitigar efectos adversos, considerando que estos factores pueden evolucionar temporalmente.

Figura 16

Consideraciones en el desarrollo de plan de la administración de activos.



Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

Recursos: La correcta determinación de los recursos necesarios para la implementación del sistema de gestión de activos resulta fundamental para garantizar la financiación de las actividades correspondientes. Este proceso implica priorizar las iniciativas clave y asignar los presupuestos adecuados en los momentos oportunos y en las proporciones precisas.

El capital humano constituye un elemento crucial en las organizaciones, particularmente en lo concerniente a garantizar la congruencia entre roles y niveles organizativos. Esto implica definir las competencias requeridas para



todas las funciones y responsabilidades de la gestión de activos, así como asegurar el nivel necesario de concienciación, conocimiento, comprensión, habilidades y experiencia para su efectivo cumplimiento.

Existen brechas significativas entre las competencias actuales y las requeridas por el sistema de gestión de activos, las cuales resultan esenciales para un diagnóstico de desarrollo de capacidades y la elaboración de planes de capacitación. El análisis comprende los siguientes aspectos relevantes:

- Análisis de competencias para los roles, obligaciones y mecanismos de rendición de cuentas que asumirán las partes interesadas.
- Armonización con los objetivos estratégicos de la organización, su política de gestión de activos, las metas de asset management, el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) y los planes operativos de gestión de activos.
- Diseño de programas de desarrollo profesional que identifiquen las necesidades de capacitación, formación académica, desarrollo de habilidades y otros apoyos requeridos para alcanzar las competencias objetivo.
- Implementación de programas de capacitación y acompañamiento especializado, contemplando la selección de metodologías y recursos pedagógicos apropiados.
- Facilitación del intercambio de conocimientos y trabajo colaborativo; implementación de estrategias de sucesión y administración del conocimiento; reclutamiento o contratación de personal competente.
- Creación de equipos especializados; documentación y seguimiento de programas de capacitación.



- Valoración de la eficacia formativa en contraste con las necesidades y requisitos de capacitación establecidos.

En ciertos escenarios, las organizaciones cuentan con gestores de activos capacitados que operan de forma desvinculada de la planificación estratégica y la función presupuestaria, situación que puede comprometer la planificación a largo plazo y la toma de decisiones de inversión. Para mitigar este riesgo, se debe implementar

- Implementar mecanismos adecuados y eficientes para gestionar las competencias del personal que realiza trabajos de gestión de activos, los cuales impactan directamente en el desempeño de los activos y la efectividad del sistema de gestión.
- Integrar todos los procesos con el sistema de gestión de recursos humanos y los mecanismos de desarrollo de competencias del personal.
- Implementar mecanismos sistemáticos para la revisión y actualización periódica de los programas de desarrollo de competencias en gestión de activos y sus correspondientes planes de capacitación.

Resultado: Para la delimitación de roles en el departamento de mantenimiento, se implementarán mecanismos estructurados de documentación de las funciones del personal asignado, mediante los cuales se evaluarán las competencias requeridas para la configuración del organigrama estructural del sistema de gestión de activos.

El departamento de mantenimiento de equipo móvil se organiza en diversos grupos de trabajo especializados para cada sección de mantenimiento, incluyendo áreas como reconstrucción de motores, sistemas de transmisión,

sistemas hidráulicos, entre otros segmentos que conforman la arquitectura funcional del departamento.

Sensibilización de normas procedimientos

Todo el personal de la organización, contratistas, proveedores internos/externos y prestadores de servicios deben internalizar los protocolos, directrices y procedimientos del sistema de gestión de activos.

Resultado: El departamento de mantenimiento, con el objetivo de fomentar la apropiación del conocimiento del proceso de gestión de activos a implementar, deberá desarrollar iniciativas que faciliten la difusión y vinculación informativa de estos procesos mediante espacios de divulgación que incorporen las siguientes consideraciones:

Figura 17

Crear conciencia en la toma de conciencia sobre la importancia de gestión de activos.



Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.



Cuando los niveles de concienciación no alcancen los estándares establecidos, deberán implementarse acciones correctivas para elevar el grado de internalización de los requisitos del sistema.

- Recopilación de retroalimentación del personal respecto al establecimiento, operación, optimización y modificaciones del sistema de gestión de activos.
- Iniciativas divulgativas sobre gestión de activos integradas en el esquema de comunicaciones corporativas de la organización.
- Comunicaciones oficiales derivadas de las reuniones entre el personal operativo y la alta dirección.
- Módulos informativos especializados en gestión de activos diseñados para la alta dirección, clientes estratégicos y socios distribuidores clave.

Comunicación

La comunicación regular de las operaciones de gestión es esencial para las partes interesadas y forma parte integral del framework de gestión de activos.

Un plan de comunicación efectivo debe articular sus propósitos hacia:

- Fomentar la internalización de los requisitos y expectativas de sistema de gestión de activos.
- Fomentar la comprensión integral de los procesos de implementación del sistema de gestión de activos.
- Fomentar el compromiso con las partes interesadas mediante la adopción de transparencia y el sistema de gestión de activos, generando responsabilidad para el cumplimiento efectivo.

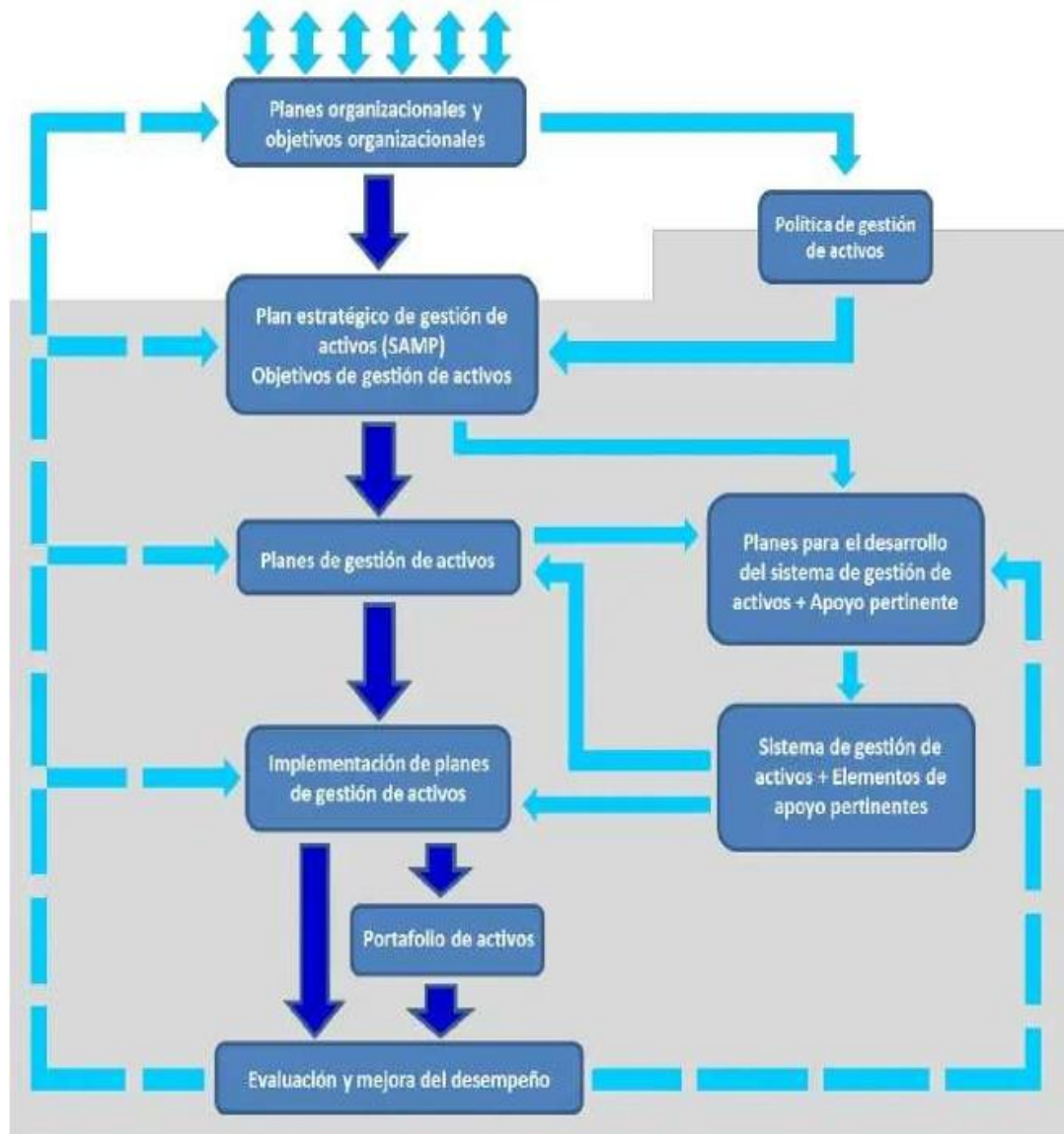


- Gestionar relaciones con stakeholders clave, asegurar flujos comunicacionales efectivos y generar influencia positiva en actores relevantes para el éxito del sistema de gestión de activos y sus metas establecidas.

Resultado: En el departamento de mantenimiento de equipo móvil, las comunicaciones se rigen por los protocolos institucionales establecidos, ya sea mediante revistas corporativas, tableros informativos o canales digitales como correo electrónico. Adicionalmente, el departamento debe generar, documentar y publicar el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), el Plan Operativo de Gestión de Activos y los informes técnico-financieros con sus respectivos responsables, con el objetivo de fomentar el conocimiento y compromiso del personal involucrado en la implementación del Sistema de Gestión de Activos (SGA).

Figura 18

planes de la organización y objetivo organizacionales.



Fuente: Autores norma internacional del ISO 55000.

Información de los registros

Resulta fundamental que las organizaciones establezcan los requisitos de información inherente a su activo, a los procesos de su gestión y al sistema de gestión mismo.



Resultado: Para una gestión efectiva, el departamento de equipo móvil debe establecer los requisitos de información de los activos, garantizando una visión integral que incorpore los datos las tareas las organizacionales.

Una vez definidos los requisitos, es crucial que la información documentada sea precisa y se elabore en colaboración con las partes interesadas. Esto facilita una mejor toma de decisiones en la gestión de activos y asegura que se establezcan las competencias necesarias para interpretar y comunicar la información de manera efectiva en todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta las áreas operativas. Adicionalmente, es fundamental estandarizar la terminología financiera de los activos para optimizar el flujo de datos, integrar fuentes de información y garantizar que los sistemas tecnológicos de planificación y operación se alineen con las capacidades organizacionales.

Durante la documentación y actualización de la información, la organización aplicará controles que garanticen su precisión, para así respaldar efectivamente la gestión de activos con datos exactos y al día.

Tabla 14

Matriz del valor total de inventario de activos.

		MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL										Codigo: X-XX-00X	
		VALOR TOTAL DEL INVENTARIO DE ACTIVOS										Versión 01	
												Mar-25	
												Página 1 de 1	
Área de materia primas				Área de producción				Fecha generación					
IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS													
NUM.	NOMBRE DEL ACTIVO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACTIVO	DEPARTAMENTO	FECHA DEL ÚLTIMO PEDIDO	PRECIO DE COMPRA POR ARTÍCULO	FECHA DE CADUCIDAD DE LA GARANTÍA	CONDICIÓN	CANTIDAD	VALOR DE ACTIVO	VALOR TOTAL	MODELO	N.º DE PROVEEDOR
1													
2													
3													
4													
5													

Fuente: Autores norma internacional del ISO 55000.

Gestión de las operaciones y administración de operaciones

Para respaldar el plan de gestión de activos, las organizaciones deben establecer procesos de planificación y control operacional. Esto implica designar responsables para cada tarea y definir los métodos para gestionar y controlar los riesgos durante la ejecución.

La implementación es un proceso interactivo que busca equilibrar costos, riesgos y desempeño. Su objetivo es gestionar las brechas entre lo planificado y lo alcanzado, considerando siempre las limitaciones de la organización.

Resultado: Corresponde al departamento de mantenimiento establecer de manera documentada: las acciones de mantenimiento, las directrices para la planificación y control de los programas, la asignación de responsables y recursos, así como los criterios de evaluación del desempeño.

Tabla 15

Requisitos para la planeación estratégica de administración de activos.

Carencia	Solución
La condición, desempeña, utilización y falta de disponibilidad.	Su capacidad de transformación continúa basada en los requerimientos del mercado.
Objetivos organizacionales y el plan estratégico organizacional.	Tienen la capacidad para atender la demanda prevista.
Restricción de el recurso de el corporativo.	Disponibilidad de financiamiento, destrezas claves, plantas y equipos.
Eficacia y capacidad operacional de la cadena de suministro.	Mecanismos de cuantificación de las cargas de trabajo para conservación, mejoramiento y reposición de activos largo plazo.
Accesibilidad	Programación de paradas controladas para ejecución de trabajo.
Inventario en activos y optimización del portafolio existente.	Para satisfacer el incremento de la demanda.
Modernización de la tecnología.	Potencia el rendimiento de los activos.

Fuente: Autores norma internacional del ISO 55000.

Gestión de la transformación organizativa

Uno de los impactos más significativos en la gestión de activos se relaciona directamente con los cambios internos y externos de la organización, los cuales pueden afectar el alcance de los objetivos establecidos. Por ello, las empresas deben evaluar metódicamente estos cambios, analizar sus potenciales consecuencias e implementar medidas de mitigación previas a la ejecución del sistema de gestión.

Resultado: En los procesos productivos de la minería a cielo abierto es frecuente enfrentar variaciones en la naturaleza operativa del negocio. Ante esto, el departamento de mantenimiento debe prepararse mediante el estudio planificado de los escenarios presentes en la industria, identificando nuevas

estrategias de mantenimiento alineadas con los pilares que se detallan a continuación.

Tras evaluar las modificaciones, el departamento debe poseer la capacidad de tomar decisiones fundamentadas en evidencia sobre los cambios propuestos y en la preparación del equipo para enfrentar contingencias operativas.

Figura 19

Desarrollo de la administración del recurso.



Fuente: Autores gestión de físicos activo en la norma 55000 para automotriz.

Contratos de servicios externos

Un conjunto de actividades de gestión de activos es ejecutado por proveedores internos o externos, comprendidas dentro de los procesos de externalización. Sus modelos contractuales deben documentarse y formalizarse dentro del sistema de gestión de activos cuando impacten en el cumplimiento de los objetivos establecidos.

La formalización de los acuerdos de contratación deberá realizarse mediante instrumentos contractuales, acuerdos de nivel de servicio (SLA) u otros mecanismos documentales equivalentes, aplicables a actividades tales como:



- El marco de gobierno para las actividades externalizadas, que comprende la definición de responsabilidades y autoridades organizacionales para la gestión de procesos y servicios tercerizados de gestión de activos.
- Las actividades subcontratadas a terceros, con la especificación de su cobertura y restricciones, su integración con la estructura organizacional, así como los protocolos de supervisión, aseguramiento de la calidad, planificación temporal, condiciones para consultas, aspectos financieros, evaluación del desempeño y planes de optimización.
- Los mecanismos establecidos para el flujo recíproco de información, conocimiento, recursos humanos, metodologías y tecnología al inicio del plazo convenido.
- Los mecanismos de supervisión y control del desempeño de los proveedores designados para la prestación del servicio.
- Los mecanismos establecidos para el intercambio bidireccional de conocimientos, información y datos entre la empresa y sus proveedores de servicios.
- El procedimiento para la reintegración de la gestión de activos por parte de los proveedores de servicio, especificando las condiciones en que deben entregarse los activos y la documentación asociada.

Resultado: Resulta fundamental que el departamento de mantenimiento de equipo móvil supervise integralmente los procesos de externalización, evaluando el desempeño de los servicios contratados frente a las actividades



planificadas en el sistema de gestión de activos y los análisis de riesgos asociados.

Análisis del rendimiento integral del portafolio de activos y de la eficiencia de los procesos de gestión de activos

Para garantizar la eficacia organizacional, se implementa un monitoreo constante de los activos y de las prácticas de gestión patrimonial, asegurando su alineación y adaptación continua con los objetivos, políticas y estrategias definidas por el sistema de gestión de activos.

Resultado: El análisis del desempeño del patrimonio del departamento de mantenimiento se llevará a cabo mediante evaluaciones periódicas, ejecutadas por auditores internos o externos, de acuerdo con la frecuencia establecida por la normativa interna de la organización y la legislación aplicable.

Es imperativa la coherencia terminológica en los informes financieros y extra financieros dentro de la evaluación de activos. Debido a la criticalidad de los costos como variable de desempeño, se hace necesario establecer sistemas de clasificación y esquemas jerárquicos para los activos, sistemas y portafolios, con el objetivo de estandarizar y estructurar los procesos de gestión del ciclo de vida.

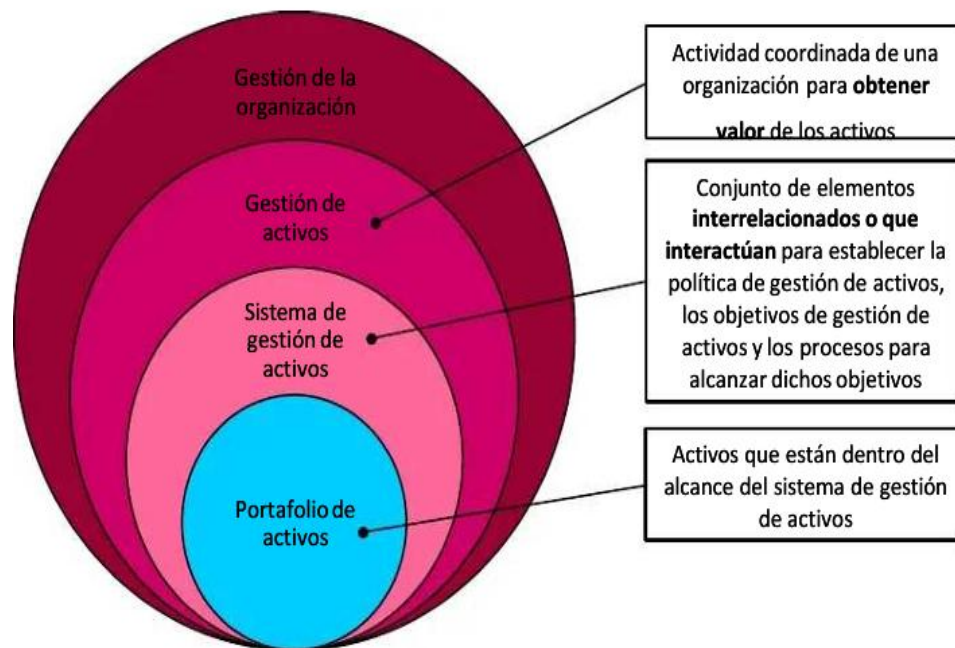
Tabla 16

Matriz de seguimiento de activos fijos y cronograma de actividades.

		MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL										Codigo: X-XX-00X	
		SEGUIMIENTO DE ACTIVOS FIJOS Y CRONOGRAMA DE AMORTIZACIÓN										Versión 01	
												Mar-25	
												Página 1 de 1	
Área de materia primas				Área de producción				Fecha generación					
IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS													
NUM.	N.º DE ACTIVO O DE SERIE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	ASIGNADA A	PROVEEDOR	FECHA DE COMPRA	VIDA ESPERADA EN AÑOS	FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ACTIVO	MESES PARA REEMPLAZO	ALERTA DE FIN DE 3 MESES	PRECIO DE COMPRA	VALOR ESPERADO AL FINAL DE LA VIDA	
1													
2													
3													
4													
5													

Fuente: El trabajo fue tomada en la norma internacional del ISO 55000.

La proyección de evaluación de activos considerará dinámicas de cambio y riesgos financieros/operativos, incluyendo a los stakeholders clave. Esto facilitará determinar la importancia crítica de los componentes y diferenciar entre su vida económica (rentabilidad) y vida técnica (funcionalidad).

Figura 20*Relación de términos claves.*

Fuente: Autores norma internacional del ISO 55000.

Evaluación de la auditoría interna

Las organizaciones deben ejecutar auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento de los objetivos y planes establecidos, así como para detectar oportunidades de mejora dentro del sistema de gestión de activos, con especial atención en los activos críticos.

Resultado: Los procesos de auditoría interna se fundamentarán en la valoración de actividades del departamento de mantenimiento, análisis de riesgos, hallazgos de auditorías previas y otros elementos relevantes, manteniendo en los procesos características esenciales como:

- El alcance de las auditorías puede abarcar la totalidad del sistema de gestión de activos o implementarse mediante programas parciales que evalúen todas las unidades, funciones, actividades,



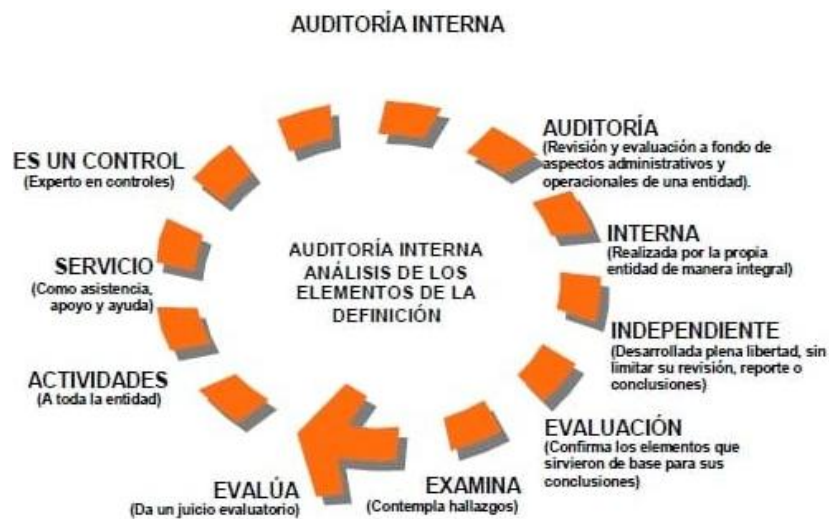
alcances y componentes del sistema en el departamento, dentro de los períodos establecidos.

- Los hallazgos de las auditorías del SGA resultan fundamentales para corregir y prevenir no conformidades, constituyen un valioso aporte para la mejora continua y sirven como base informativa para la revisión de la gestión.
- Las auditorías deben ser ejecutadas por personal interno o externo que demuestre competencia técnica para la función y garantice imparcialidad y objetividad durante su realización.
- Las auditorías deben centrarse en evaluar el desempeño de los procesos del Sistema de Gestión de Activos (SGA), con el propósito de fomentar el aprendizaje organizacional y promover la mejora continua del sistema.

Resulta fundamental impulsar en el departamento mecanismos de autoevaluación que permitan detectar oportunidades de mejora continua, particularmente cuando estos procesos incorporan la participación del personal en la valoración de la viabilidad y pertinencia de las políticas, objetivos y planes de la gestión de activos.

Figura 21

Procesos internos de la auditoría.



Fuente: Tomada en auditoría modernas.

Visto bueno de la alta dirección

Corresponde a la alta dirección la revisión:

- Los activos.
- Marco de gestión de activos.
- Ciclo de vida de gestión de activos.
- Verificación del cumplimiento y eficacia de políticas y objetivos.
- Auditoría de políticas y objetivos de desempeño del sistema de gestión de activos.

Resultado: La alta dirección del departamento de mantenimiento está obligada a validar y respaldar los procesos del Sistema de Gestión de Activos de su ámbito. Como parte de sus funciones de gobierno, debe conducir una evaluación crítica de los outputs del sistema, incluidos los informes de desempeño y los resultados de auditorías, para asegurar la mejora continua.

Tras analizar las entradas, la dirección debe producir resultados que incluyan decisiones y acciones para mejorar el Sistema de Gestión de Activos.



Estas deben abordar cambios en el alcance, la política y los objetivos; criterios para la toma de decisiones; la actualización de los requisitos de desempeño; la asignación de recursos financieros, humanos y físicos; y el ajuste de las métricas de eficacia.

Las actividades tercerizadas deben incluirse en el ámbito de las revisiones por la alta dirección. Los resultados de dicho análisis deberán ser comunicados formalmente al personal designado, a los proveedores de servicios externos y a otras partes interesadas. Es imperativo documentar toda la información pertinente de las revisiones y garantizar una comunicación completa y transparente con todas las partes, ya sean internas o externas.

Hallazgos de no conformidad y medidas correctivas

La existencia de no conformidades en los activos, su gestión o el sistema mismo es inherente a cualquier organización. Por ello, es fundamental implementar procesos definidos para controlarlas y mitigar su impacto en el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Resultado: El departamento de mantenimiento debe gestionar las acciones correctivas como procesos estructurados que incluyan: identificación de la causa raíz de las no conformidades, evaluación de sus consecuencias e implementación de medidas preventivas para evitar su recurrencia.

Criterio para la implementación de acciones correctiva:

- Planificación e implementación de acciones correctivas inmediatas y permanentes.
- Para un enfoque de análisis del impacto de los resultados de la evaluación de riesgos.



- Documentación y seguimiento de protocolos de modificación de proceso, instaurados como resultado de correcciones correctivas o de mitigación de riesgos identificados.

La implementación de acciones correctivas estará sujeta a un análisis previo de riesgos, el control del ciclo de vida de los activos y una evaluación de riesgos previa. Asimismo, el departamento verificará el cierre y la efectividad de las acciones, documentando integralmente cada etapa.

Tabla 17

Matriz de formato de conformidad y acción correcta.

		MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL			Codigo: X-XX-00X
		FORMATO DE CONFORMIDAD Y ACCIÓN CORRECTIVA			Versión 01
					Mar-25
					Página 1 de 1
HALLASGO:	OBSERVACIÓN	NO CONFORMIDAD (NC)	OPORTUNIDAD DE MEJORA (OM)	FECHA DE GENERACIÓN:	
		IDENTIFICADOR:			
NOMBRE DE PROCESO:					
RESPONSABLE DEL PROCESO:					
FUENTE					
Revisión por la Dirección		Auditorías Internas		Auditorías Externas	Revisión del Resultado de los Objetivos
Resultados de Analisis de la Satisfacción del Cliente		Salidas no Conformes		Resultados de la Evaluación de Proveedores Externos	Requisitos Legales y Otros
Resultados del Analisis de la Satisfacción del Cliente		Indicadores de Gestión de los Procesos		Accidentes e Incidentes Peligros de SST y Medio Ambiente	Quejas y Reclamos de Clientes
DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN OPORTUNIDAD DE MEJORA:					
Norma y Requisito:					
Auditor					
FECHA					
Identificación de Posibles Causas: ¿Qué Falló en el Sistema Para Permitir que Occurre Esta NC-OBS?					
Corrección Inmediata (Cuando Aplique)					
Responsable:					
Fecha					
Acciones correctiva ¿ Que se Hizo para Resolver este Problema y Prevenir la Ocurrencia?					

Fuente: Autores norma internacional del ISO 55000.

Medidas preventivas

Las acciones preventivas son intervenciones proactivas orientadas a la eliminación de las causas de posibles fallos, con el fin de evitar su ocurrencia.

Resultado: El departamento de mantenimiento debe establecer e implementar protocolos para la activación de acciones preventivas y predictivas. Este proceso requiere la consideración de criterios específicos que garanticen su eficacia.

Figura 22

Pautas para la mejora continua.



Fuente: Tomada en ciencia de la lubricación.

Creación y inversión de activos: Una vez identificar la necesidad de incrementar la cartera de activos, y en consonancia con las estrategias de gestión establecidas, la organización deberá seleccionar un método de adquisición.

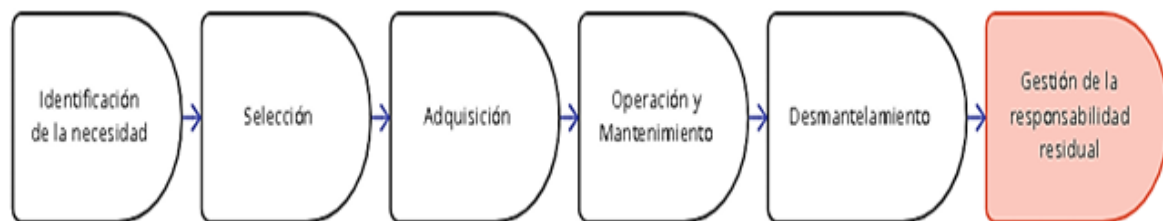
Los activos pueden ser obtenidos de terceros mediante diversos mecanismos de adquisición, que incluyen desde la contratación de servicios de gestión por un período determinado hasta la adquisición de titularidad plena.

La creación y compras de activos abarca todo el proceso, desde su desarrollo e instalación hasta ponerlo en funcionamiento. Esto también incluye controlar sus costos, establecer acuerdos para su operación y gestionar la aprobación del presupuesto.

Un programa de trabajo está compuesto por múltiples proyectos. La gestión de cada proyecto sigue un ciclo compuesto por las siguientes fases:

Figura 23

Procesos de la selección de activos.



Fuente: Autores administración de físicos activo en la norma 55000 para automotriz.

- **Etapa de conceptos:** se crea un equipo de trabajo con un patrocinador y miembros que puedan aportar una visión que aborde todas las etapas futuras del activo, desde su creación hasta su desuso.
- **Etapa de delimitación:** aquí se estudian varias opciones y se selecciona la más adecuada para el proyecto, asegurando que cumpla con todos los requisitos dentro de los límites de tiempo, costo y calidad.
- **Etapa de ejecución:** en esta etapa se consigue e instala la solución, asegurando que cumpla con los plazos, el presupuesto y los estándares de calidad establecidos.



- **Etapas de cierre y desconexión:** el encargado del mantenimiento entrega el activo a quien lo usará. Paralelamente, la empresa confirma si el proyecto cumplió con los objetivos y beneficios planteados inicialmente.

Evaluación técnica económica para la sustitución de un activo

tangible: La necesidad para llevar la sustitución de un equipo son los siguientes estableciendo la norma ISO 55000.

- **Desempeño disminuido:** el deterioro de los equipos físicos, el bajo desempeño a una altura de eficiencia y productividad.
- **Cambios normativos:** el equipo ya no satisface los requisitos legales actualizados, ya sea por políticas de la empresa o por cambios en la legislación.
- **Gastos capitales:** mantener los equipos en funcionamiento donde necesita una inversión grande, por lo que debemos evaluar si es más conveniente reemplazarlo por uno nuevo.
- **limitaciones:** el problema es que los equipos no tienen la capacidad para cumplir con los volúmenes de producción requerida.
- **Deterioro o desgastado:** la inversión se justifica por el desgaste del equipo o por beneficios no tangibles (como imágenes y tecnologías) que deben demostrar su valor económica.

Se trata de encontrar el mejor momento para reemplazar el equipo actual.

Al evaluar su vida útil restante, las conclusiones pueden ser:

- El equipo ha llegado al fin de su vida útil y requiere reemplazo inmediato.

- Lo ideal sería reemplazar el equipo dentro de N años, que es el tiempo de vida útil que le queda.

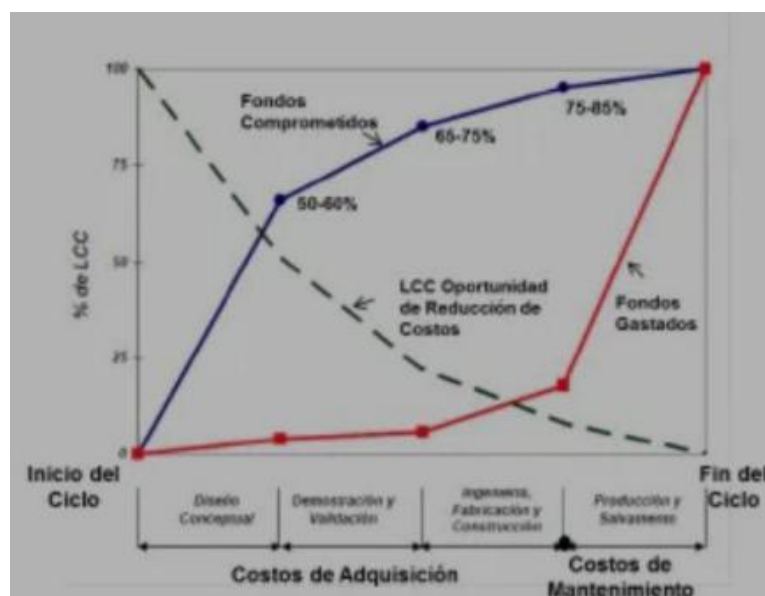
Para decidir si conviene reemplazar un equipo, debemos comparar dos escenarios: mantener el equipo actual versus cambiarlo en el momento ideal. Como los equipos suelen tener vidas útiles diferentes, necesitamos un análisis económico que compare ambas opciones en igualdad de condiciones para tomar la mejor decisión financiera.

Cuando es evidente que la tecnología actual será reemplazada por una opción superior (y no por algo similar) al final de su vida útil, surgen dos alternativas: cambiar ahora o esperar hasta que cumpla su ciclo óptimo.

Además, es importante considerar que, aunque la venta del equipo antiguo puede recuperar parte de la inversión, este valor debe restarse del costo total del reemplazo al evaluar financieramente la decisión.

Figura 24

En la figura muestra la curva del costo de ciclo vida de un equipo.



Fuente: Manual de adiestramiento de TWPL.



4.3.3. Implementación del software ManWinWin

ManWinWin es una solución de CMMS (Computerized Maintenance Management System) o GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) concebida para asistir a organizaciones de múltiples sectores industriales en la optimización de sus operaciones incremento de la eficiencia y el reforzamiento de la confiabilidad de sus activos. La plataforma se distingue por su versatilidad y usabilidad, ofreciendo soluciones escalables adaptadas a empresas de cualquier envergadura.

Se presenta a continuación un análisis de sus características principales, beneficios y las mejoras derivadas de su implementación:

¿Qué es ManWinWin y que ofrecen?

ManWinWin funciona como una plataforma unificada que nuclea y digitaliza el ciclo completo de los procesos de mantenimiento. Las siguientes son algunas de sus capacidades principales:

Beneficio principal: nos permite llevar un registro detallado de los activos y ejerce una gestión integral sobre el ciclo de vida de las ordenes de trabajo, abarcando las modalidades correctivas, preventivas y predictiva.

Movilidad total (Apps iOS/Android): la plataforma faculta a los técnicos para llevar a cabo y registrar las intervenciones con total autonomía geográfica, garantizando la continuidad operativa en modo fuera de línea.

Asistente inteligente (Winston): emplea inteligencia artificial para generar alertas y pronostica en tiempo real que agilizan el proceso de toma de decisiones.

Códigos QR y NFC: permite una consulta ágil de la información de los equipos mediante el escaneo de etiqueta con un dispositivo móvil.

Realidad aumentada (RA): la tecnología superpone información e instrucciones digitales sobre la vista física del equipo, proporcionando guía contextual al técnico durante las intervenciones.

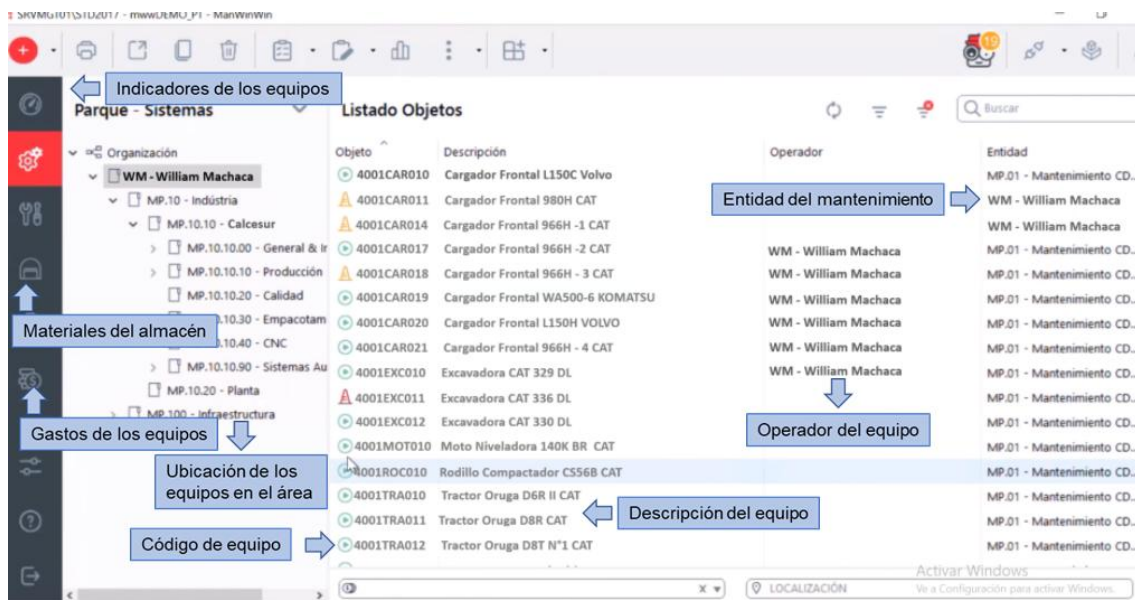
Gestión de inventario y compras: ejerce control sobre los repuestos, supervisa los niveles de stock y gestiona el flujo completo de adquisiciones, desde la solicitud hasta la emisión de órdenes de compra.

API de integración: facilita la interoperabilidad con otros sistemas corporativos, como el ERP, estableciendo un flujo unificado de datos.

Indicadores de rendimiento (KPIs): ofrece paneles de control personalizados que permiten realizar el seguimiento y evaluación del desempeño del área de mantenimiento.

Figura 25

Nos muestra la lista de inventario en la aplicación ManWinWin.



Fuente: Elaborado en la aplicación ManWinWin.



Beneficios y mejoras esperadas

La implementación de ManWinWin genera mejoras cuantificables en la eficiencia operativa y la rentabilidad empresarial. Los datos recopilados mediante encuestas a usuarios identifican como beneficios más significativos los siguientes:

Acceso rápido y centralizado a la información: según se constata, más del 90% de los usuarios reportan que la centralización de toda la información de mantenimiento en un único repositorio agiliza significativamente la gestión.

Aumento de la producción y la eficiencia: aproximadamente el 70% de los clientes reporta una mejora en estos indicadores, atribuyendo a una planificación de mantenimiento más eficaz que minimiza las interrupciones no programadas.

Justificación de inversiones: según se desprende de los datos, el 64%, de los clientes utiliza los indicadores clave de rendimientos (KPIs) y reportes del sistema como evidencia cuantitativa para fundamentar tanto la toma de decisiones como la solicitud de aprobación de recursos ante los niveles directivos.

Cumplimiento normativo y de auditorías: Más del 58% de los usuarios resalta que la plataforma facilita el cumplimiento de los requisitos legales y la preparación para procesos de auditoría, mediante la trazabilidad integral que proporciona.

Evolución hacia una estrategia de mantenimiento proactiva: según los datos recopilados, el 43% de los clientes evidencia un cambio significativo en su modelo de gestión priorizando las intervenciones preventivas sobre las correctivas, factor determinante para la fiabilidad de los equipos.

Figura 26

Nos da el detalle del activo de tractor oruga Caterpillar D8T N°1.

Objeto

Estructura: CLD - 0002 Tipo Objeto: Tractor Oruga Caterpillar D8T N° 1

Código: 4001TRA022 Descripción: Tractor D8T N° 1

NO DISPONIBLE EN MANTENIMIENTO

Identificación

Características

Datos Operacionales

Info. Complementarias

Notas

2D

Dato del activo

Imagen do Objeto

Órgãos -

Identificar válvula de segur

válvula de seguridad

Funcionamiento

Descrição

Imagen válvula de segurid

Imagen do Órgão

Selezione un órgão da lista e utilize as opções disponíveis para associar uma imagem e para identificar o órgão na imagem do objeto.

identificación del activo

OK Cancelar Aplicar

Fuente: Elaborado en la aplicación ManWinWin.

4.3.4. Análisis del costo de ciclo de vida de los activos (CCV)

El objetivo principal de un análisis del Costo del Ciclo de Vida es calcular todos los gastos reales visibles y ocultos en los que se incurrirá por un activo durante toda su vida útil.

Estos incluyen todos los costos en cada una de su etapa de vida:

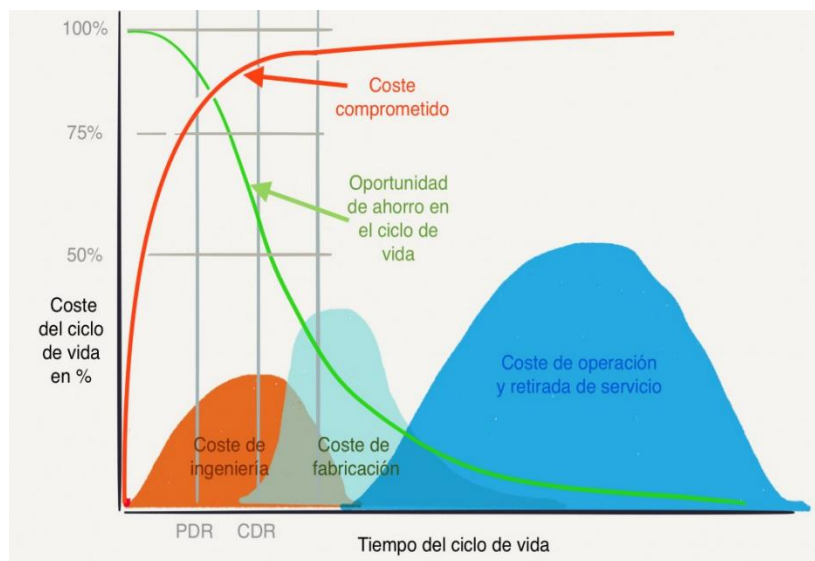
- Diseño y desarrollo.
- Compra o construcción.
- Operaciones y uso diarias.
- Mantenimiento y reparaciones.
- Retiro y disposiciones final.

Esta información es crucial porque apoya con datos concretos la toma de decisiones importa como:

- Compra de nuevo equipo.
- Optimizar procesos existentes.
- Planificar mantenimiento.
- Decir si reparar, modernizar o reemplazar un activo.

Figura 27

Diagrama de costo del ciclo de vida.



Fuente: El trabajo fue tomada The Woodhuse Partenership Ltp

Para el cálculo del costo de ciclo de vida es la herramienta útil que nos ayuda a dar:

predecir gastos totales: Cálculo y evaluación cuanto costara realmente un proyecto o activo en los años futuros de toda su vida útil.

Evaluación desempeño: nos ayuda para calcular si un proyecto cumple con la necesidad de la empresa en términos de costos y rendimiento a largo plazo.



Según la Norma internacional BS ISO 15686-5 nos indica que el costo de ciclo de vida se define como el costo de un activo durante toda la existencia desde su diseño hasta su desintegración asegurando que cumpla con todos los requisitos establecidos.

El cálculo del costo de ciclo de vida se basa en otros estudios que lo respaldan como:

- Evaluar la confiabilidad.
- Evaluar la disponibilidad de los equipos.
- Evaluar la facilidad del mantenimiento.
- Estudios económicos.
- Análisis de riesgos.
- Distribución estratégica de recursos para mejora de activos.
- Estudio de la planificación con visión de futuro.

Es importante entender que el costo real de un equipo o activo no es solo lo que pagamos al comprarlo, sino todos los gastos posteriores que generará a lo largo del tiempo: construcción, operación, mantenimiento, transporte y otros.

Estos gastos de operación suelen ser mucho más altos que el precio inicial de compra - representan entre el 60% y 80% del costo total durante toda la vida útil del activo.

Por eso es crucial diseñar estrategias desde el principio para reducir estos costos operativos, preferiblemente desde las primeras etapas de vida del equipo.

El éxito del cálculo depende de definir claramente un perfil de costos completo desde el inicio, siguiendo todos los pasos necesarios. Así evitamos tomar malas decisiones por tener datos incorrectos.



- Detectar todos los costos asociados a un activo en cada fase de su vida: compra, operación, mantenimiento y disposición final.
- Asignar a cada activo su fase correspondiente dentro del ciclo de vida del proyecto o activo.
- Determinar los costos reales de cada activo en dinero, sin que la inflación afecte los cálculos.

El cálculo de CCV se determina mediante:

$$CCV = \sum CI + CO + CMP + CTPC + CMM - VP$$

CCV: Costo de ciclo de vida.

CI: Costo de la inversión inicial.

CO: Costo operacionales.

CMP: Costo de mantenimiento planificado.

CTPC: Costo por baja confiabilidad (Correctivo + Penalización).

CMM: Costo por mantenimiento.

VR: valor de salvamento o de reventa.

Evaluación económica, financiera del ciclo de vida

Este método busca la combinación ideal entre: lo que cuesta adquirir un activo, lo que cuesta mantenerlo funcionando y los riesgos involucrados. Para lograrlo, crea un sistema que compara y documenta diferentes opciones durante todo el tiempo que durará el activo.

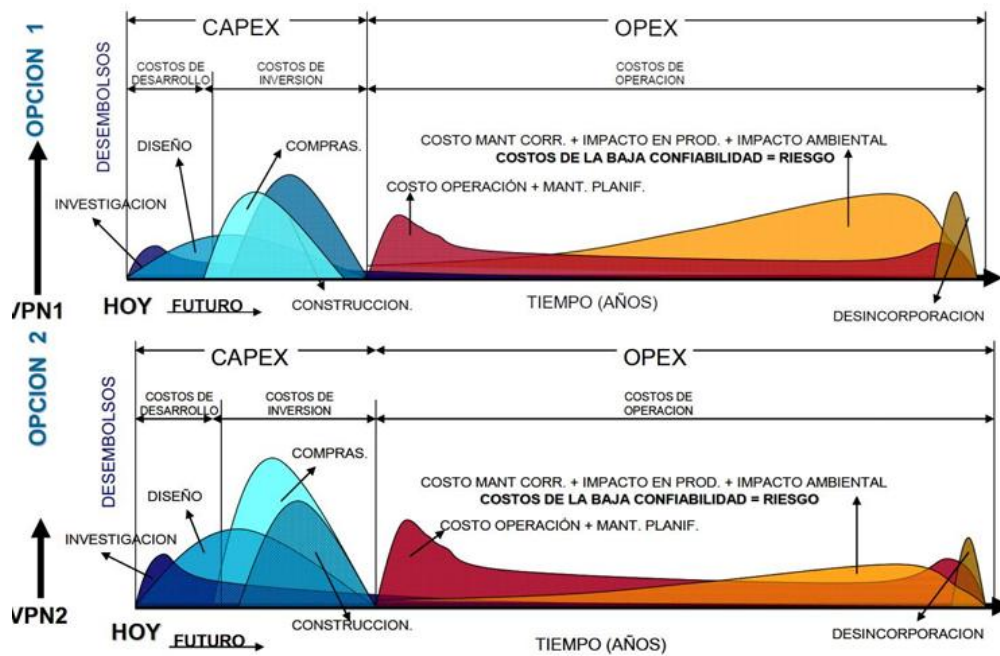
Costos de capital (CAPEX): Son los gastos iniciales de diseño, construcción e instalación de un activo.

Costos de operación (OPEX): son los gastos recurrentes para mantener el activo funcionando, como energía y mantenimiento.

Calcular el costo total durante la vida útil de los activos, nos ayuda a determinar cuándo es conveniente el reemplazo y la seleccionar el momento óptimo para hacerlo.

Figura 28

Análisis de la estructura de costos de CAPEX y OPEX a lo largo de la vida útil.



Fuente: El trabajo de The Woodhuse Partnership Ltp.

Cuando nos referimos a la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de un equipo, inevitablemente estamos hablando de costos operativos (OPEX). La ingeniería de confiabilidad se enfoca en predecir y prevenir fallas, mientras que la ingeniería de mantenimiento se ocupa de repararlas en el menor tiempo posible y con el menor impacto. Ambas actividades representan costos importantes, y es en el aspecto económico donde convergen.

La calidad y frecuencia del mantenimiento afectan directamente el costo total de ciclo de vida de un activo. Por esta razón, los departamentos de mantenimiento implementan diversas estrategias orientadas a:



- Optimizar las actividades de mantenimiento
- Reducir los tiempos de inactividad causados por: Fallas de equipos, mantenimientos programados y paradas no planeadas.

El objetivo principal es maximizar la vida útil de los activos mediante su uso optimizado, equilibrando la inversión en mantenimiento con el rendimiento operacional.

Conocimiento del costo capital o inversión

El uso del CAPEX no es solo el precio de lista. Es la suma de todos los componentes con la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} \text{CAPEX Neto} = & (\text{Costo de Adquisición} + \text{Trasporte Interno} \\ & + \text{Instalación y Puesto en Marcha} + \text{Otros}) \end{aligned}$$

El análisis de inversión se basa en los costos más relevantes de esta área, como:

- Costos de Ingeniería.
- Costos de suministro.
- Costos de repuesto.
- Costos de materiales.
- Costos de inventario.
- Costos de almacenamiento.
- Costos de talleres.
- Costos de contratistas.

Tabla 18

Matriz de control de costo CAPEX.

	MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL						Codigo: X-XX-00X
	REGISTRO DE COSTO CAPEX						Versión 01
							Mar-25
						Página 1 de 1	
Área de materia primas	<input type="checkbox"/>	Área de producción	<input type="checkbox"/>	Fecha generación			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS CAPITALES							
NUM.	COSTOS	DESCRIPCIÓN	Ene - Mar	Abr - Jun	Jul - Sep	Oct - Dic	TOTAL (\$)
1	Costo del Proyecto						
2	Costo de la Tecnología						
3	Costo de Ingeniería						
3	Otros						
						VALOR TOTAL (\$)	

Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

Conocimiento de los costos operativos

El conocimiento de los costos operativos no es solo saber cuándo se gastó en los últimos años, es entender las estructuras detallada de esos costos, su comportamiento en el tiempo y como se comparan con los de activo nuevo. Para evaluar los costos capitales se centrará en los factores que tiene mayor impacto en este sector como son:

- Costos de la Hora Hombre.
- Costos del Consumo de eléctrico.
- Costos del Uso de Agua.
- Costos de Mantenimientos de activos.
- Costos de Oportunidades.
- Costos del Inventarios.
- Costos de Almacenamientos de Materiales.



- Costos de Funcionamiento de Talleres.
- Costos de los Contratistas.

Tabla 19

Matriz de control de contos OPEX.

	MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL						Codigo: X-XX-00X
							Versión 01
	REGISTRO DE COSTO OPEX						Mar-25
							Página 1 de 1
Área de materia primas <input type="checkbox"/>		Área de producción <input type="checkbox"/>		Fecha generación <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS CAPITALES							
NUM.	COSTOS	DESCRIPCIÓN	Ene - Mar	Abr - Jun	Jul - Sep	Oct - Dic	TOTAL (\$)
1	Costo de Hora Hombre						
2	Costo de Energia						
3	Costo de Mantenimiento						
3	Otros						
						VALOR TOTAL (\$)	

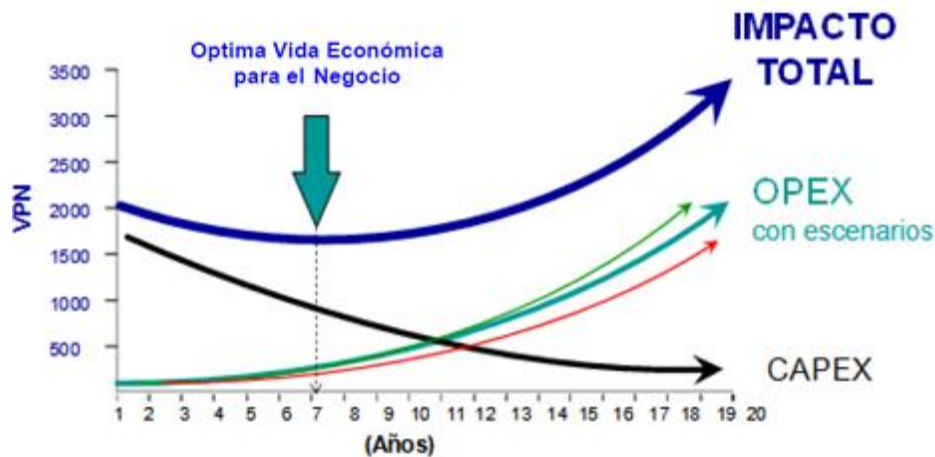
Fuente: Basando en el estándar ISO: 55002, que establece las directrices para implementar la norma ISO 55001.

Selección del reemplazo del activo

El departamento de mantenimiento debe encontrar el punto óptimo de vida económica, que es aquel que genera el máximo beneficio para la empresa. La manera de hallarlo es comparando las opciones y analizando la relación entre los costos de inversión (Capex) y los costos operativos (Opex), lo cual se puede visualizar en una curva de vida económica.

Figura 29

Al sumar los distintos factores, se obtiene la curva que representa el impacto total al negocio o el ciclo de la vida económica.



Fuente: El trabajo the Woodhouse Partenership Ltd.

Donde los motivos de reemplazo son de:

- **Edad y desgastes:** el activo llega a su final de su ciclo de vida útil económico, con altos costes de mantenibilidad y baja disponibilidad.
- **Obsolescencia tecnología:** nuevos equipos son más eficientes, productivos, seguros y equipos más amigables con el medio ambiente.
- **Cambio en los requerimientos de la operación:** aumento de la producción profundización de la mina, o cambio de las características de la mina.
- **Confiabilidad y seguridad:** el activo actual representa un riesgo operacional o de seguridad inaceptable.

Figura 30

Matriz de detección.

DetECCIÓN	Probabilidad de detección	Clasificación
Absolutamente incierta	Control no puede prevenir/ detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	10
Muy Remota	Muy remota oportunidad que el control pueda prevenir/detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente	9
Remota	Remota oportunidad que el control pueda prevenir/detección de la causa potencial/mecanismo y subsecuente modo de falla	8
Muy Bajo	Muy baja oportunidad de que el control prevenga/ causa potencial de detección/mecanismo y subsecuente modo de falla	7
Bajo	Baja oportunidad que el control prevenga/detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	6
Moderada	Moderada oportunidad que el control prevenga/detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	5
Moderada Alta	Moderadamente alta oportunidad que el control prevenga/ detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	4
Alto	Alta oportunidad que el control prevenga/ detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	3
Muy Alto	Muy alta oportunidad que el control prevenga/ detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	2
Absolutamente cierto	De seguro el control prevenga/ detección potencial de la causa/mecanismo y subsecuente modo de falla	1

Fuente: El trabajo de Ricardo Puro sobre la aplicación de la confiabilidad e equipos.

Figura 31

La figura presenta los costos totales del ciclo de vida en bloque.



Fuente: Tomada the Woodhouse Partnerships Ltd.



4.4. Discusión

Discusión sobre las implementaciones de los sistemas de gestión de inventario

- Eficiencia operativa: Comparación del sistema antes y después de la implementación, destacando mejoras en la minimización de tiempo de espera buscando los repuestos, disponibilidad de equipos y optimización de procesos.
- Dificultades encontradas: Problemas como resistencia al cambio, falta de capacitación inicial o inconsistencia en los datos históricos de inventario.
- Solución adoptada: Estrategias para superar obstáculos, como capacitación del personal, uso de software especializado o ajustes en los procesos.

Discusión sobre los alineamientos de la norma ISO 55000

- Cumplimiento de los requisitos: Cómo el sistema implementado satisface los principios de la ISO 55000 (gestión de activos, riesgos y ciclo de vida).
- Beneficios de la estandarización: Mejora en la trazabilidad, reducción de pérdidas por obsolescencia o daños, y mejor toma de decisiones basada en datos.
- Brechas identificadas: Aspectos donde la empresa aún no cumple plenamente con la norma y propuestas para futuras mejoras.

Impacto en la gestión de equipos de línea amarilla

- Se evaluó la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias: Analizando el impacto del nuevo sistema afectó el MTBF (Tiempo medio entre fallos) y el MTTR (Tiempo medio de reparación).
- Reducción de costos: Disminución de compras innecesarias, reducción de stocks muertos o mejor negociación con proveedores gracias a un inventario más preciso.



- Sostenibilidad y mantenimiento preventivo: Cómo el sistema ayuda en la planificación de mantenimientos basados en condición (PdM) y evita paradas inesperadas.

Aplicación para el contexto de una la empresa CALCESUR.

- Adaptación a la realidad regional: Desafíos como la logística en zonas remotas, acceso limitado a proveedores o condiciones climáticas adversas.
- Escalabilidad del sistema: Capacidad del sistema para crecer junto con la empresa o adaptarse a otros tipos de activos.
- Impacto económico y productivo: Cómo la implementación contribuye a el posicionamiento estratégico de la compañía en el sector minero exigente.

Recomendaciones y trabajo futuro.

- Integración con otras tecnologías: Posibilidad de incorporar IoT, blockchain para trazabilidad o inteligencia artificial para predictibilidad de fallas.
- Expansión a otras áreas: Aplicar el mismo modelo de gestión a otros activos de la empresa (equipos de planta, vehículos menores, etc.).
- Auditorías y optimización de procesos: Importancia de inspección regulares para mantener el sistema actualizado y eficiente.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Poner en práctica un plan de gestión de inventario y suministro para equipos de línea amarilla, basado en la norma ISO 55000, ha demostrado ser una estrategia clave para optimizar la productividad y las operaciones, la gestión de activos en una empresa minera de la región de Puno. A través de este proyecto, se logró optimizar la disponibilidad de repuestos, reducir costos por sobrestock u obsolescencia.

SEGUNDA: La adopción de los principios de la ISO 55000 permitió estructurar un sistema alineado con una buena práctica internacionales, garantizando una gestión de activos más sostenible y basada en riesgos. Sin embargo, el proceso no estuvo exento de desafíos, como la aferrarse a renovar el personal, la necesidad de capacitación técnica y las limitaciones logísticas propias de una zona minera en Puno.

TERCERA: La implementación de una plataforma digitalizada para el sistema de gestión de activos representa una inversión estratégica para la empresa CALCESUR, permite una gestión integral y trazable de los recursos operativos. Lo que permite monitoreo en tiempo real del consumo de insumos críticos-especialmente repuestos materiales de alto coste. La digitalización del sistema no solo mejorará la eficiencia operativa y prolongará la vida útil de los activos, sino que fortalecerá el cumplimiento de los estándares ambientales y regulatorios exigidos en esta jurisdicción.



CUARTA: En el contexto en la empresa CALCESUR, donde los recursos son limitados pero las exigencias operativas son altas, este sistema ha probado ser escalable y adaptable, ofreciendo un equilibrio entre inversión y retorno operativo. Como trabajo futuro, se recomienda integrar tecnologías emergentes (IoT, análisis predictivo) y expandir el modelo a otros activos de la empresa, asegurando una mejora continua en la gestión de activos.



RECOMENDACIONES

Capacitación y Gestión del Cambio

- Involucrar al personal desde el inicio mediante talleres de sensibilización sobre los beneficios del sistema y su alineación con la ISO 55000.
- Capacitar a los equipos de mantenimiento, almacén y compras en el uso de herramientas tecnológicas y metodologías de gestión de inventarios.
- Designar líderes de cambio en cada área para facilitar la adopción y resolver resistencias internas.

Optimización de Procesos y Tecnología

- Implementar un software de gestión de inventario especializado que permita trazabilidad en tiempo real, alertas de stock mínimo y análisis de datos.
- Automatizar procesos manuales como registros de entrada/salida, órdenes de compra y reportes de consumo para reducir errores.
- Integrar el sistema con herramientas de mantenimiento predictivo (ej.: sensores IoT en equipos) para anticipar necesidades de repuestos.

Gestión de Proveedores y Cadena de abastecimiento

- Fomentar acuerdos de colaboración con proveedores de la región y del país para reducir tiempos de entrega, considerando las limitaciones geográficas de Puno.
- Negociar contratos marco con cláusulas de disponibilidad para repuestos críticos y evitar paradas no planificadas.



- Poner en práctica un sistema de evaluación de proveedores basado en calidad, plazo de entrega y costos.

Control y Evolución Constante

- Realizar auditorías internas programadas para comprobar la adhesión a la ISO 55000 y corregir desviaciones.
- Utilizar KPIs como nivel de servicio, rotación de inventario y tiempo de respuesta para medir el desempeño del sistema.
- Fomentar una cultura de mejora continua mediante retroalimentación del personal y ajustes basados en datos.

Adaptación al Contexto Minero de Puno

- Considerar factores climáticos y altitud en el almacenamiento de repuestos para evitar deterioro prematuro.
- Mantener un stock de seguridad ajustado a la temporada de lluvias (dificultades logísticas) y períodos de alta producción.
- Evaluar la posibilidad de compartir recursos con otras mineras locales (ej.: acuerdos de colaboración para compras consolidadas).

Escalabilidad y Sostenibilidad

- Diseñar el sistema con capacidad de crecimiento para incluir otros activos (equipos de planta, vehículos auxiliares, etc.).
- Explorar financiamiento o incentivos gubernamentales relacionados con eficiencia operativa y gestión de activos.
- Documentar lecciones aprendidas para replicar el modelo en futuros proyectos o unidades de negocio.



La correcta implementación de este sistema en la empresa CALCESUR se requiere compromiso de la alta dirección, inversión en tecnología y adaptabilidad a las condiciones locales. Si se ejecuta con un enfoque estructurado y alineado a la ISO 55000, no solo mejorará la gestión de inventarios, sino que también contribuirá a reducir costos, aumentar la disponibilidad de equipos y mejora la ventaja competitividad de la empresa en el sector minero.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Santiago García Garrido. (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial.

Gómez Guachún Dayanna Lisseth. (2023). Propuesta de un modelo de gestión de activos físicos basado en la normativa ISO 55000 aplicado a negocios a negocios automotrices. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

Gobierno Regional de Puno. (2021). Benchmarking de modelos de gestión de repuestos en minería artesanal y pequeña minería en Puno.

Quispe, R., et al. (2018). Metodología para reducir costos de inventario en equipos de línea amarilla usando clasificación ABC y EOQ: Caso de una constructora en Cusco. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Torres, J., et al. (2020). Análisis de la gestión de inventarios en flotas de maquinaria pesada en proyectos de construcción en Arequipa. Tesis de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de San Agustín.

COCHILCO. (2022). Estudio sobre implementación de ISO 55000 en la minería chilena.

García, M., & López, J. (2021). Aplicación de la norma ISO 55000 en la gestión de activos físicos en empresas industriales españolas. Revista de Ingeniería Industrial.

McKenzie, P., & Fortin, D. (2022). Asset Management Optimization in Mining Through ISO 55000: Canadian Case Study. Journal of Mining Engineering.



Ramírez, H., & Gómez, L. (2021). Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en ISO 55000 en una empresa minera de mediana escala en Colombia.

Minería & Desarrollo. BHP Benchmark Report. (2023). Digital Inventory Transformation in Australian Mining Operations.

Caterpillar Inc. (2023). White Paper: Predictive Inventory Analytics in US Mining Equipment.

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE). (2022). Brechas en la adopción de estándares internacionales de gestión de activos en medianas mineras peruanas.

Díaz, R. & López, J. (2020). Gestión de Inventarios en Minería. Optimización de inventarios para equipos críticos en minería subterránea. Revista Ingeniería de Minas, 45(2), 78-92. (Caso aplicado a desafíos logísticos en zonas remotas)

Gutiérrez, M. (2021). aplicación de ISO 55000 en Latinoamérica. Gestión de activos físicos bajo estándar ISO 55000: Experiencias en minería mediana. Lima: Fondo Editorial de la Sociedad Nacional de Minería. (Incluye casos de estudio en Perú)

ISO 55000:2014 – Asset management — Overview, principles and terminology.

ISO 55001:2014 – Asset management — Management systems Requirements.



ANEXOS

ANEXO 1 VARIABLES

Componente	Objetivo General/Específico	Hipótesis/Variable	Metodología	Resultado Esperado
Problema de Investigación	Identificar las limitaciones en la gestión actual de inventario y su impacto en la operatividad.	<i>Variable Independiente:</i> Sistema de gestión ISO 55000. <i>Variable Dependiente:</i> Eficiencia operativa.	Análisis de brechas (GAP Analysis) y diagnóstico inicial.	Documentar las deficiencias del sistema actual y justificar la implementación propuesta.
Objetivo General	Implementar un sistema de gestión de inventario alineado a la ISO 55000 para optimizar la disponibilidad de repuestos.	La implementación reducirá los tiempos de inactividad de equipos en un 20%	Metodología PDCA (Ciclo Deming) y normas ISO 55000/55001.	Sistema operativo con indicadores de desempeño (KPIs) mejorados.
Objetivos Específicos	Evaluar el sistema actual de inventario. Diseñar el modelo bajo ISO 55000. Medir el impacto post-implementación.	El diagnóstico revelará un 30% de repuestos obsoletos. La estandarización reducirá costos en un 15%.	Entrevistas y análisis ABC. Diagramas de flujo y mapeo de procesos. Comparación de KPIs pre/post.	Informe de diagnóstico. Manual de procedimientos. Reporte de resultados cuantificables.
Marco Teórico	Bases teóricas: ISO 55000, gestión de activos, logística minera.	La norma ISO 55000 mejora la vida útil de los equipos.	Revisión sistemática de literatura y normativas.	Marco conceptual que sustente la solución propuesta.
Metodología	Enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo).	La implementación requerirá 6 meses y capacitación intensiva.	Fases: Diagnóstico, diseño, implementación, control.	Cronograma detallado y plan de acción.
Recursos	Humanos: Equipo de mantenimiento, TI. Materiales: Software de gestión, sensores IoT.	La inversión en tecnología tendrá un ROI en 12 meses.	Presupuesto y asignación de recursos.	Costo-beneficio del proyecto.
Resultados	Sistema estandarizado, reducción de stock muerto, mejora en MTTR/MTBF.	La disponibilidad de equipos aumentará un 25%.	Mediciones con dashboards y auditorías.	Reportes de eficiencia y cumplimiento de ISO 55000.



ANEXO 2 IDENTIFICACIÓN Y REGISTROS DE ACTIVOS

	MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL										Codigo: X-XX-00X	
	SEGUIMIENTO DE ACTIVOS FIJOS Y CRONOGRAMA DE AMORTIZACIÓN										Versión 01	
											Mar-25	
Página 1 de 1												
Área de materia primas				Área de producción				Fecha generación				
IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS												
NUM.	N.º DE ACTIVO O DE SERIE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	ASIGNADA A	PROVEEDOR	FECHA DE COMPRA	VIDA ESPERADA EN AÑOS	FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ACTIVO	MESES PARA REEMPLAZO	ALERTA DE FIN DE 3 MESES	PRECIO DE COMPRA	VALOR ESPERADO AL FINAL DE LA VIDA
1												
2												
3												
4												
5												

	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL										Codigo: X-XX-00X	
	REGISTRO DE ROLES										Versión 01	
											Mar-25	
Página 1 de 1												
ÁREA DE MATERIA PRIMA				ÁREA DE PRODUCCIÓN				FECHA DE GENERACIÓN				
IDENTIFICACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE ROLES INTERNOS												
NUM.	DESCRIPCIÓN DEL ROL	RESPONSABLE	DEPARTAMENTO	EXPERIENCIA Y COMPETENCIA	APOYO AL ROL (Información y Mentoría)	CARGA DE TRABAJO Y VARIABILIDAD	APTITUD DE LA PERSONA ANTE EL					
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
ELABORADO POR:				REVISADO POR:				APROBADO POR:				

OBSERVACIONES ADICIONALES:



	CALCESUR												
	ESTADÍSTICO DEL TRACTOR ÓRUGA D8T N°1								Elaborado Por:		Willian Machaca Yana		
	16		Máquina	TRACTOR ÓRUGA D8T N°1					Codigo de Equipo:	4001TRA022			
Horas de Trabajo / día (L-S)	viernes, 3 de Enero de 2025	Fecha	Semanas	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	δ	D (%)	Fiabilidad
Fecha de Elaboración:	Inicio de las Actividades	2/01/2024											
Enero	Inspeccion y lubricación	08/01/2024	2	76	1	0.2	1.2	71.75	0.0139373	2	0.5	97%	0.0107848
	Inspeccion mecanica de equipos	17/01/2024	3	74	3	0.5	3.5						
	Inspeccion del sistema electricos	22/01/2024	4	80	2	0.5	2.5						
	Mantenimiento preventivo	30/01/2024	5	77	2	0.5	2.5						
Febrero	Cambio de cantoneras	7/02/2024	6	70	6	1	7	75	0.0133333	3	0.3333333	96%	0.0131237
	Inspeccion y lubricación	15/02/2024	7	78	1	0.75	1.75						
	Mantenimiento preventivo	20/02/2024	8	75	4	0.2	4.2						
	Inspeccion del sistema electricos	26/02/2024	9	77	1	1	2						
Marzo	Parada mayor												
Abril	Medición de consumo de corriente	2/04/2024	14	85	4	1	5	72	0.0138889	2.75	0.3636364	96%	0.0109558
	Inspeccion mecanica de equipos	9/04/2024	15	75	2	0.2	2.2						
	Revisión del problema de arranque	18/04/2024	16	70	4	1	5						
	Inspeccion y lubricación	23/04/2024	17	78	1	0.4	1.4						
Mayo	Mantenimiento preventivo	2/05/2024	18	75	2	0.3	2.3	72	0.0138889	3	0.3333333	96%	0.0109558
	Inspeccion del sistema electricos	11/05/2024	19	74	2	0.2	2.2						
	Correccion de guias de desplazamiento	16/05/2024	20	70	5	1	6						
	Reemplazo sistema de enfriamiento	21/05/2024	21	89	6	0.8	6.8						
Junio	Inspeccion del sistema electricos	12/06/2024	24	73	3	0.2	3.2	73.25	0.0136519	2.6	0.3846154	97%	0.011833
	Inspeccion mecanica de equipos	18/06/2024	25	75	2	0.2	2.2						
	Reemplazo de cadenas	22/06/2024	25	89	7	1	8						
	Inspeccion y lubricación	31/06/2024	26	76	1	0.2	1.2						
Julio	Mantenimiento preventivo	5/07/2024	27	71	3	0.5	3.5	74.5	0.0134228	2	0.5	97%	0.0127476
	Inspeccion del sistema electricos	16/07/2024	29	77	1	0.3	1.3						
	Inspeccion mecanica de equipos	21/07/2024	29	74	2	0.2	2.2						
	Limpieza de harnes	28/07/2024	30	76	2	0.4	2.4						
Agosto	Inspeccion y lubricación	2/08/2024	31	75	1	0.5	1.5	72.5	0.0137931	3.25	0.3076923	96%	0.0113022
	Mantenimiento preventivo	14/08/2024	33	73	3	0.4	3.4						
	Inspeccion mecanica de equipos	25/08/2024	34	74	2	0.2	2.2						
	Soldadura de bastago	29/08/2024	35	88	7	1	8						
Septiembre	Inspeccion y lubricación	3/09/2024	36	78	1	0.2	1.2	73.75	0.0135593	3.25	0.3076923	96%	0.0121944
	Mantenimiento preventivo	8/09/2024	36	87	8	0.2	8.2						
	Inspeccion del sistema electricos	19/09/2024	38	76	2	0.1	2.1						
	Inspeccion mecanica de equipos	24/09/2024	39	74	2	0.1	2.1						
Octubre	Reemplazo de luces de trabajo	3/10/2024	40	78	1	0.2	1.2	76.5	0.0130719	1.2	0.8333333	98%	0.0142876
	Inspeccion y lubricación	8/10/2024	41	79	1	0.2	1.2						
	Mantenimiento preventivo	18/10/2024	42	75	2	0.1	2.1						
	Inspeccion mecanica de equipos	28/10/2024	44	74	2	0.2	2.2						
Noviembre	Cambio de pines del cucharon	4/11/2024	45	67	4	1	5	74	0.0135135	2.25	0.4444444	97%	0.0123773
	Inspeccion y lubricación	16/11/2024	46	76	1	0.2	1.2						
	Mantenimiento preventivo	21/11/2024	47	77	2	0.1	2.1						
	Inspeccion del sistema electricos	26/11/2024	48	76	2	0.1	2.1						
Diciembre	Inspeccion mecanica de equipos	3/12/2024	49	74	2	0.2	2.2	71.25	0.0140351	4.5	0.2222222	94%	0.0104474
	Perdida de potencia	9/12/2024	50	82	12	1	13						
	Inspeccion y lubricación	18/12/2024	51	74	1	0.2	1.2						
	Mantenimiento preventivo	27/12/2024	52	75	3	0.2	3.2						



	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Codigo: X-XX-00X
	REGISTRO DE RIESGO	Versión 01
		Mar-25
		Página 1 de 1

ÁREA DE MATERIA PRIMA	ÁREA DE PRODUCCIÓN	FECHA DE GENERACIÓN
-----------------------	--------------------	---------------------

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS										
NUM.	RIESGO	UBICACIÓN	POSIBILIDAD	CONSECUENCIA	ACTITUD FRENTE AL RIESGO	ACCIONES PLANIFICADAS ANTE EL RIESGO	RECURSOS ADECUADOS PARA AFRONTAR EL	CRITICIDAD	EVALUACIÓN DE LA EFICACIA EN LA GESTIÓN DEL	RIESGO REMANETE ESPERADO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

OBSERVACIONES ADICIONALES:

	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Codigo: X-XX-00X
	REGISTRO DE COSTO CAPEX	Versión 01
		Mar-25
		Página 1 de 1

ÁREA DE MATERIA PRIMA	ÁREA DE PRODUCCIÓN	FECHA DE GENERACIÓN
-----------------------	--------------------	---------------------

IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS CAPITALES			
NUM.	COSTOS	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL (\$)
1	Costo del Proyecto		
2	Costo de la Tecnología		
3	Costo de Ingeniería		
4	Costo de Suministros		
5	Costo de Contrucción		
6	Costo de Puesto en Marcha		
7	Costo de Entrenamiento		
8	Costo de Manuales de Mantenimiento y Operaciones		
9	Costo de Repuesto		
10	Costo de Herramientas		
11	Costo de Sevircio		
TOTAL (\$)			

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

OBSERVACIONES ADICIONALES:



	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Codigo: X-XX-00X
	REGISTRO DE COSTO OPEX	Versión 01
		Mar-25
		Página 1 de 1

ÁREA DE MATERIA PRIMA	AREA DE PRODUCCIÓN	FECHA DE GENERACIÓN
-----------------------	--------------------	---------------------

IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS OPERACIONES			
NUM.	COSTOS	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL (\$)
1	Costo de Horas Hombre		
2	Costo de Energia		
3	Costo de Uso de Agua		
4	Costo de Mantenimiento		
5	Costo de Materiales		
6	Costo de Inventario		
7	Costo de Almacenamiento		
8	Costo de Talleres		
9	Costo de Contratista		
			TOTAL (\$)

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

OBSERVACIONES ADICIONALES:



ANEXO 3 INVENTARIO DE ACTIVOS EN SOFTWARE MANWINWIN

Objeto

Estructura: BMB - 0001 ... Tipo Objeto: Tractor Oruga Caterpillar D8T N° 1 DISPONIBLE EN MANTENIMIENTO ⚠

Código: 4001TRA022 Descripción: Tractor D8T N°1

Identificación	01	MARCA	CATERPILLAR
Características	02	MODELO	TRACTOR ORUGA CATERPILLAR D8T N°1
Datos Operacionales	03	N.º SÉRIE	CAT00D4KAKM200749
Info. Complementarias	04	AÑO	2007
Notas	05	POTENCIA	
2D	06	COLOR	Amarillo
	07		
	08		
	09		
	10		
	11		

OK Cancelar

Materiales - Almacén

Norma Materiales

- C - Otros
- 1 - Especificos
- G - Genericos**
- Z - Ejemplo

Listado Artículos

Código	Descripción	Localización	Existencia	UN	Coste Unitario (
G.AV.010.007	Filtro aire		98,00	UN	20
G.AV.010.008	Rejilla de ventilación		5,00	UN	35
G.CB.020.002	Diesel		200,00	LT	2
G.CB.020.003	Gasolina		300,00	LT	2
G.EL.030.007	Lampara LED		10,00	UN	9
G.EL.030.008	Lampara LED ULTRA		20,00	UN	13
G.EL.040.008	Cable eléctrico		97,00	UN	5
G.EL.050.001	Sensor		5,00	UN	1 00
G.EL.050.004	Termómetro		5,00	UN	2 00
G.EL.050.005	Manómetro		5,00	UN	2 50
G.FI.090.001	Fusible		70,00	UN	20

Context menu: Nuevo, Conjunto, Abrir, Repetir, Borrar, Imprimir, Actualizar Listado, Pedidos Almacén, Entradas Almacén, Salir Almacén, Documentos



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: ____ - 10 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WILLIAM MACHACA YANA
 Dirección: AV. TINTAYA P-13 URB. CAP. NATIVIDAD
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75360738
 Teléfono: 918373194 email: Williammachacay@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
 Dirección: _____
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
 Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: _____ FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
 Escuela Profesional o Mención: _____ DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
 Título o Grado Académico a optar: _____ INGENIERO MECÁNICA ELECTRICISTA
 Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
 Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y SUMINISTRO PARA
 EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN LA EMPRESA
 CALCESUR CARACOTO

Palabras claves, (3 a 5 términos): ISO 55000, KPIs, auditorias, predictivo

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

_____ 1 _____

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo

Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA

Firma de Autor



huella digital

31 - 10 - 2025

Fecha