

**METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DE  
ACTIVOS BASADO EN LA NORMA ISO 55001:2014 APLICABLE A  
EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BOLIVIA**

**METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF A STRATEGIC ASSET MANAGEMENT PLAN  
BASED ON ISO 55001:2014 APPLICABLE TO  
ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANIES IN BOLIVIA**

**Luis Enrique Veizaga Manrique<sup>1</sup>, Nataly Keyla Rivera Zurita<sup>2</sup>, Andrés Burrel Antezana<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Carrera Ingeniería Industrial y de Sistemas*

<sup>2</sup>*Facultad de Ingenierías y Arquitectura  
Universidad Privada Boliviana*

<sup>3</sup>*Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de Cochabamba S.A (ELFEC)  
Cochabamba – Bolivia*

*luisveizaga@upb.edu*

(Recibido el 14 de mayo de 2024, aceptado para publicación el 12 de agosto 2024)

## RESUMEN

La Gestión de Activos tiene una importancia notable en el ámbito de la industria eléctrica, dado que el desempeño de estas empresas depende del correcto uso y operación de sus activos, posibilitando el suministro de energía eléctrica. El desarrollo de un Sistema de Gestión de Activos (SGA) plantea considerables desafíos, particularmente en lo que concierne a la ideología de los trabajadores y la cultura organizacional, pues implica alteraciones significativas en la percepción de los activos, estos dejan de ser concebidos meramente como objetos para ser reconocidos como sistemas que aportan valor tangible a la empresa. El siguiente artículo presenta una propuesta de un Sistema de Gestión de Activos que se adecúe a la unidad de subestaciones de las empresas de distribución de energía eléctrica en Bolivia, basado en la norma internacional ISO 55001:2014, la cual permitirá dar lineamientos de diseño, administración y mejora continua de la gestión de activos, todo esto apoyado en una propuesta de una metodología de implementación de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

**Palabras Clave:** Sistema de Gestión, Activo, ISO 55001:2014, Distribución de Energía Eléctrica, Plan Estratégico de Gestión de Activos

## ABSTRACT

Asset Management has notable importance in the field of the electrical industry, given that the performance of these companies depends on the correct use and operation of their assets, enabling the supply of electrical energy. The development of an Asset Management System poses considerable challenges, particularly with regard to the ideology of workers and the organizational culture, since it implies significant alterations in the perception of assets, they are no longer conceived merely as objects to be recognized as systems that provide tangible value to the company. The following article presents a proposal for an Asset Management System that is adapted to the substation unit of the electrical energy distribution companies in Bolivia, based on the international standard ISO 55001:2014, which will allow for providing design guidelines, administration and continuous improvement of asset management, all of this is supported by a proposed methodology for implementing a Strategic Asset Management Plan

**Keywords:** Management System, Asset, ISO 55001:2014, Electrical Energy Distribution, Strategic Asset Management Plan

## 1. INTRODUCCION

El sector eléctrico en Bolivia, al tratarse de un monopolio, es regulado por el Estado boliviano a través de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE), de esta manera se establecen criterios de venta y comercialización de la energía eléctrica en el país. Las empresas de distribución eléctrica a nivel nacional se enfrentan a un dilema en cuanto a la mejora y optimización de sus procesos y a través de ellos reducir sus costos y generar mayores ganancias, con el objetivo de llegar a la eficiencia operativa, dentro del cumplimiento del marco regulatorio de la AE.

Las empresas de distribución eléctrica, desde una perspectiva de eficiencia económica, deben estar motivadas por una filosofía de mejora continua de sus procesos, buscando la manera de optimizar sus costos y generar mayores utilidades a la organización a través de la mejora de sus procesos y la optimización de sus operaciones.

Históricamente la regulación de precios de las empresas de servicios de distribución eléctricas en el mundo ha estado vinculada a la supervisión de una comisión estatal reguladora, la cual se encarga de garantizar que las tarifas de estas empresas sean fijas, garantizando así una tasa de retorno sobre el capital invertido al mismo tiempo que el usuario final no quede perjudicado [1]. Un porcentaje importante de los ingresos de las compañías de servicio de distribución eléctrica provienen de las tarifas que los usuarios pagan, al estar los precios regulados por el Estado, las organizaciones deben tomar decisiones importantes para mantener una gestión eficiente de los recursos que utilizan para otorgar el servicio, buscando una redistribución de las tarifas que permita la sostenibilidad económica empresarial mediante una tarifa basada en la asequibilidad y equidad social [2].

En la gestión empresarial actual, los activos de una organización ya no pueden ser tratados de forma individual. Por lo tanto, el enfoque clásico del ciclo de vida de los mismos no es directamente aplicable en este contexto [2]. La gestión estratégica de activos permite a las organizaciones diseñar estrategias que maximicen el valor de sus carteras de activos y les brinden ventajas competitivas sostenibles, además, la gestión estratégica de activos no solo implica optimizar la eficiencia operativa y la rentabilidad de los activos, sino también contribuir al logro de los objetivos generales de la organización y adaptarse a los cambios en el entorno empresarial [3]. La eficiencia empresarial de una empresa depende, entre varios factores, del correcto uso de sus recursos, los activos por su parte aportan a la empresa la capacidad de generar, maximizar la rentabilidad y mantener una posición competitiva en el mercado. Los indicadores de renovación de activos en un año reflejan la eficiencia en su utilización; cuanto mayor sea el indicador, mayor será la eficiencia en su uso tal como muestra la Figura 1 [4].

Las normas de sistema de gestión ISO ofrecen un marco para establecer y operar sistemas de gestión, basado en el consenso internacional y la experiencia mundial en gestión y buenas prácticas [5]. La certificación de ésta norma, según Chow-Chua [6], ha resultado en mejores retornos financieros a través de la mejora de la calidad de los productos y procesos, y se ha observado que el requisito 7 de la norma lleva a cabo la identificación, el control y la protección de los activos relevantes para el sistema de gestión de la calidad generando una gestión de activos, un mejor uso del capital propio de la institución y un control más efectivo de la deuda, lo que resulta que los ratios financieros mejoren significativamente después de la certificación.

Sin embargo, esta posición ha generado una ambivalencia en muchos expertos de la industria, por un lado, algunos críticos señalan que la ISO 9001:2015 ha sido objeto de críticas debido al enfoque más comercial y publicitario que muchas organizaciones hicieron de ella, lo que no garantizaba necesariamente el logro de los objetivos de la organización [7]. De hecho, algunos expertos en gestión de activos llegaron a cuestionar los beneficios reales de su implementación. Por otro lado, también es cierto que muchas organizaciones que tienen implementado un sistema de gestión de calidad bajo los requerimientos de la ISO 9001:2015 han experimentado mejoras significativas en sus procesos y resultados [7]. La norma ISO 9001:2015, se ha constituido como estándar de referencia en cuanto al manejo de los sistemas de gestión de calidad, la cual maneja una estructura de los requisitos de acuerdo al anexo ASL (Estructura jerárquica de alto nivel) lo que genera que su integración con otras normas sea más sencilla [5].

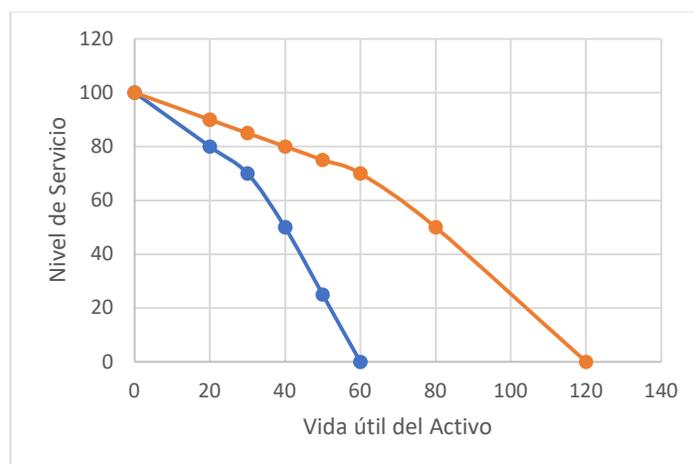
Agudelo Pulido [8] plantea que uno de los factores cruciales que inciden en la productividad radica en la capacidad de las empresas para competir en un nivel más elevado basado en la innovación en lugar de en la mano de obra económica.. En este sentido, la norma ISO 55001:2014 de Sistema de Gestión de Activos emerge como un componente esencial que complementa los sistemas de gestión [8]. Además, como sostienen Prajogo y Sohal, [7] los enfoques no convencionales hacia la satisfacción del cliente o el diseño de productos pueden otorgar a una organización una ventaja competitiva sobre sus competidores. También Agudelo Pulido [8], reconoce que los activos productivos son un factor clave para el éxito y la rentabilidad del negocio.

Por lo tanto, el modelo que propone sobre la implementación de un Sistema de Gestión de Activos con enfoque a Procesos se considera fundamental para integrar el enfoque de procesos y la gestión de estos activos, contribuyendo así al logro de los objetivos estratégicos de la organización [8]. También Aparicio Ruiz et al [9], mencionan que la aplicación de un Sistema de Gestión de Activos a un Sistema de Gestión de Calidad mejora la toma de decisiones respecto a las inversiones y ofrecen una visión más estratégica sosteniendo que la gestión de activos es fundamental para promover la colaboración entre áreas en la gestión de infraestructuras, como muestra la Figura 1, se observa que según el estudio elaborado la vida útil de un activo está relacionado directamente con la calidad de servicio que este puede dar.

La implementación de un Sistema de Gestión de Activos, gracias al Anexo SL, se integra a un Sistema de Gestión de Calidad en toda su estructura tal como lo plantea Agudelo Pulido [8].

La implementación de un Sistema de Gestión de Activos conforme a la norma ISO 55001:2014 ha emergido como una solución efectiva para alinear la gestión de activos con los objetivos estratégicos de la organización [1]. Esta norma proporciona un marco estructurado que permite a las empresas gestionar sus activos de manera integral, considerando

no solo el mantenimiento y la operación, sino también la planificación y la evaluación del desempeño a lo largo de su ciclo de vida.



**Figura 1:** Nivel de servicio frente a la vida útil [9].

El plan estratégico de gestión de activos se presenta como la herramienta principal para la implementación efectiva de la norma ISO 55001:2014 en empresas de distribución eléctrica. Este plan establece las directrices y objetivos que guiarán la gestión de los activos a lo largo de su ciclo de vida, asegurando que cada decisión esté alineada con los objetivos organizacionales [10]. Al estructurar y documentar un enfoque estratégico, las empresas pueden integrar de manera coherente los requisitos de la ISO 55001:2014 en sus operaciones diarias, facilitando el cumplimiento normativo y mejorando el desempeño global de la organización [2].

En este artículo, se pretende demostrar que la elaboración de un plan estratégico de gestión de activos puede ser la herramienta clave para cumplir con este propósito. A través de un enfoque metodológico que se adapte a los requisitos de la norma, la elaboración de un plan estratégico bien diseñado puede no solo optimizar la vida útil de los activos y reducir costos, sino también mejorar la rentabilidad y competitividad de las empresas de distribución eléctrica [9]. Este análisis proporcionará una visión comprensiva del potencial que tiene la gestión estratégica de activos para transformar los desafíos regulatorios en oportunidades de crecimiento sostenible [3].

## 2. ESTADO DEL ARTE

La gestión de activos en el sector eléctrico ha evolucionado significativamente en los últimos años, impulsada por la creciente necesidad de optimizar la operación, el mantenimiento y la maximización del valor de los activos críticos [9]. En este contexto, la implementación de la norma ISO 55001:2014 ha proporcionado un marco sólido para la gestión de activos, promoviendo prácticas que aseguran tanto la eficiencia operativa como la longevidad de los equipos [10]. Sin embargo, uno de los desafíos más críticos identificados es la falta de una metodología clara y unificada para la formulación de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), este plan es esencial porque proporciona una hoja de ruta detallada para la gestión eficiente de los activos, alineando las decisiones y acciones con los objetivos estratégicos de la organización. A través del PEGA, se establecen las directrices y metodologías para maximizar el valor de los activos a lo largo de su ciclo de vida, asegurando su sostenibilidad y rendimiento óptimo [12].

Aunque existen numerosos estudios y propuestas sobre la gestión de activos, pocos realizan el análisis de manera específica a la metodología óptima necesaria para la formulación de un PEGA. Por ejemplo, Cerón [13] destaca la importancia de la gestión de activos en transformadores de potencia, subrayando que la efectividad en la gestión de estos activos puede prevenir hasta un 53% de las fallas, lo que resalta la necesidad de un PEGA bien formulado, sin embargo, aunque Cerón propone estrategias de mantenimiento basadas en el riesgo, su estudio no proporciona una metodología detallada para la creación de un PEGA, lo que evidencia una brecha significativa.

De manera similar, Peláez [14] plantean la gestión de la obsolescencia de activos digitales del sector eléctrico, proponiendo un modelo basado en la norma IEC 62402:2019. Este enfoque es particularmente útil para gestionar la obsolescencia de activos digitales, pero no se enfoca en cómo integrar estos activos dentro de un PEGA amplio que cubra tanto los activos físicos como los digitales. Esta limitación refuerza la necesidad de un enfoque más holístico y metodológico en la creación de planes estratégicos que abarquen todos los aspectos de la gestión de activos.

Nava Rosillón [15], por su parte, subraya la importancia del análisis financiero en la toma de decisiones sobre la gestión de activos. Destaca que un análisis adecuado de la liquidez, solvencia y rentabilidad es crucial para tomar decisiones informadas sobre la adquisición, mantenimiento y reemplazo de activos. Sin embargo, aunque este enfoque financiero es vital para la gestión de activos, su integración en un PEGA no está claramente abordada en la revisión bibliográfica existente, lo que nuevamente evidencia la falta de una metodología clara y unificada para la creación de un PEGA.

En un esfuerzo por avanzar en este campo, Thomson [16], a través del proyecto SALVO, señala que la toma de decisiones basada en el riesgo y el costo del ciclo de vida completo de los activos es fundamental para maximizar su valor. A pesar de la robustez de este enfoque, el proyecto no proporciona una metodología específica para la creación de un PEGA que sea adaptable a las necesidades de las empresas de distribución eléctrica, lo que subraya la falta de directrices claras y aplicables en este contexto.

La integración de la ISO 55001:2014 con otros sistemas de gestión, como la ISO 9001:2015, es otro aspecto que ha sido explorado se propone un enfoque integrado que se centra en la mejora continua y la gestión de riesgos. Aunque este enfoque es valioso para asegurar la coherencia entre los sistemas de gestión, no proporciona una metodología específica para la formulación de un PEGA [17], el informe de Olajuyin [18] destaca la importancia de respaldar las decisiones de gestión de activos con la ISO 55000, sugiriendo la necesidad de contar con un marco estructurado que facilite la toma de decisiones. A pesar de esto, el informe no proporciona una metodología clara para la creación de un PEGA, lo que refuerza la necesidad de investigación adicional en este campo.

El modelo propuesto por Zuluaga [19] para la creación y consolidación de empresas destaca la importancia de la gestión eficiente de activos como un factor clave para el éxito empresarial. Sin embargo, a pesar de reconocer la importancia de la planificación estratégica, el estudio no explica cómo desarrollar un PEGA específico, confirmando nuevamente que se tienen ciertas directrices ambiguas para realizar una correcta elaboración de PEGA.

El sistema propuesto por Wang [20] en el artículo mejora la gestión de activos en términos de monitoreo, mantenimiento y manejo de inventarios. La tecnología RFID permite un rastreo en tiempo real de los activos, reduciendo la dependencia de procesos manuales y aumentando la precisión operativa. El sistema incluye funcionalidades clave como el seguimiento de activos, la gestión de entradas y salidas de almacenes, y la monitorización en tiempo real, lo que contribuye a una mayor eficiencia en la operación diaria de la empresa, sin embargo, es importante destacar que el artículo no menciona la elaboración de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA). El enfoque está principalmente en la implementación técnica de soluciones para la gestión de activos mediante tecnologías avanzadas, sin profundizar en cómo estas tecnologías podrían integrarse dentro de una estrategia más amplia de gestión de activos, como la que se requeriría para cumplir con normas internacionales como la ISO 55001:2014.

Finalmente, Romero [21] en su estudio sobre la gestión de activos en transformadores de potencia, destacan la importancia de una gestión basada en el riesgo y la evaluación del ciclo de vida. Aunque proporcionan una base sólida para la gestión operativa de activos, no ofrecen una metodología específica para la formulación de un PEGA, lo que reafirma la falta de una metodología clara para realizar este documento.

### 3. METODOLOGÍA

Esta investigación utiliza una metodología estructurada que combina la recolección de datos, el análisis y la elaboración de un marco metodológico para la implementación de la norma ISO 55001:2014. Este enfoque práctico se validará a través de un estudio de caso realizado en la empresa ELFEC.

La metodología utilizada cuenta con las siguientes etapas: Diagnóstico, Adecuación y Propuesta.

Se llevó a cabo una revisión documental de la norma ISO 55001:2014, con especial énfasis en los requisitos de la norma, la norma ISO 55001:2014 establece los requisitos para un sistema de gestión de activos, cuya finalidad es ayudar a las organizaciones a gestionar el valor que los activos aportan a su negocio. En el contexto del sector eléctrico, donde los activos son críticos para la operación, la adopción de un sistema de gestión conforme a esta norma puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y la sostenibilidad financiera de las empresas. La revisión de la literatura incluye el caso de estudio de la realidad de la empresa boliviana de distribución de energía eléctrica ELFEC.

En la Tabla 1 se representa un cuadro de análisis comparativo que resume las contribuciones de los autores que han abordado la implementación de la ISO 55001:2014 en relación con el PEGA desde la búsqueda bibliográfica.

En la Tabla 1 se destaca que, aunque varios autores han trabajado en la implementación de la ISO 55001:2014, ninguno ha abordado de manera completa la creación de un PEGA específico, lo que resalta la ausencia de estudios previos.

TABLA 1 - TABLA COMPARATIVA

| Autor(es)   | Área de Enfoque  | Propuesta Metodológica  | Falta de Metodología Clara para PEGA |
|---|--|---|--------------------------------------|
| León Ganchozo, Valero Yarlequé y Vera Macías [17] | Integración de sistemas de gestión                               | Proponen una integración de ISO 55001 con ISO 9001 para mejora continua         | Sí                                   |
| Thomson [16]                                      | Toma de decisiones basada en riesgo                              | Desarrolla herramientas de optimización, pero sin un enfoque específico en PEGA | Sí                                   |
| Cerón, Orduña, Aponte y Romero[13]                | Gestión de activos en transformadores                            | Estrategias de mantenimiento con referencias a ISO 55001                        | Sí                                   |
| Peláez Parra, Zapata Madrigal y García Sierra[14] | Gestión de la obsolescencia de activos digitales                 | Modelo basado en la norma IEC 62402:2019  | Sí                                   |
| Nava y Marbelis[15]                               | Análisis financiero en la gestión de activos                     | Integración del análisis financiero en la toma de decisiones                    | Sí                                   |
| Zuluaga Giraldo [19]                              | Gestión de activos para el éxito empresarial                     | Importancia de la planificación estratégica                                     | Sí                                   |
| Romero, Mombello, y Ratta [21]                    | Gestión de activos en transformadores de potencia                | Gestión basada en el riesgo y evaluación del ciclo de vida                      | Sí                                   |
| Wang, Tan y Li[20]                                | Implementación de un sistema de gestión de activos basado en IoT | Enfoque en la tecnología IoT para la gestión de activos                         | Sí                                   |

Fuente: Elaboración Propia.

La metodología empleada comenzó con un diálogo y coordinación con el personal de la unidad de subestaciones, mediante entrevistas y reuniones que permitieron comprender en detalle los procesos actuales de gestión de activos y su alineación con la norma ISO 55001:2014. Este proceso de interacción sirvió para identificar áreas críticas que necesitaban atención, proporcionando información valiosa sobre las prácticas y procedimientos vigentes. Basándose en esta información, se diseñó una herramienta de lista de chequeo personalizada, fundamentada en principios de gestión de calidad y auditoría interna, para evaluar el cumplimiento de los requisitos de la norma.

La etapa de diagnóstico determina cuanto de cumplimiento tiene la norma ISO 9001:2015 ya implementada en términos de la norma ISO 55001:2014, es decir, cuanto porcentaje de cumplimiento de la norma referente a activos tiene cumplimiento utilizando el Sistema de Gestión de Calidad de base, la herramienta “Check List” ayuda a cumplir el diagnóstico de forma eficiente, permite ver el cumplimiento en cada uno de los requisitos y sub-requisitos de la norma de Gestión de Activos a través de una lista maestra donde se verifican cada uno de los mismos tienen algún tipo de cumplimiento, también nos permite identificar cuales requisitos pueden ser adecuados de acuerdo a las necesidades de la norma ISO 55001:2014. Esta herramienta, adaptada a las características específicas de la unidad de subestaciones de ELFEC, facilitó un diagnóstico de los procesos y prácticas existentes, este análisis no solo abordó deficiencias técnicas, sino también barreras organizacionales y culturales que podrían afectar la implementación efectiva del sistema de gestión de activos.

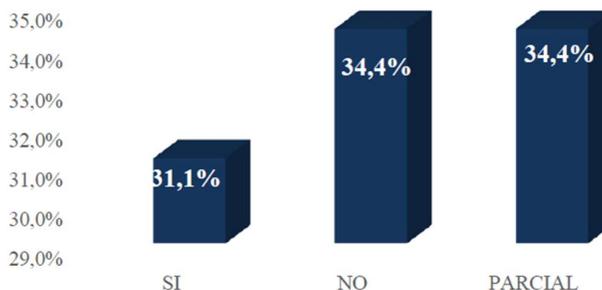
Además, se llevó a cabo una revisión detallada de la documentación existente sobre la gestión de activos, evaluando su conformidad con los requisitos de la norma y su capacidad para respaldar el sistema de gestión. Esta verificación fue crucial para identificar la necesidad de actualizar documentos existentes o crear nuevos que respalden la implementación del Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

La norma ISO 9001:2015 tiene 10 requisitos de cumplimiento obligatorio, gracias al anexo SL, los requisitos macros (principales) se adecuan a los 10 requisitos de la norma ISO 55001:2014, lo que nos permite que ambas normas puedan ser integradas de forma tal que la implementación sea mucho más amigable. Los macro requisitos son [22]:

- (1) Objeto y campo de aplicación
- (2) Referencias normativas
- (3) Términos y definiciones
- (4) Contexto de la organización

- (5) Liderazgo
- (6) Planificación
- (7) Apoyo
- (8) Operación
- (9) Evaluación del desempeño
- (10) Mejora

En el diagnóstico se puede observar que, en muchos casos, la mayor parte de los macro requisitos pueden estar cumplidos de manera óptima pero de manera específica como muestra la figura 2 se tiene mayor incumplimiento y cumplimiento parcial de los requisitos.



**Figura 2:** Porcentaje de Cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 55001 en ELFEC.

Fuente: Elaboración Propia.

Al tener un punto de partida claro se procede a cumplir con los requisitos de la norma uno a uno, de forma sistemática y estructurada para garantizar la integración de normas.

La propuesta de los requisitos 1, 2, 3, 4 y 5 permite una complementación efectiva tanto para la norma ISO 9001:2015 como para la ISO 55001:2014, dada la similitud en su contenido. Esta primera familia de requisitos se centra en la contextualización, lo cual es fundamental para establecer un marco adecuado en el que operar y mejorar continuamente los sistemas de gestión de calidad y de gestión de activos.

Una de las distinciones clave entre un Sistema de Gestión de Activos y un Sistema de Gestión de Calidad radica en el requisito 4, que implica la elaboración de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA). Este componente es crucial dentro de este ámbito, ya que juega un papel fundamental en respaldar el logro de los objetivos establecidos respecto a los activos. El PEGA se centra en la optimización de utilización de recursos, la identificación de necesidades y prioridades, la asignación eficiente de recursos, el desarrollo de estrategias relacionadas con los activos, así como en su monitoreo y revisión periódica para garantizar su efectividad y relevancia continua.

El PEGA es la información documentada que especifica de qué manera los objetivos organizacionales se convierten en objetivos de gestión de activos [23]. Al elaborar el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), es esencial considerar los distintos acápites de la norma ISO 55001:2014 y se debe utilizar los aspectos más relevantes de esta norma como orientación e integrarlos en el plan estratégico. Estos puntos deben ser aprovechados para integrarse de manera coherente y sinérgica, garantizando así una gestión eficiente y alineada con los estándares internacionales, lo que se traducirá en un mejor rendimiento y competitividad organizacional.

La aplicación de las recomendaciones de la norma ISO 55001:2014 [22] en la elaboración del PEGA actúa como una guía para asegurar la cohesión y la eficacia del plan estratégico. Esto contribuirá a una gestión más efectiva de los activos. Ramos nos indica que es recomendable que los activos incluidos en el PEGA sean agrupados por segmentos según las características y necesidades de la organización; por ejemplo, poder clasificarse los activos por su costo, criticidad, nivel de riesgo, entre otros [24].

Es recomendable que el plan de implementación del SGA sea gradual y progresivo, iniciando con activos de los cuales se posea una mejor calidad, trazabilidad y confiabilidad de información. A medida que se recolecte más y mejor información se pueden ir incorporando más activos al PEGA. Lo anterior permite realizar ajustes al plan en caso de no lograr los resultados esperados [24].

El requisito 6 referente a la Planificación, ISO 9001:2015 de Calidad hace referencia al abordaje de riesgos y oportunidades que la organización enfrenta, la ISO 55001:2014 hace referencia al abordaje de riesgos y oportunidades de los activos, pero haciendo un énfasis a la identificación de la criticidad de los activos de acuerdo con un procedimiento que nos permita identificarlo de forma idónea.

La criticidad de los activos se refiere a si un activo puede tener un impacto significativo en el logro de los objetivos de la organización para determinar el nivel de criticidad se deben considerar 3 parámetros en los activos:

- Parámetro Operacional
- Parámetro de Impacto a los Clientes
- Parámetro Financiero

Para el cálculo del Parámetro Operacional se deberá establecer el nivel de criticidad de los activos según la probabilidad de ocurrencia de fallo, como muestra la Tabla 2.

**TABLA 2 - PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FALLO**

| <b>Categorización</b> | <b>Probabilidad de Ocurrencia de fallo</b> | <b>Calificación</b> |
|-----------------------|--|---------------------|
| Muy Alta              | 91% a 100%                                 | 5                   |
| Alta                  | 61% a 90%                                  | 4                   |
| Media                 | 31% a 60%                                  | 3                   |
| Baja                  | 11% a 30%                                  | 2                   |
| Muy Baja              | Menor o igual a 10%                        | 1                   |

Fuente: Elaboración Propia.

La probabilidad puede ser categorizada como:

- Muy Alta: Se espera que ocurra con una frecuencia mayor a 1 vez a la semana.
- Alta: Se espera que ocurra con una frecuencia mayor a 1 vez al mes.
- Media: Es posible que ocurra en 6 meses.
- Baja: Se espera que no ocurra, aunque puede ser concebible.
- Muy Baja: Puede ocurrir solo en casos muy excepcionales.

El Parámetro de Impacto de los Clientes, presentado en la Tabla 3, se calcula de acuerdo al nivel de criticidad de los activos que puede ocasionar un fallo del activo a los clientes.

**TABLA 3 - NIVEL DE CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS SEGÚN LA AFECTACIÓN**

| <b>Categorización</b> | <b>Calificación</b> |
|-----------------------|---------------------|
| Grave                 | 5                   |
| Mayor                 | 4                   |
| Medio                 | 3                   |
| Menor                 | 2                   |
| Insignificante        | 1                   |

Fuente: Elaboración Propia.

El impacto puede ser categorizado como:

- Grave: Efecto de extrema importancia, cuya magnitud afecta en forma significativa a gran cantidad de clientes.
- Mayor: Efecto de importancia considerable, cuya magnitud puede afectar a una cantidad de clientes considerable.
- Medio: implica repercusiones de mediana magnitud se tiene afectación a pocos clientes.
- Menor: Efecto de importancia menor no se tiene afectación a clientes pero su escasa atención puede agravar el impacto.
- Insignificante: que no tiene importancia o de mínima afectación a los clientes. El tiempo de reparación o atención de la emergencia es rutinario.

En la Tabla 4 podemos ver el Parámetro Financiero establece nivel de criticidad de los activos según el costo actual del activo.

Los resultados obtenidos deberán establecerse en la siguiente matriz (Tabla 5) que, sumando los 3 tipos de parámetros, dará como resultado la criticidad de los activos del Sistema de Gestión de Activos siendo el más crítico el que tiene mayor calificación total.

La información encontrada permite priorizar los Activos.

Para que el Sistema de Gestión de Activos pueda integrarse al de Calidad el requisito de la norma 7 referente a Apoyo, en el punto 7.5 “Información documentada” requiere que todos los activos tengan una Hoja de Vida, donde se tenga la información del activo, intervenciones técnicas de mantenimiento y validación o aceptación por parte de un superior

**TABLA 4 - NIVEL DE CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS SEGÚN EL COSTO ACTUAL DEL ACTIVO**

| <b>Categorización</b> | <b>Calificación</b> |
|-----------------------|---------------------|
| Gave                  | 5                   |
| Mayor                 | 4                   |
| Medio                 | 3                   |
| Menor                 | 2                   |
| Muy baja              | 1                   |

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 5 - MATRIZ DE CRITICIDAD**

| <b>Descripción de Activos</b> | <b>Parámetros Críticos</b> |                               |                   | <b>Criticidad</b> |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
|                               | <b>Operacional</b>         | <b>Impacto a los clientes</b> | <b>Financiero</b> |                   |
| Transformador de 34 KVA       | 2                          | 3                             | 3                 | 8                 |
| Camioneta de supervisión      | 1                          | 2                             | 3                 | 6                 |

Fuente: Elaboración Propia.

En referencia al requisito 8 de la norma que habla de la operación del Sistema de Gestión de Activos, se deben establecer y evaluar subcontratistas que realizan trabajos con los activos, considerando así su evaluación, al mismo tiempo se requiere que los mismos contratistas también puedan evaluar los activos utilizados.

Posterior a realizar la revisión del cumplimiento basándonos en la norma se desarrolló la documentación requerida que sirva como evidencia del cumplimiento de la norma ISO 55001:2014. Esta documentación incluye manuales, procedimientos, y registros adaptados a las necesidades específicas de la unidad de subestaciones, estos procesos fueron alineados con los objetivos estratégicos de la empresa, garantizando su relevancia y efectividad. Se identificaron y priorizaron las actividades críticas para la implementación del Sistema de Gestión de Activos. Esta planificación será utilizada para asegurar que la implementación del PEGA, minimizando los riesgos asociados.

La propuesta del marco metodológico para la implementación de la norma ISO 55001:2014 en la empresa ELFEC se concreta en el desarrollo del Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), que está diseñado para garantizar una integración eficaz del Sistema de Gestión de Activos conforme a los requisitos de la norma ISO 55001:2014. Partiendo de revisión de prácticas y un diagnóstico enfocándonos en el caso de estudio que planteamos, se han establecido pasos específicos para la implementación del PEGA. Esta metodología integral no solo se enfoca en cumplir con los requisitos normativos, sino que también busca optimizar el rendimiento de los activos y promover una cultura de mejora continua dentro de la unidad de subestaciones de ELFEC. El enfoque adoptado asegura que todos los aspectos del SGA estén alineados con los estándares internacionales, lo que facilita una gestión de activos eficiente y garantiza una implementación exitosa y sostenible del PEGA.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de un sistema de gestión de activos proporcionará a las organizaciones una serie de beneficios significativos. En primer lugar, el desarrollo de un Plan Estratégico de Gestión de Activos permitirá la identificación y reducción de riesgos a través de la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo planificado y basado en la fiabilidad. Esto asegurará un control efectivo de los activos ante las partes interesadas, incluyendo aspectos financieros, reguladores y aseguradoras.

Además, la prolongación de la vida de los activos mediante un mantenimiento eficaz contribuirá a la optimización de recursos y a la planificación efectiva del cambio, incluyendo programas de sustitución de capital. La gestión y control eficaz del rendimiento de proveedores y subcontratistas fortalecerá las relaciones comerciales, mientras que la mejora de la comunicación y la interacción entre las funciones internas fomentará un entorno de trabajo más colaborativo.

Al equilibrar las necesidades financieras a corto plazo con las necesidades a medio y largo plazo, el sistema de gestión de activos apoyará un enfoque sostenible y a largo plazo en la toma de decisiones. La demostración de la existencia de un sistema de gestión de activos auditado de forma independiente, en conformidad con la norma ISO 55001:2014,

validará la eficacia del sistema, proporcionando una base sólida para gestionar y mitigar riesgos, evaluar el rendimiento en todos los sectores y mejorar el rendimiento financiero en línea con las estrategias de crecimiento de la organización. La aplicación de esta norma brinda un marco integral para una gestión efectiva y sostenible de los activos de la organización.

Para la elaboración del PEGA se propone considerar siguientes lineamientos:

- Análisis situacional lo que implica comprender las necesidades de las partes interesadas.
- Contexto organizacional definir la misión, visión y valores, definición de la dirección futura y los principios fundamentales de la organización.
- Liderazgo y compromiso el definir los roles, responsabilidades y autoridades en la organización.
- Objetivos estratégicos donde se definan metas claras y alcanzables.
- Estrategias planificar las acciones para lograr los objetivos.
- Monitoreo y control que supone realizar seguimiento del progreso y corrección.
- Comunicación y difusión realizando una transmisión efectiva de información en el PEGA.

Todos estos puntos se irán integrando a los acápites de la ISO 55001:2014 siguiendo un orden y realizando la documentación que se requiera.

La integración de un Sistema de Gestión de Activos ISO 55001:2014 es beneficiosa para la organización, esto significa evaluar el retorno de la inversión, considerando tanto los costos directos de implementación como los beneficios potenciales en términos de mejora de la eficiencia operativa, reducción de costos de mantenimiento y prolongación de la vida útil de los activos, considerando los costos elevados de los equipos que una distribuidora de energía eléctrica requiere.

Un Sistema de Gestión de Activos permite tener una visión planificadora, permite definir recursos específicos para mantener y mejorar los activos, ayudando a identificar y priorizar los activos aportando al funcionamiento y el éxito de la organización. Esto implica evaluar los activos en función de su contribución al logro de los objetivos estratégicos, su impacto en la producción o los servicios, su valor financiero y otros criterios relevantes.

De igual forma se puede observar que la gestión del riesgo asociado con los activos es una consideración crítica en la implementación del sistema de gestión de activos. Se debe identificar, evaluar y mitigar los riesgos relacionados con la seguridad, la confiabilidad, el cumplimiento normativo y otros aspectos relevantes para la operación de los activos, para esto es que al desarrollar e implementar el esquema de Elaboración del PEGA en la empresa primero pudimos observar una mejora a nivel de la cultura organizacional y optimización de los recursos como también un correcto seguimiento de los procedimientos y en caso de realizar un continuo seguimiento a los procedimientos de mantenimiento y gestión de los activos podemos optimizar sus vidas útiles.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión, como se ha ido desarrollando y demostrando a la largo del documento la creación de una metodología específica para la elaboración de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) es una opción viable y efectiva, especialmente cuando se aplica en el contexto particular en empresas de distribución de energía eléctrica. A lo largo del desarrollo de este estudio, se ha evidenciado que, ante la ausencia de un marco metodológico claro y coherente que guíe el cumplimiento del PEGA que garantiza un cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 55001:2014, la implementación de una metodología adaptada a las necesidades y características del caso de estudio la empresa ELFEC no solo es factible, sino también necesaria.

El desarrollo de este artículo ha permitido identificar que, a pesar de los esfuerzos y estudios previos, no se ha logrado establecer una metodología unificada y específica que guíe a las empresas en la elaboración de un PEGA que realmente cumpla con los requisitos de la ISO 55001:2014. Esta falta de una metodología clara se traduce en una implementación fragmentada y en la dificultad para garantizar un enfoque sistemático en la gestión de activos.

A partir del trabajo realizado, se logró plantear una metodología para el diseño de un PEGA conforme a la norma ISO 55001:2014, que incluye la creación de la información documentada y la evidencia necesaria para una futura implementación dentro de ELFEC, los procedimientos planteados en la Figura 3 se irán integrando a los acápites de la ISO 55001:2014.

Este diseño servirá como base para la empresa en caso de decidir proceder con la implementación y las auditorías correspondientes. El diagnóstico inicial reveló que ELFEC actualmente cumple con el 31% de los requisitos de la norma, lo cual es atribuible a su Sistema Integrado de Gestión existente. Además, se elaboró el plan estratégico de

gestión de activos que servirá como documento base del sistema, y se detallaron las etapas necesarias para la debida implementación con esta metodología implementada no solo se facilita el cumplimiento normativo, sino que también optimiza la gestión de los activos, promueve la eficiencia operativa y contribuye al logro de los objetivos estratégicos de la organización.

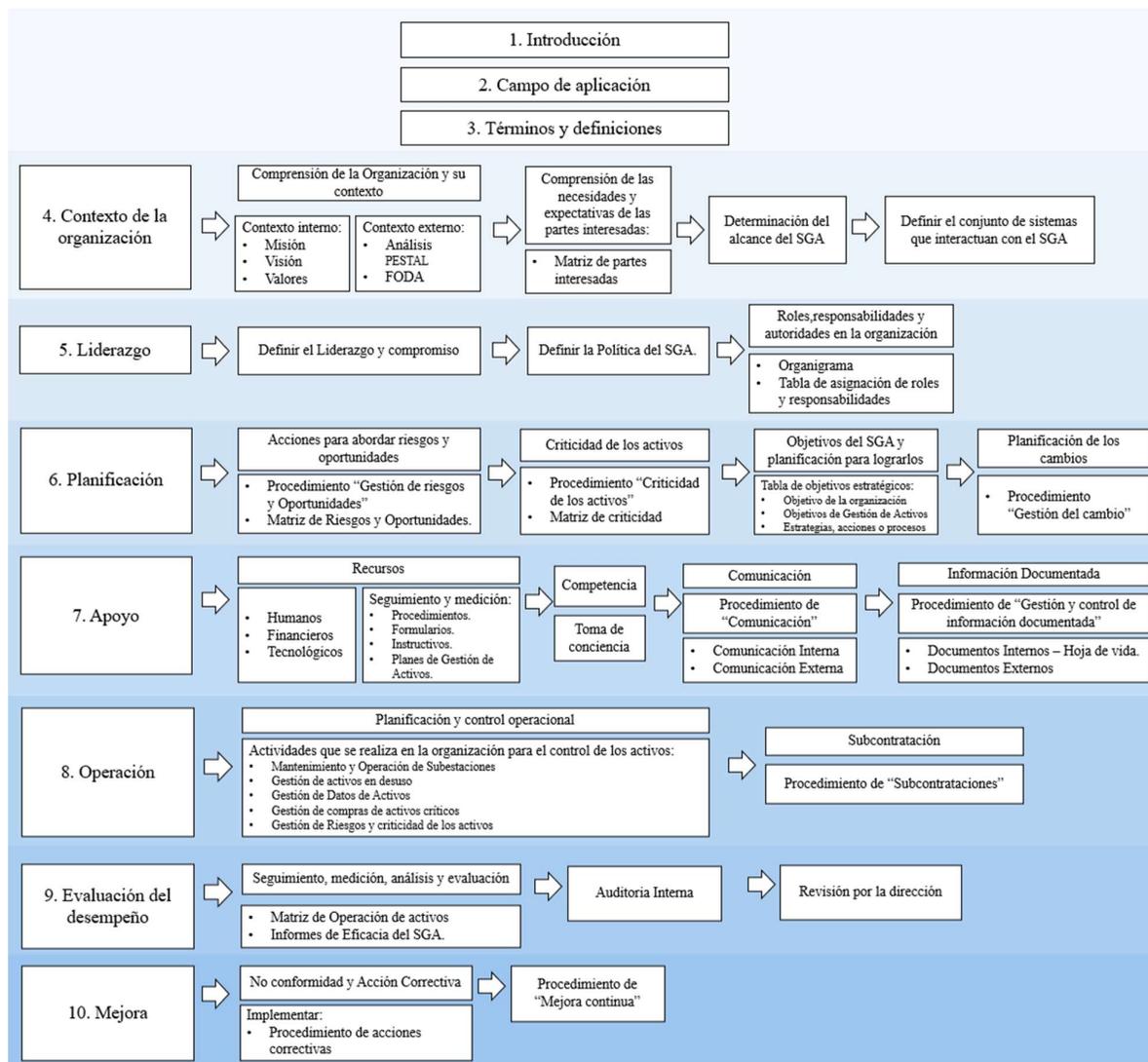


Figura 3: Esquema de Elaboración del PEGA.

Este caso de estudio de ELFEC demuestra que la implementación de un PEGA basado en una metodología bien estructurada es una solución práctica y efectiva para cumplir con los requisitos de la norma ISO 55001:2014. Esta metodología no solo facilita el cumplimiento normativo, sino que también optimiza la gestión de los activos, promueve la eficiencia operativa y proporciona a las empresas una herramienta poderosa para mejorar su competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS

[1] P. L. Joskow y R. Schmalensee, *Regulación por incentivos para las empresas de servicios eléctricos*, vol. 174. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía, 1999. Consultado: el 3 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://files.pucp.education/departamento/economia/DDD174.pdf>

[2] H. Alegre, D. Vitorino, y S. Coelho, "Infrastructure Value Index: A Powerful Modelling Tool for Combined Long-term Planning of Linear and Vertical Assets", *Procedia Eng.*, vol. 89, pp. 1428–1436, ene. 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.11.469.

[3] E. Gavrikova, I. Volkova, y Y. Burda, "Strategic Aspects of Asset Management: An Overview of Current Research", *Sustainability*, vol. 12, núm. 15, Art. núm. 15, ene. 2020, doi: 10.3390/su12155955.

- [4] M. A. Nava Rosillón, “Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente”, *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 14, núm. 48, pp. 606–628, dic. 2009.
- [5] Organización Internacional de Normalización, “ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements.” 2015.
- [6] C. Chow-Chua, M. Goh, y T. Boon Wan, “Does ISO 9000 certification improve business performance?”, *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 20, núm. 8, pp. 936–953, ene. 2003, doi: 10.1108/02656710310493643.
- [7] D. Prajogo y A. S. Sohol, “The relationship between TQM practices, quality performance, and innovation performance: An empirical examination”, *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 20, núm. 8, pp. 901–918, ene. 2003, doi: 10.1108/02656710310493625.
- [8] A. I. Agudelo Pulido, “Propuesta de modelo de gestión de activos fijos con enfoque en procesos”, *Signos Investig. En Sist. Gest.*, vol. 5, núm. 2, pp. 45–56, 2013.
- [9] P. Aparicio Ruiz, L. Onieva, J. Muñuzuri, y C. Ramos Salgado, “Modelo de gestión de activos para empresas de infraestructuras hídricas”, jul. 2022, doi: 10.37610/dyo.v77i0.621.
- [10] M. Depool, A. Tibaire, L. Amendola, L. Borrell, y A. Sánchez, “DESIGN OF A STRATEGIC PLAN ASSETS MANAGEMENT WITH SUPPORT OF RELIABILITY BASED RESTRICTIONS: ENERGY SECTOR. Congress on Project Management and Engineering Cartagena. - Buscar con Google”, Consultado: el 13 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.aeipro.com/files/congresos/2016cartagena/01034.4540.pdf>
- [11] H. Alegre, D. Vitorino, y S. Coelho, “Infrastructure Value Index: A Powerful Modelling Tool for Combined Long-term Planning of Linear and Vertical Assets”, *Procedia Eng.*, vol. 89, pp. 1428–1436, ene. 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.11.469.
- [12] J. Woodhouse, *Asset management decision-making: The SALVO process*. Woodhouse Partnership Limited, 2014.
- [13] A. F. Cerón, I. F. Orduña, G. Aponte, y A. A. Romero, “Panorama de la Gestión de Activos para Transformadores de Potencia”, *Inf. Tecnológica*, vol. 26, núm. 3, pp. 99–110, jun. 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000300014.
- [14] A. Peláez-Parra, G. D. Zapata-Madrigal, y R. García-Sierra, “Gestión de la obsolescencia de activos digitales en el sector eléctrico”, *Rev. UIS Ing.*, vol. 20, núm. 1, Art. núm. 1, 2021, doi: 10.18273/revuin.v20n1-2021004.
- [15] M. A. Nava Rosillón, “Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente”, *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 14, núm. 48, pp. 606–628, dic. 2009.
- [16] A. Thomson, “The SALVO Project: Innovative approaches to decision-making in the management of aging assets”, *Asset Manag. Maint. J.*, vol. 25, núm. 5, pp. 36–43, 2012.
- [17] M. U. L. Ganchozo, L. J. V. Yarlequé, y S. D. V. Macías, “Diseño del sistema de gestión de activos físicos según norma ISO 55001: 2014”, *Rev. InGenio*, vol. 3, núm. 1, pp. 81–88, 2020.
- [18] O. EA, P. K. Olulope, E. T. Fasina, y A. Bankole, “Overview of assets management in power system distribution network using computational intelligence approaches.”, Consultado: el 13 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/ElijaOlajuyin/publication/361141536\\_Overview\\_of\\_assets\\_management\\_in\\_power\\_system\\_distribution\\_network\\_using\\_computational\\_intelligence\\_approaches/links/629f48b355273755ebda8dfb/Overview-of-assets-management-in-power-system-distribution-network-using-computational-intelligence-approaches.pdf](https://www.researchgate.net/profile/ElijaOlajuyin/publication/361141536_Overview_of_assets_management_in_power_system_distribution_network_using_computational_intelligence_approaches/links/629f48b355273755ebda8dfb/Overview-of-assets-management-in-power-system-distribution-network-using-computational-intelligence-approaches.pdf)
- [19] R. A. Z. Giraldo, *Creación y consolidación de empresas: teoría, práctica y aplicación*. Ecoe Ediciones, 2007.
- [20] M. Wang, J. Tan, y Y. Li, “Design and implementation of enterprise asset management system based on IOT technology”, en *2015 IEEE international conference on communication software and networks (ICCSN)*, IEEE, 2015, pp. 384–388. Consultado: el 13 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7296188/>
- [21] A. A. Romero, E. E. Mombello, y G. Ratta, “An overview on power transformer management: Individual assets and fleets”, en *2012 Sixth IEEE/PES Transmission and Distribution: Latin America Conference and Exposition (T&D-LA)*, IEEE, 2012, pp. 1–7. Consultado: el 13 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6319081/>
- [22] Organización Internacional de Normalización, “ISO 55001:2014 Gestión de activos — Sistemas de gestión — Requisitos”. Organización Internacional de Normalización (ISO), 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:55001:ed-1:v1:es>
- [23] T. A. Depool Malave, L. Amendola, L. Borrell, y A. Sanchez, “Diseño de un plan estratégico de gestión de activos con soporte de confiabilidad basada en la restricción: Caso sector energético”, 2016, Consultado: el 7 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dSPACE.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/767>
- [24] S. L. Ramos Peñaloza y R. H. Reales Villa, “Manual para la implementación del sistema de gestión de activos en empresas del sector eléctrico en Colombia, según la NTC ISO 55001”, *Manual para la implementación de un SGA en empresas del sector eléctrico*, 2023, Consultado: el 13 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/37589>