



# Capítulo 2

## Modelo normativo y especificaciones técnicas para la gestión de activos en Centros de Investigación y Desarrollo (I+D)

Gladys Elena Rueda Barrios<sup>1</sup>  
Jaime José Riascos Bueno<sup>2</sup>  
Rossvan Johan Plata Villamizar<sup>3</sup>

- 
- 1 PhD. TI en Organizaciones, profesora de la Facultad de Administración de Empresas, investigador categoría asociado en Colciencias, Líder del Grupo de Investigación en Administración —GIA categoría A, Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga. Correo electrónico: gladys.rueda@upb.edu.co
  - 2 Profesional en Ingeniería Industrial, integrante del Semillero de Investigación SIMIPYME Facultad de Administración de Empresas, Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga. Correo electrónico: Jaime.riascos.2013@upb.edu.co
  - 3 Profesional de Confiabilidad e Integridad del departamento de Gestión de Infraestructura y Activos de I+D -Centro de Innovación y Tecnología – ICP. Correo electrónico: rossvan.plata@ecopetrol.com.co



## Resumen

El presente trabajo aborda una aproximación teórica en gestión de activos, normatividad y especificaciones técnicas vigentes, así como su adopción e implementación en centros de investigación y desarrollo (I+D), para concluir con unos lineamientos específicos en la gestión de activos I+D. En primer lugar, se realizó una revisión teórica de la conceptualización de activos, las características de los activos I+D y los activos industriales, el ciclo de vida del activo y el sistema de gestión de activos. En segundo lugar, se identificaron las normativas y especificaciones técnicas existentes que aplican en las etapas del ciclo de vida del activo. Posteriormente, se identificaron los procesos actuales y el nivel de madurez de la gestión de activos aplicados en el Centro de Innovación y Tecnología bajo los requisitos estipulados por la NTC-ISO 55001 del año 2015. Finalmente, se pudo establecer que los activos I+D deben gestionarse de forma distinta a los activos industriales por su contexto organizacional, por los objetivos estratégicos de la organización, la finalidad y las fronteras de actuación frente a las etapas del ciclo de vida. Es evidente que el sistema de gestión para activos I+D debe cumplir como mínimo con todos los requisitos expuestos por la NTC-ISO 55001, pero a su vez considera incorporar a partir del análisis de las demás normas y especificaciones técnicas existentes, otros aspectos que consoliden una normativa específica orientada a centros de I+D.

**Palabras clave:** activo I+D, activo industrial, ciclo de vida, confiabilidad, mantenibilidad.

## 2.1 Introducción

La gestión de activos se ha convertido en una apuesta atractiva para las organizaciones porque permite lograr los objetivos estratégicos y generar valor a partir de las etapas del ciclo de vida de sus activos. Sin embargo, para garantizar la efectividad de dicha estrategia, es necesario, en primera instancia, contar con un rumbo estratégico bien definido, para luego, traducir dichos lineamientos en directrices, objetivos y actividades propias para gestionar cada etapa del ciclo de vida. En segunda instancia, es necesario identificar aquellos factores capaces de afectar el funcionamiento de los activos físicos y las actividades contenidas en los procesos de gestión; dichos factores se centran en los cambios que se presentan en el contexto, la finalidad del activo, su tasa de uso y su naturaleza misma. Con base en lo anterior, y comparando a los activos físicos presentes en centros de I+D con los activos físicos que participan o hacen parte de los sistemas de producción, se establece que estos no pueden gestionarse de la misma forma, debido a las divergencias que se encuentran en los factores influyentes mencionados. Por tal razón, es necesario definir los requerimientos y condiciones necesarias para gestionar activos físicos que participen o hagan parte de procesos que generen capital intelectual, desarrollo tecnológico o cualquier tipo de activo intangible.

El sistema de gestión de activos agrupa procesos y actividades, que antes funcionaban de manera independiente, como la intervención de la máquina desde el mantenimiento correctivo, técnicas de ingeniería de mantenimiento, ingeniería de confiabilidad, y el ciclo de vida de los activos, todas ellas en busca de la alineación del plan estratégico de la organización, plan estratégico de gestión de activos, y el plan operativo de activos. Actualmente, las empresas se deben preguntar ¿cómo generar valor a partir de los activos?, ¿cuáles son los requerimientos que debe cumplir la organización para implementar actividades de gestión de activos?, ¿de qué manera se integra el mantenimiento con la gestión de activos?, y ¿cómo alinear estas prácticas con los objetivos corporativos que planea alcanzar la organización? Preguntas que propician realizar una investigación en la literatura científica para identificar el estado actual de

la temática y el cuerpo normativo que regula a las organizaciones en esta materia. Es así, que este capítulo presenta una síntesis de los resultados encontrados a partir de las técnicas metodológicas aplicadas para el análisis de la revisión documental en la literatura publicada en revistas de alto impacto científico, en libros especializados y en la normativa nacional e internacional.

## 2.2 Revisión de la literatura

### 2.2.1 Antecedentes

Según Latino y Latino, a lo largo de la historia, el hombre ha inventado y mejorado constantemente máquinas, procesos y habilidades con el propósito de abastecer en su totalidad las necesidades, requerimientos y expectativas de una demanda cambiante y creciente, tanto de productos como de servicios. Por tal motivo, se han desarrollado diferentes técnicas y disciplinas especializadas en el análisis de problemas o eventos de fallos presentes en máquinas, procesos, e incluso, en el talento humano [1].

Para analizar el origen y evolución de las técnicas y disciplinas creadas para gestionar los activos, es imprescindible hacer mención, de forma breve, a los acontecimientos o sucesos ocurridos a lo largo de la historia que fueron forjando, sistemáticamente, todo el cuerpo normativo y estandarizado que encierra la implementación de un sistema de gestión de activos.

Durante los años 80, las organizaciones industriales implementaron políticas alineadas a la reducción de la capacidad de producción con el propósito de reducir costos para dar respuesta a la crisis económica que se vivía en esa época (denominada reconversión industrial). Tal crisis económica fue originada por la disminución desmesurada del precio del petróleo ocurrida desde el año 1973 hasta 1979, y como consecuencia de estos cambios, se desaceleró el crecimiento económico mundial, aumentó la inflación, se disminuyeron las tasas de crecimiento y se disparó el desempleo, por lo que las industrias, sin discriminar el sector, se vieron obligadas a reconver-

tirse, incentivando la innovación tecnológica, los ahorros de energía y reduciendo las plantas de personal. Esta disminución trajo consigo grandes pérdidas en la seguridad, la producción y en general, al parque industrial, debido a la falta de evaluación de riesgos [2].

Para el año 1990 nació la *North American Maintenance Excellence Award* (NAME), para hacer frente a los problemas de productividad que vivían las industrias, esta iniciativa hace referencia a programas que reconocen a las organizaciones estadounidenses que han logrado el éxito a la hora de implementar procesos de mantenimiento para permitir la excelencia operativa e impulsar la calidad y competitividad orientada hacia la búsqueda de "mejores prácticas" [3]. Tres años más tarde (1993), se creó en el Reino Unido el Institute of Asset Management (en adelante IAM), en donde se agruparon diferentes organizaciones con un único fin: compartir experiencias y mejores prácticas. Las nuevas prácticas generadas del IAM adoptaron como nombre *Assets Management*, que en español significa gestión de activos. Estas nuevas orientaciones conllevaron cambios revolucionarios en las industrias del Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda. Se considera que a partir de este año empieza a desarrollarse conceptualmente la filosofía gerencial de la gestión de activos. Para el año 1998, los tipos de industrias y mercados vieron la necesidad de enfocar los *Assets Management* a cada área de interés, fortaleciendo las bases de las mismas, pero de una manera especializada.

En el año 2003 se creó el Comité de *British Standard en Asset Management*, con el propósito de dar respuesta a la creciente demanda de la industria de la estandarización de la gestión de activos. Sin embargo, se realizó la publicación hasta el año siguiente, conocida como *British Standard PAS 55*, que estableció 28 requerimientos y tomó como base normas de estandarización ya existentes, como lo son la ISO 9000, ISO 14000 y OSHA 18000. La característica de este estándar era su flexibilidad en cuanto a que podía ser aplicable a cualquier tipo de organización, donde los activos físicos fueran un factor crítico para el cumplimiento de los objetivos de la empresa. En el año 2008 se internacionaliza la guía PAS 55, debido al éxito en las diferentes industrias en donde

se implementó, y aparece disponible en nuevos idiomas como el español. En el año 2010, el comité técnico de la ISO decidió la creación de un estándar internacional para la gestión de activos basado en el documento de la PAS 55.

El IAM publica en el 2012 el documento *Asset Management: an anatomy*, en el que hace una comparación entre la disciplina de la anatomía del cuerpo humano y la anatomía de la gestión de activos, desarrollando conceptualmente un modelo de gestión de activos que encierra seis importantes grupos de actividades requeridas [4]:

- Planificación estratégica.
- Toma de decisiones.
- Organización y personas.
- Conocimiento sobre el activo.
- Ciclo de vida del activo.
- Revisión de riesgos.

Finalmente, en el 2014 se publica libremente la norma ISO 55000, correspondiente a toda el área de gestión de activos [5].

## 2.2.2 Conceptualización y teorías

### Activos

De acuerdo con la ISO 55000, "un activo es todo aquello que posee valor potencial o real para una organización" [6], este valor varía de acuerdo al tipo de organización y sus partes interesadas. Los activos son recursos controlados por una organización, como resultado de sucesos pasados, del cual se espera obtener un beneficio económico en un periodo de tiempo futuro. Los activos tienen la capacidad de generar bienes y servicios que, finalmente, intervienen en la satisfacción de las necesidades o requerimientos de los clientes, es decir, contribuyen con la obtención del flujo de efectivo dentro de una organización [7].

De acuerdo con la norma técnica colombiana, Los activos se clasifican por dos vertientes: activos tangibles e intangibles o finan-

cieros y no financieros. De acuerdo con la PAS 55-1(2008), en una organización se integran diferentes tipos de activos (ver figura 2.1).

Figura 2.1. Clasificación de los activos



Fuente: elaborado a partir de PAS 55-1(2008).

No obstante, el centro de este estudio son los activos tangibles que hacen parte de los centros de I+D y no el conjunto de activos anteriormente expuestos, sin embargo, es importante destacar que los demás activos se tienen en cuenta para gestionar los activos tangibles en la medida que estos afectan sus procesos y actividades [8].

Los activos financieros hacen referencia a las cuentas más líquidas de una empresa. Es decir, son aquellos activos, que, debido a su naturaleza, se convierten con facilidad en dinero en efectivo al corto plazo [9].

Los activos intangibles son aquellos cuyo valor no proviene de su naturaleza física. Por tal motivo, transmiten derechos, especiales mediante patentes, derechos de autor, marcas comerciales y otros trabajos creativos producto de procesos de innovación y el desarrollo tecnológico [10].

Los activos tangibles hacen referencia a aquellos objetos físicos que son perceptibles a la vista y al tacto. También son llamados activos fijos o activos de planta. Se caracterizan por estar relacionados con la generación de ingresos durante prolongados periodos de tiempo, debido a que están presentes en los procesos de producción, venta y servicios [10].

Los activos tangibles deben cumplir con las siguientes características para pertenecer a esta categoría [11]:

- Que la empresa los utilice permanente en el cumplimiento de su objeto social.
- Que se utilicen para la producción de bienes y servicios.
- Que no estén destinados a la venta.
- Que tenga una vida útil mayor a un año.

Los edificios, equipos, mobiliario, enseres, maquinarias, automóviles y camiones son ejemplos de activos fijos que se deprecian a lo largo de su vida útil. Los recursos naturales o activos agotables son una forma de activos fijos, cuyo costo se distribuye en periodos futuros y que se cargan a un activo que se conoce como agotamiento. Los yacimientos de minerales como el petróleo y el gas, así como los bosques y los terrenos cultivados son ejemplos de recursos o activos naturales que se agotan al ser extraídos o removidos de la tierra [12].

Los terrenos son activos de duración ilimitada, por lo tanto, no son susceptibles de ser depreciados. Cabe mencionar que los terrenos y edificios adquiridos con fines especulativos, es decir, que están desocupados, no se clasifican como activos fijos sino como inversiones a largo plazo [12].

### Gestión de activos

La norma técnica colombiana [13] reconoce como gestión de activos a las actividades coordinadas de una organización, que tienen como propósito generar valor a partir de los activos. Por otro lado, El IAM [14] la define como “el arte y la ciencia de tomar las decisiones correctas y optimizar los procesos de selección, mantenimiento, inspección y renovación de los activos”. Para Parra y Crespo [1], el objetivo clave de la gestión de activos es minimizar el costo de vida total de los activos, en donde participan otros factores críticos, como lo son el riesgo o la continuidad del negocio, que, a su vez, deben ser considerados objetivamente para la toma de decisiones.

La PAS 55 [15] ofrece una definición más amplia sobre la gestión de activos: “Son actividades y prácticas sistemáticas y controladas a través de las cuales una organización gestiona óptimamente sus activos, su desempeño asociado, sus riesgos y gastos a través de su ciclo de vida, con el objetivo de cumplir con el plan estratégico de la organización y generar valor”.

Las definiciones encontradas anteriormente relacionan la gestión de activos con la generación de valor a partir de los mismos, sin embargo, es importante relacionar la gestión de activos con sostenibilidad, definir la gestión de activos como el proceso de integración de la gestión, las finanzas, las prácticas económicas y de ingeniería, que tienen como objetivo generar valor durante el ciclo de vida de un activo, pero que a su vez, brinde niveles adecuados de servicio para el cliente, comunidades y medioambiente. Lo anterior bajo niveles de riesgos aceptables. Para alinear la gestión de activos con prácticas sostenibles, es necesario que las actividades involucradas se desarrollen bajo diferentes escalas espaciales y temporales. En el corto plazo, deben estar estas actividades relacionadas con las operaciones y el mantenimiento; en el mediano plazo el enfoque de las actividades se relaciona con la gestión táctica de los activos; en el largo plazo se involucra la gestión estratégica de activos. En cualquier periodo de operación, son los activos existentes los que aportan a los resultados ambientales, y con los activos existentes,

la organización identifica oportunidades que tienen el impacto de generar cambios en la operación, mantenimiento y gestión de activos que, finalmente, repercuten en los objetivos sostenibles [16].

La gestión de activos cuenta con un conjunto de elementos que son proporcionados por diferentes áreas funcionales de la organización. No obstante, parte de la base de la planeación estratégica (ver figura 2.2).

Figura. 2.2. Elementos de la gestión de activos



Fuente: Elaborado a partir de la ISO 55000 [6].

Para realizar eficazmente la gestión de activos, en primera instancia, es necesario identificar los tipos de activos que posee una organización. Para ello, es necesario definir los factores que son propios de la actividad operativa de una unidad de negocio, como lo son:

- La naturaleza y propósito de la organización.
- El contexto operacional. Relacionado directamente con el área de producción de la empresa.
- Las restricciones financieras y requisitos reglamentarios.
- Los intereses, propósito y expectativas de los agentes relacionados con la organización.

La gestión de activos conduce a la organización hacia los siguientes beneficios:

- Mejora el desempeño financiero, que se ve reflejado a través de la mejora del retorno sobre la inversión.
- Fortalece la toma de decisiones por parte de la empresa, y genera un eficaz equilibrio entre costos, riesgo, oportunidad y desempeño.
- Existe un mayor control de todas las áreas que componen a una organización, generando una mejor gestión de los riesgos.
- Mejoras en resultados y servicios, generando resultados finales que superan expectativas del cliente y demás partes interesadas.
- Mejora la capacidad de la organización y disminuye la ocurrencia de factores que produzcan impactos medioambientales y sociales.
- Mejora la reputación de la empresa.
- Mejora la sostenibilidad organizacional.

#### *Ciclo de vida del activo*

Según Sánchez y Rodríguez (2010), en una unidad de negocio, la competitividad y sostenibilidad dependen directamente del desempeño y del costo del ciclo de vida de sus activos físicos [17].

La norma UNE-EN-60300 [18], define el ciclo de vida de un activo como el intervalo de tiempo entre la concepción del activo hasta la eliminación o desincorporación del mismo. La ingeniería del ciclo de vida estudia cada una de las etapas que componen al activo dentro de una organización (ver figura 2.3).

Las actividades desarrolladas durante la idea de negocio hasta la definición del proyecto detalle, están relacionadas con la identificación de nuevas oportunidades, el análisis del concepto y las opciones que se presentan en el sistema, la selección de la tecnología, la toma de decisiones y los esquemas de incentivos por garantías. Durante la fase de fabricación hasta la adquisición de elementos de apoyo, se tienen en cuenta los compromisos de diseño adquiridos, la selección de las fuentes, el control de la configuración y cambio,

las estrategias de ensayo y soporte, adaptación del funcionamiento y, finalmente, la introducción del nuevo activo [18].

Figura 2.3. Etapas del ciclo de vida de un activo físico



Fuente: Parra y Crespo (2012) [1].

Las actividades contenidas desde la puesta en marcha hasta la evaluación de alternativas están relacionadas con la integración y verificación del sistema, estrategias de reducción de costos, supervisión de funcionamiento y mantenimiento del activo, planes de modificación y mejora y logística de mantenimiento y optimización de recursos. Finalmente, las actividades relacionadas con la desincorporación están relacionadas con el impacto de costo de eliminación, diseño del esquema de reemplazo o renovación y la evaluación del impacto medioambiental [18].

### *Sistema de gestión de activos*

Se conoce como sistema de gestión de activos “al conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan entre sí para determinar las políticas, objetivos y procesos que logren la consecución de los objetivos de la gestión de activos”. Incluye elementos como políticas, planes, procesos de negocio y sistemas de información. Todos estos elementos se interrelacionan entre sí con el propósito de asegurar la ejecución de las actividades de la gestión de activos. Es decir, el sistema de gestión de activos dirige, coordina y controla las actividades de la gestión de activos [8].

Implementar un sistema de gestión de activos impacta a todas las áreas de la organización y sus partes interesadas, como lo son los servicios externos y proveedores debido a la integración de múltiples actividades pertenecientes a otras áreas, que normalmente se encuentran aisladas entre sí.

#### **Elementos de un sistema de gestión de activos**

**Contexto de la organización.** Para implementar un sistema de gestión de activos la organización debe contemplar su contexto interno y externo. El contexto interno incluye el ambiente social, cultural, económico, físico y restricciones reglamentarias. Por otro lado, el contexto externo incluye la cultura organizacional, la misión, visión y valores de la organización. También se tienen en cuenta las influencias de las partes interesadas. Esto último es clave para la toma de decisiones en cuanto a la formulación de políticas, reglas y objetivos organizacionales.

**Liderazgo.** Los líderes de todos los niveles se encuentran involucrados en el diseño y desarrollo de las políticas y objetivos, y de la alineación de estos con los organizacionales. Por tal motivo, se encuentran relacionados directamente con la planificación, implementación y control del sistema de gestión de activos. Promueven valores y lineamientos que orientan a la implementación de los sistemas de gestión de activos. Además, son responsables de asegurar los recursos necesarios para el sistema de gestión de activos,

mitigar los conflictos organizacionales y comunicar los objetivos del sistema de gestión de activos a todos los empleados.

**Planificación.** Actividades de planificación que generen los objetivos organizacionales que proveen el contexto general para las actividades organizacionales, incluyendo las actividades de gestión de activos. Dentro de la planificación va incorporada la política de gestión de activos, que contiene los principios mediante los cuales la organización se propone aplicar la gestión de activos para alcanzar sus objetivos organizacionales.

La política de gestión de activos se documenta en un plan estratégico de gestión de activos, también conocido como PEGA, que hace referencia a información documentada que especifica de qué manera los objetivos organizacionales se convierten en objetivos de gestión de activos, a su vez, brinda el enfoque para desarrollar los planes de la gestión de activos y el rol del sistema de gestión de activos como parte fundamental para lograr los objetivos organizacionales.

**Enfoque de los sistemas de gestión integrados.** Por la naturaleza propia del sistema de gestión de activos, es imprescindible que se construya un enfoque de sistemas de gestión integrados, donde el de gestión de activos interactúe constantemente con los sistemas de gestión de calidad, financiero, de gestión de riesgos, salud y seguridad ocupacional, entre otros (véase la ISO 55000).

## 2.3 Metodología

Las características metodológicas presentan un enfoque mixto que aplica técnicas cualitativas y técnicas cuantitativas, con alcance descriptivo y exploratorio; las técnicas cualitativas se emplearon para el análisis de la revisión documental a partir de las publicaciones en revistas de alto impacto científico, libros especializados y la normativa nacional e internacional.

Como criterios de búsqueda en las bases de datos SCOPUS y EBSCO se emplearon descriptores claves como activos, ciclo de vida,

gestión de activos y mantenimiento; y períodos de publicación entre 2010 y 2017, obteniendo un total de 15 952 documentos en la base de datos SCOPUS y 84 147 en EBSCO. De estos 454 en SCOPUS, y 7471 de EBSCO, se concentraban en revisión teórica. A partir de este último filtro, se seleccionaron los artículos publicados en revistas de ingeniería, economía, negocios, gestión y administración, obteniendo 177 en SCOPUS y 226 en EBSCO. Finalmente, luego de la lectura y análisis de las publicaciones, se consideraron 22 documentos con clasificación Q1 a Q4 y relacionados directamente con la gestión de activos, industria, ciclo de vida y gestión de riesgo. Aunque se contaba con un número significativo de documentación valorada, es necesario recalcar que la mayoría de documentos contextualizaban la gestión de activos con base en la PAS 55 o la ISO 55000. Es decir, en la gran parte de la documentación, no había un enfoque diferente al normativo. Para la selección de los libros especializados, los criterios de búsqueda fueron más flexibles. Solo se tuvieron en cuenta libros publicados a partir del año 2007. Además, que sus autores tuvieran una formación académica especializada en el área de estudio y, a su vez, se encontraran vinculados a universidades o centros de investigación especializados en la gestión empresarial.

De otra parte, se diseñó, y desde el enfoque cuantitativo se aplicó, una encuesta para realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos de gestión de activos físicos en centros de I+D (anexo 2.2). El instrumento evalúa la percepción que tienen los funcionarios líderes de la operación y mantenimiento de los activos en centros de I+D, evalúa la percepción de aquellos involucrados en la planeación, evaluación y mejoramiento continuo. El nivel de percepción se mide con escala Likert valoradas desde 5 (*totalmente de acuerdo*) a 1 (*totalmente en desacuerdo*). Las variables a analizar son: planeación estratégica, intervención de la alta gerencia en la gestión de activos, planeación, operación y mantenimiento, evaluación y mejoramiento en la gestión de activos. Cada uno de los enunciados se elaboró con base en los requerimientos descritos en la NTC-ISO 55001 de 2015.

Los resultados de la investigación se representan en tres partes. En la primera parte, se definen las diferencias entre activos

industriales y activos de I+D a partir de la revisión bibliográfica, de especificaciones técnicas y normativas que se realiza sobre la gestión de activos. Asimismo, se precisan las características sobre gestión de activos y su sistema de gestión. En el segundo apartado, se presenta una consolidación de normas para crear, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos adecuado para activos I+D. Finalmente, se propone un instrumento para medir el grado de cumplimiento de los requisitos expuestos por la NTC-ISO 55001 para activos en centros de I+D.

## 2.4 Resultados

### 2.4.1 Diferencias entre activos industriales y activos de I+D

Los activos industriales son bienes tangibles que posee una organización para desarrollar los procesos y servicios de las actividades primarias de las industrias. Es decir, intervienen o hacen parte de la producción o transformación de materias primas para la elaboración de bienes y la prestación de servicios [19]. Los activos industriales son aquellos cuya funcionalidad tienen como destinación en procesos de producción industrial. Por tal motivo, hacen parte de este grupo las máquinas y equipos, infraestructura de automoción de procesos industriales, infraestructura costera y costa afuera y demás infraestructura industrial [20].

Del término activo I+D no se encuentra evidencia que defina su conceptualización, así como tampoco se encontró en la revisión de las normativas existentes. Para dar una apreciación sobre qué es un activo de I+D es necesario enfocarse en el significado de investigación y desarrollo. Los centros de I+D son organizaciones dedicadas al desarrollo de proyectos de investigación aplicada, al desarrollo de tecnología propia y actividades de transferencia que responden a las necesidades y oportunidades de desarrollo social y económico del país, sus regiones o ciudades [21].

Con base en lo anterior, se establece que los activos I+D son los activos tangibles esenciales para generar procesos de creación de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico a partir de la experimentación en centros de I+D, y sus resultados llevan al logro de patentes, modelos, metodologías y otros tipos de capital intelectual que se transfieren al sector industrial y a la sociedad en general. Los activos que hacen parte de este grupo son los laboratorios, plantas piloto y demás equipos que hacen parte de los procesos misionales de un centro de innovación y tecnología.

Para identificar las diferencias entre los activos industriales y de I+D es necesario aclarar su contexto operativo y destinación. Los activos industriales operan en sistemas productivos establecidos en fábricas o instalaciones adecuadas a condiciones físicas necesarias para desarrollar las actividades determinadas. Por lo general, cuentan con una vida útil extensa, sin embargo, varía de acuerdo con su funcionalidad. En los activos industriales, las empresas deben velar por mantener su capacidad instalada a lo largo de su uso a fin de no afectar la productividad de la misma y asegurar altos índices de confiabilidad.

Los activos I+D no hacen parte de sistemas productivos. Sus operaciones se desarrollan en laboratorios o plantas piloto que permitan llevar a cabo procesos de experimentación dentro de proyectos de investigación y de desarrollo tecnológico. Al no hacer parte de sistemas productivos, su eje de mayor atención no es la capacidad instalada que este genere, sino la probabilidad de que el activo desempeñe su función, libre de fallos, bajo determinadas condiciones y durante el periodo de tiempo que se requiera. Lo anterior se debe a que los activos I+D no están destinados para cumplir con un volumen dado de producción, por lo cual, su operación no es tan reiterativa, como sí sucede en los activos industriales. Los activos I+D están destinados para realizar tareas específicas o detalladas que hagan parte de los procesos operacionales predestinados para la generación de nuevo conocimiento y tecnología.

## 2.4.2 Ciclo de vida en activos industriales y activos I+D

Hay que partir que independientemente de las diferencias en cuanto al contexto en el que operan y su destinación, ambos activos son de naturaleza tangible, por lo cual, cuentan con un ciclo de vida definido por las mismas etapas expuestas en este documento.

Sin embargo, al realizar la división propuesta por Sánchez y Rodríguez (2010), se identifican diferencias en cuanto al alcance o fronteras de acciones que posee una organización de tipo industrial frente a los centros de I+D al pretender gestionar el ciclo de vida de sus activos tangibles.

Las empresas de tipo industrial, por lo general (no siempre), intervienen en el diseño y fabricación del activo industrial. Por lo cual, este tipo de negocios, pueden definir, desde las etapas iniciales, de qué forma se va a operar el activo, en qué condiciones, con qué tecnología y qué estrategia de mantenimiento es la más eficiente para asegurar confiabilidad. Todo lo anterior ajustado a las necesidades y condiciones externas e internas de la organización. Es decir, las empresas, al poder intervenir en las etapas iniciales del activo industrial que van a operar, pueden tener un panorama más claro y holístico de las estrategias y planes de acción que deben diseñarse e implementarse para asegurar su correcto funcionamiento y mantenimiento en periodos posteriores a su instalación.

En los centros de I+D, por lo general (no siempre), no se construyen de acuerdo con las necesidades y condiciones propias del usuario final, sino bajo los parámetros establecidos por el fabricante. Por tal motivo, el alcance de las acciones para gestionar los activos I+D es menor frente a los activos industriales. Los centros de I+D deben ajustarse a las condiciones requeridas por el activo para que este funcione y se mantenga de manera óptima. Por lo cual, las estrategias y planes de acción que se diseñen e implementen para gestionar los activos I+D deben tener a consideración las especificaciones y requerimientos del proveedor o fabricante.

Lo anterior, no solo estrecha las fronteras de actuación para los centros de I+D, sino que también produce una mayor dependencia hacia el fabricante del equipo. Es importante destacar que entre mayor sea el nivel de especificación y detalle del activo I+D menos proveedores disponibles hay en el mercado. Por tal motivo, dicha limitación genera un poder de negociación mayor en la oferta (fabricante) que en la demanda (centros de I+D). Es por ello que las actividades de mantenimiento dependen del mismo fabricante y no de funcionarios directos del Centro de Innovación y Tecnología, o de una empresa externa debido a que no se cuentan con los conocimientos técnicos suficientes para inspeccionarlos o restaurarlos. No obstante, los centros de I+D, al igual que las industrias, pueden diseñar e implementar estrategias y planes de acción que contrarresten la dependencia existente con los fabricantes y favorecer, desde el área de operación, la confiabilidad y mantenibilidad de los activos I+D. En la tabla 2.1 se especifican cada una de las diferencias con relación a la etapa del ciclo de vida del activo tangible.

Tabla 2.1. Diferencias entre activo industrial y activo I+D de acuerdo con la etapa del ciclo de vida

Activo industrial	Activo I+D
<b>Fase inicial</b>	
El ciclo de vida empieza con la identificación de una necesidad y la puesta en marcha de los estudios de prefabricación. Para ello, se requiere para el diseño datos de ingeniería, dibujos de ingeniería, cálculos de dimensión del proceso y equipo, códigos y estándares aplicados al diseño, especificaciones del equipo, planos de proveedor.	El ciclo de vida empieza con la identificación de una necesidad y la puesta en marcha de un estudio preliminar en donde se reconocen las características físicas y funcionales que debe tener el activo para realizar la tarea que se requiere. Es importante aclarar que los estudios de ingeniería de diseño y demás estudios previos a la fabricación sí se realizan, pero no son responsabilidad del centro de I+D sino del fabricante.

Continúa

Activo industrial	Activo I+D
<b>Fase de construcción y adquisición</b>	
En activos industriales, se procede a la etapa de construcción. En ella se encuentran inmerso el precomisionamiento del activo, que se lleva a cabo a través de pruebas al activo en frío. Le sigue el comisionamiento, en donde se pone a prueba el activo a través de test funcionales con o sin carga y energización definitiva. Luego de la valoración, el activo se encuentra listo para su entrada al sistema de operación. Se diseña entonces, el plan de preservación del activo, en donde se garantiza la integridad del mismo. Finalmente, se definen los planes de mantenimiento, en donde se establecen los planes, procedimientos, caracterizaciones del equipo, definición de repuestos críticos, con el objetivo de preservar las funciones inherentes del activo durante su ciclo de vida.	En activos para I+D, luego de realizar la elaboración de la orden se procede a la etapa de compra del equipo. Dentro de esta etapa se tiene en cuenta el detalle de la orden de compra, en donde se revisa los requerimientos de calidad; luego se selecciona el proveedor a partir de una solicitud de cotizaciones y de una evaluación de propuestas. Se realizan actividades de inspección en fábrica por parte del centro de I+D, que avale todo el proceso de fabricación, de acuerdo con las necesidades y lineamientos internos. Finalmente, se libera el equipo de la fábrica y es llevado al centro de I+D para proceder a otra etapa de revisión y comisionamiento, en donde se valoran las características físicas y funcionales. A su vez, se explica el manual de instrucciones, los modos de usos, repuestos críticos, entre otros.
<b>Fase de análisis de condiciones</b>	
En los activos industriales, luego de incorporar el activo, se realizan análisis en donde se evalúan las condiciones actuales del activo, con el propósito de identificar la necesidad de realizar ajustes o mejora, con el fin de optimizar su desempeño. Se alimenta de la información generada de los planes de mantenimiento basados en confiabilidad, y en normas tales como la SAE JA 1011 y 1012, además de los análisis de ingeniería.	En los activos de I+D, luego de realizar las evaluaciones de recibimiento del equipo al centro de investigación, se realizan análisis de condición, en donde se evalúan las condiciones actuales del equipo para hacer ajustes o mejora, con el fin de optimizar su desempeño. Se alimenta de la información generada de los planes de mantenimiento basados en confiabilidad y además, bajo los lineamientos de la norma ISO IEC 17025; con el propósito de garantizar y mantener la eficacia de los equipos en las mediciones experimentales.
<b>Fase de corrección de fallas</b>	
En activos industriales, luego del análisis de las condiciones, se procede a eliminar los defectos. Se investigan y analizan los eventos causantes de falla individual o eventos repetitivos. Se generan recomendaciones de solución que conllevan a los planes de acción que garantizan el mejoramiento de la disponibilidad y confiabilidad de los activos.	En activos para I+D, luego del análisis de las condiciones, se procede a eliminar los defectos. Se investigan y analizan los eventos causantes de falla individual o eventos repetitivos. Se generan recomendaciones de solución que conllevan a los planes de acción que garantizan el mejoramiento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de laboratorio.

Continúa

Activo industrial	Activo I+D
<b>Fase de gestión del cambio</b>	
En activos industriales, se debe administrar el cambio, producto de los reajustes realizados en la eliminación de los defectos. Implica actividades de identificación, análisis, aprobación, implementación, control y cierre para cualquier iniciativa de cambios de tecnología en planta. Lo anterior se traduce	En activos para I+D, se realiza el mismo tratamiento en la administración del cambio; sin embargo, en ocasiones, estos cambios se traducen en la adquisición de nuevos equipos, y no en la modificación tecnológica del equipo existente, debido a que están expuestos a constantes actualizaciones.
<b>Fase de desincorporación</b>	
Para activos industriales, la última etapa consiste en la desincorporación del activo. En esta etapa se encuentra la planeación de la desincorporación, el desmantelamiento del activo, el abandono técnico, la recuperación ambiental y la entrega final de las áreas, y finalmente, la disposición final del activo.	Para activos de I+D, la última etapa consiste en la desincorporación del activo. Contiene las mismas actividades de la desincorporación en activos industriales.

### 2.4.3 Modelos de gestión de activos industriales y gestión de activos I+D

La gestión de activos requiere e integra diferentes módulos de una organización. Si bien, los departamentos de mantenimiento y de operaciones juegan un papel importante, se requiere del compromiso y trabajo en equipo de otros departamentos como la dirección, compras, talento humano, finanzas, contabilidad, calidad, entre otros. Cada uno de ellos participa activamente en los procesos que componen al sistema de gestión de activos.

De acuerdo con Amendola (2011) "un modelo representa el funcionamiento y la organización de un determinado sistema" [2]. Para el caso de la gestión de activos, el modelo representa la forma como se integran los elementos del sistema empresa para desempeñar sus actividades [2].

No existe un único modelo de gestión de activos. Cada institución, de carácter normativo o de negocio, ha estructurado un modelo de gestión de activos de acuerdo con los requerimientos e intereses

que poseen sobre la implementación de la gestión de activos y las condiciones del entorno. Así, normas como la ISO 55001 (de 2015) y la PAS 55 (de 2008) cuentan con un modelo de gestión de activos propio. Organizaciones como el *PMM for learning* es otro ejemplo de ello.

No obstante, independientemente del enfoque que le dé cada organización, los modelos de gestión de activos, por lo general, buscan:

- Optimizar la disponibilidad de los activos.
- Optimizar los costos de mantenimiento.
- Optimizar el talento humano.
- Seguridad operativa.
- Maximizar la vida útil de los activos.
- Asegurar seguridad operativa [2].

#### *Modelo de gestión de activos de acuerdo con la NTC- ISO 55001 del 2015*

De acuerdo con la norma ISO 55001 del año 2015, una organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos que integre cada uno de los elementos y procedimientos pertinentes a la gestión.

Este modelo se basa de la planeación estratégica de la empresa y, más específicamente, en los objetivos corporativos. El modelo de gestión de activos inicia con la identificación de los intereses y requerimientos exigidos por los clientes, proveedores, accionistas, el marco legislativo y las condiciones y situaciones del mercado que afectan directamente al funcionamiento de la empresa. Una vez se identifican los intereses de las partes interesadas, inicia el proceso de alineación y concordancia de lo estratégico con lo táctico y operacional. Es decir, se realiza la traducción de los lineamientos estipulados por la alta gerencia en aspiraciones y planes de acción que cuentan con un nivel mayor de detalle, en donde interviene directamente el desempeño de los activos físicos. A partir de lo anterior, se consolida un plan estratégico para la gestión de activos (PEGA), en

donde se formulan objetivos, políticas y estrategias para enfocar a la organización en actividades que aseguren la eficacia de la gestión de activos y el apoyo a la consecución de los objetivos de la unidad de negocio [22].

Para lograr la eficacia de la gestión de activos, el modelo de gestión de activos aborda diferentes áreas de la organización, diferentes a las operacionales o el mantenimiento. Se integran departamentos como el de talento humano que, a partir de las competencias que se poseen, puede interpretar de manera más acertada el enlace de lo estratégico con lo operacional, puede maximizar el desempeño de los activos físicos e identificar oportunidades o riesgos que puedan afectar los procesos o actividades que compone al sistema de gestión. Por tal motivo, la gestión de riesgos es otro eje fundamental de este modelo, para desarrollar actividades proactivas que mitiguen los posibles riesgos potenciales y potencialicen las oportunidades. Asimismo, la gestión de información desempeña un papel importante, puesto que los datos que generan las actividades de gestión de activos deben procesarse para generar información que genere valor a la organización [6].

La forma como se relacionan los diferentes departamentos dentro de un sistema de gestión de activos con base en la NTC-ISO 55001 está disponible en la figura 2.4.

Para representar el modelo anterior a un mayor nivel de detalle, Amendola *et al.* [22], proponen un modelo en donde se identifican los elementos enunciados anteriormente, junto con cada uno de sus componentes, que guardan relación con los requerimientos estipulados por la ISO 55001, como se aprecia en la figura 2.5 (página 158).

#### Modelo de gestión de activos propuesto por la PAS 55 del 2008

La PAS 55 del año 2008 es, probablemente, la primera especificación formal en diseñar un modelo de gestión de activos. Al igual que el modelo propuesto por la ISO 55001, la PAS 55 establece un modelo que convierte las aspiraciones corporativas en estrategias, políticas, objetivos y planes de acción detallados.

Figura 2.4. Modelo de gestión de activos con base en la ISO 55001



Fuente: The Self-Assessment Methodology Plus, version 2.0.

De acuerdo con Durán [23], el modelo de la PAS 55 tiene la misma estructura del propuesto por la NTC-ISO 55001 debido a que ambos tienen como base fundamental el ciclo de mejora continua, es decir, se constituyen a partir del ciclo PHVA. Sin embargo, existe una gran diferencia: el alcance del modelo. Mientras la PAS 55 estructura el modelo para gestionar específicamente activos físicos, la ISO 55001 amplía su alcance al tener una perspectiva que aborde el plano estratégico, táctico y operacional para gestionar toda clase de activos. El modelo propuesto por la PAS 55 se representa en la figura 2.6.

El modelo de la PAS 55 (2008) cubre todos los elementos de la gestión de activos en las diferentes etapas del ciclo de vida, desde la ingeniería, operación, mantenimiento y desincorporación-renovación de los activos. Aquí surge el interés de su implementación en los procesos de mantenimiento de una organización, porque además de lo expuesto anteriormente posee requerimientos claros en

Figura 2.5. Modelo de gestión de activos con base en los componentes que conforman a la norma ISO 55001



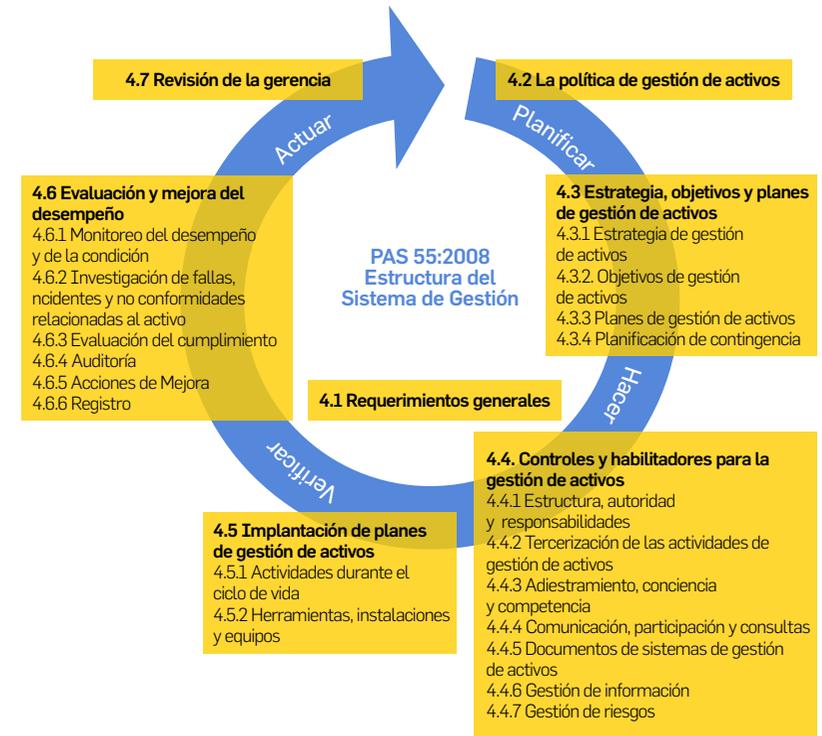
Fuente: desarrollo de un modelo de valoración de activos tangibles e intangibles alineado a la ISO 55000 de gestión de activos [22].

términos de gestión de riesgos, ciclos de vida, costos y desempeño de una manera óptima, elementos que también son requeridos en la gestión de mantenimiento [24].

*Modelo de gestión de activos propuesto por el PMM Institute for learning*

El PMM es una organización internacional fundada por investigadores universitarios expertos en la industria, que se dedican a ofrecer servicios de consultoría especializada de alta calidad a las empresas, sin importar su tamaño, en las áreas de *Asset Management*,

Figura 2.6. Modelo de gestión de activos propuesto por la PAS 55



Fuente: gestión de mantenimiento bajo estándares internacionales como PAS 55 Asset Management [24].

*Project Management, Facility Management, Shutdown, Overhaul, Maintenance Management y Reliability* [25].

El PMM propone un modelo de gestión de activos a través de una serie de pasos que se realizan de manera sistemática. La primera etapa consiste en una evaluación de diagnóstico (*Assessment*) en la que se determina el estado real de la organización frente a la gestión de activos. Se identifican aquellas actividades que realiza la empresa o aquellos procesos que tiene estructurados. Las siguientes etapas van relacionadas con la planeación de actividades para las áreas de operación y mantenimiento, la formulación de indicado-

res técnico-financieros y, finalmente, la composición de una estrategia basada en confiabilidad. [2].

Con base en lo anterior, la implementación de este modelo se basa principalmente en el aseguramiento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para, de esta manera, generar valor a partir del aumento de la productividad y la reducción de costos operacionales y de mantenimiento. A continuación, se representa el modelo estructurado con cada una de las fases descritas, en donde se evidencia la relación entre cada una de ellas y la descripción de los procesos básicos que la componen (figura 2.7).

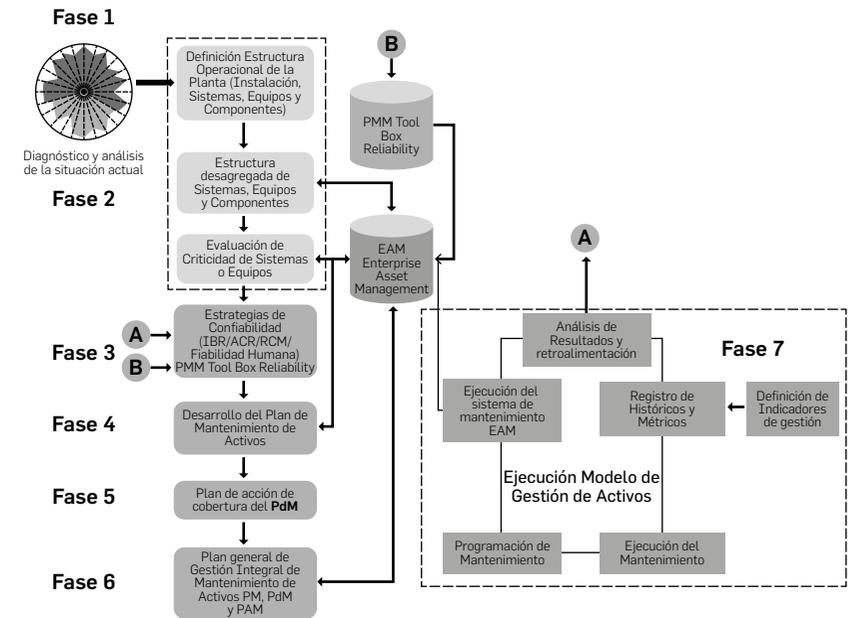
*Modelo de gestión para activos de infraestructura*

En 2010, Too [26] realizó una investigación aplicada a empresas públicas y privadas de Australia, con el propósito de identificar el modelo de gestión de activos a través del análisis de los objetivos de la gestión de activos y sus respectivos procesos, específicamente para activos de infraestructura, tales como edificios, tuberías, contenedores, alcantarillado, estaciones, represas, entre otros.

Los procesos internos de la gestión de activos de infraestructura tienen como finalidad llevar a la práctica lo establecido en las metas y objetivos. Es decir, las metas se convierten en la base o punto de partida para la ejecución de los procesos de la gestión de activos [26].

El valor que genera la gestión de activos va direccionada a la eficacia en la toma de decisiones. Decisiones en cuanto a las inversiones de capital, requisitos de mantenimiento y los niveles del servicio objetivo. De acuerdo con lo anterior, es necesario identificar cuáles son los procesos, que, al momento de tomar decisiones, generen valor a la organización. Se genera eficiencia operativa debido a que la unidad de negocio centra su estudio en el rendimiento de los activos presentes en los procesos que más generan valor. Estos procesos son conocidos como procesos centrales [26]. Los procesos se encuentran inmersos en la gestión eficaz del activo a lo largo de su ciclo de vida en ellos se incorporan la adquisición, el mantenimiento, la operación y la remodelación del activo [26].

Figura 2.7. Modelo de gestión de activos propuesto por el PMM Institute for Learning



Fuente: [2].

Basados en el enfoque del ciclo de vida, estos procesos encierran tres grandes fases: planificación, creación de activos y operación, y mantenimiento. En estas tres fases, Too identifica seis procesos centrales. Dentro de la fase de planificación se encuentra la capacidad de planear y gestionar, y la evaluación de activos; en la fase de crear el activo se encuentra la obtención y, por último, la planeación del mantenimiento y el monitoreo de condición, en la fase de mantenimiento y operación. El autor establece otro proceso, conocido como el sistema de gestión de activos, el cual es el punto de unión de las tres fases [26].

Por otro lado, las organizaciones también evalúan las opciones a través de enfoques probabilísticos, en donde se incorporan elementos de la gestión de riesgos. Los riesgos relacionados con los activos incluyen tanto aquellos que afectan directamente la vida útil o el

impacto inicial en la demanda de la prestación del servicio, como también el riesgo financiero. Por lo tanto, cada vez más, las empresas se enfocan en realizar la gestión de riesgos para reducir la incertidumbre presente en la gestión de activos y, a su vez, proporcionar planes de contingencia eficaces [26].

Actualmente, existen herramientas de diagnóstico para determinar el régimen de mantenimiento necesario para ofrecer los niveles de servicio adecuados y a un nivel de riesgo aceptado. Existe un enfoque tradicional de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) y otro basado en la condición (CBM). Sin embargo, las empresas están llevando sus intereses hacia el enfoque por condición, debido a que este utiliza tecnologías modernas que disminuyen tiempo y costos, y son más confiables que la inspección humana [26].

Sin embargo, Too explica que aún en las empresas existen espacios para inspecciones y juicios humanos en los que las revisiones visuales dictaminan una evaluación de los activos. Explica que ocurre sobre todo en revisiones de procesos generales y de una periodicidad corta [26].

#### *Modelo de gestión de activos basado en la sostenibilidad*

Marlow, Beale y Burn, a partir de un trabajo investigativo en el sector de aguas en Australia, relacionan las actividades involucradas y toma de decisiones en la gestión de activos con la sostenibilidad. En primera instancia, definen la gestión de activos como el proceso de integración de la gestión, las finanzas, las prácticas económicas y de ingeniería, que tienen como objetivo generar valor durante el ciclo de vida de un activo, pero que, a su vez, brinde niveles adecuados de servicio para el cliente, comunidades y medioambiente. Lo anterior bajo niveles de riesgos aceptables [27].

Para alinear la gestión de activos con prácticas sostenibles, es necesario que las actividades involucradas se desarrollen bajo diferentes escalas espaciales y temporales. En el corto plazo, debe haber actividades relacionadas con las operaciones y el mantenimiento. En el mediano plazo el enfoque de las actividades se relaciona con la

gestión táctica de los activos. En el largo plazo se involucra la gestión estratégica de activos

Marlow *et al.* argumentan que las actividades relacionadas con la gestión estratégica de los activos asocian los procesos de planificación, que, a su vez, delimitan el camino para lograr objetivos sostenibles. Debido a que dichas actividades participan en el diseño y adquisición de nuevos sistemas y activos. En contraste, las actividades de operación y mantenimiento, y la gestión de activos, se involucran con los activos existentes lo que indica que objetivos sostenibles ya fueron establecidos en la etapa de diseño y adquisición del ciclo de vida del activo [27].

No obstante, las operaciones del corto y mediano plazo no se deben dejar a un lado. En cualquier periodo de operación, son los activos existentes los que aportan a los resultados ambientales. Además, con los activos existentes, la organización identifica oportunidades que tienen el impacto de generar cambios en la operación, mantenimiento y gestión de activos que, finalmente, repercuten en los objetivos sostenibles. Indican que la sostenibilidad de la gestión de activos debe ser considerada en cada nivel descrito, no solo en la gestión estratégica de activos.

En el trabajo investigativo se concluye que la gestión de activos se ha convertido en una herramienta, sobre todo en la industria de aguas, para alcanzar prácticas sostenibles, sin embargo, es un tema que requiere de mayor investigación. Además, se infiere que existen barreras organizacionales que impiden la implementación de la gestión de activos fundamentada en la sostenibilidad, debido a los impactos que pueden acarrear los objetivos sostenibles, con los objetivos corporativos. Estas barreras radican principalmente en los cambios en la asignación de recursos para una actividad determinada [27].

#### *Modelo de gestión de activos basado en el mantenimiento RCM*

Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo realizaron proponen un modelo de gestión de activos basado en el mantenimiento

RCM. El modelo se centra específicamente en el mantenimiento. Todo modelo de gestión de activos, desde el mantenimiento, busca asegurar la disponibilidad de los activos físicos, optimizar los costos de mantenimiento, optimizar las competencias del talento humano y maximizar el periodo de vida útil [28].

Por tal motivo, este modelo se basa en la estrategia de mantenimiento RCM para prevenir fallas potenciales en los activos físicos, identificar modos de fallas y realizar planes de acción para tratarlas, a fin de garantizar la confiabilidad de los activos físicos [28].

#### *Modelo de gestión de activos basado en el mantenimiento productivo total (TPM)*

El mantenimiento TPM posee un enfoque innovador frente a las demás estrategias de mantenimiento. Su enfoque está centrado en las personas y no en las actividades de mantenimiento como tal, por lo cual, su implementación va más allá de un modelo, convirtiéndose en una filosofía organizacional [5].

En un modelo de gestión de activos basado en el TPM quienes operan los activos físicos son los primeros en ejecutar actividades de mantenimiento preventivo que sirven de apoyo para las reparaciones desarrolladas por los técnicos de mantenimiento. Es decir, en el TPM el área de operación y mantenimiento trabajan en equipo creando un sentido de propiedad entre los operarios y los supervisores para garantizar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos [29].

De acuerdo con Nakajima, con la implementación del TPM, las organizaciones mejoran la productividad, la calidad de procesos y productos, costos, suministros, seguridad, medio ambiente y clima organizacional. Por tal razón, es un modelo adecuado para activos industriales y sistemas de producción [29].

Para su implementación, el TPM consta de ocho pilares que son fundamentales para lograr la eficacia del modelo [5]. Cada uno de

ellos representa un paso a paso o secuenciación de actividades a desarrollar. En la tabla 2.2 se describen los pilares.

Tabla 2.2. Pilares para implementar un modelo de gestión de activos basado en el TPM

	Pilar	Descripción
1	Entrenamiento	Desarrollar espacios para capacitar y potencializar las habilidades de operarios y supervisores de acuerdo con los requerimientos de los demás pilares del TPM.
2	Mantenimiento autónomo	Conformar equipos de trabajo que lleven a cabo actividades de clasificación, orden y limpieza de los activos físicos y áreas de trabajo. Se realiza con base en las 5s.
3	Mejora enfocada	Desarrollar análisis de causas mediante la aplicación de la técnica <i>mejora Kaizen</i> .
4	Mantenimiento planificado	Desarrollar un programa de mantenimiento en donde se asignen roles y responsabilidades. Va alineado con el mantenimiento autónomo.
5	Programa de gestión inicial del equipo	Registrar experiencias y buenas prácticas para la elaboración de equipos o maquinaria que no requieran mantenimiento.
6	Sistema de mantenimiento de la calidad	Estructurar un sistema que reduzca los defectos de calidad, los cuellos de botella, el tiempo de inspección, entre otros factores, a través del control de la maquinaria productiva.
7	Sistema para la mejora de la eficiencia administrativa	Estructurar un sistema que mejore la eficiencia de operaciones administrativas. Se elabora a partir de la técnica de las 5s.
8	Sistema para el control de la seguridad y salud, y el medioambiente	Estructurar un sistema que asegure un medio de trabajo seguro y procesos de producción amigables con el medio ambiente.

Fuente: elaborado a partir de [29].

#### *Modelo para la gestión de activos en laboratorios*

De acuerdo con los resultados obtenidos de la revisión teórica y científica se infiere que la gestión de activos en I+D no está propiamente establecida, así como tampoco existe un cuerpo normativo

que proponga un modelo para la gestión de equipos de laboratorios. No obstante, la ISO IEC/17025 establece los requisitos generales para la competencia de actividades de ensayo o calibraciones en áreas de laboratorio, sin importar el tipo. No se enfoca específicamente en la gestión de los equipos o en su ciclo de vida, pero sí es una guía que deben tener los centros de I+D para obtener el desempeño esperado para sus equipos de medición y experimentación.

Como se explicó anteriormente, la ISO 17025 describe los requerimientos que deben tener las organizaciones que, dentro de su actividad económica, involucre directa o indirectamente el uso de laboratorios. Dentro de tal clasificación se encuentran los centros de I+D, que requieren de equipos e instalaciones para medir, calibrar, probar, inspeccionar, certificar o llevar a cabo cualquier tipo de actividad relacionada con el análisis de un elemento, sustancia u objeto que sea centro de interés para un determinado proyecto. La norma establece lineamientos que se ajustan al Ciclo PHVA. A continuación, se muestran aquellos relacionados directamente con la operación del equipo. De acuerdo con la figura 2.8, se determina que los centros de I+D no fabrican o construyen sus propios activos, sino que estos son fabricados por terceros, empresas especializadas en la fabricación y comercialización de equipos de laboratorio. Además, el mantenimiento como tal no se lleva a cabo, en su totalidad, por el mismo centro, sino que también la desempeña un tercero. Esto indica que, durante la gestión de activos, los centros de I+D deben gestionar de manera óptima la tercerización de sus actividades. Se muestra entonces la definición de elementos clave para las tareas que involucran a terceros.

Los equipos deben ser operados por el personal que esté autorizado. Esto implica que el manual, las instrucciones de uso y mantenimiento y todo documento suministrado por el proveedor del equipo, deben estar disponibles para el personal del área de laboratorio [30].

Se debe contar con registros de cada elemento o componente del equipo, así como también, el software de los mismos. A continuación, la información que debe contener. Se puede apreciar en la figura 2.9 (página 168).

Figura 2.8. Modelo de gestión de activos para I+D



Fuente: elaborado a partir de [30].

El programa de mantenimiento contiene la programación, el alcance, la implementación y todos los lineamientos que se deben efectuar al momento de restaurar los equipos de laboratorio. Para ello, la gestión de laboratorios debe implementar un conjunto de procedimientos que involucran al área de laboratorio y la alta dirección del mismo. Para su elaboración, la Universidad Nacional de Colombia propone un conjunto de pasos que garantizan la eficiencia y el buen desempeño en el área de mantenimiento para equipos de laboratorio [31], ver figura 2.10 (página 169).

Figura 2.9. Componentes del registro de los equipos de laboratorio



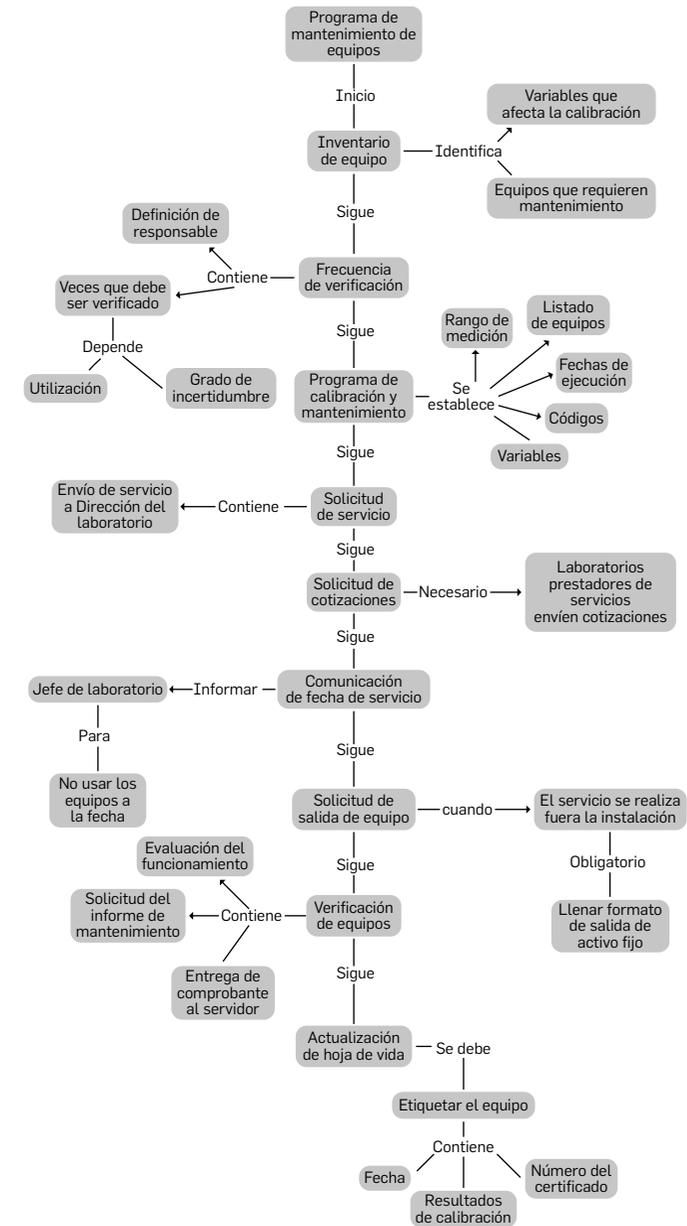
Fuente: elaborado a partir de [30].

### 2.4.4 Metodologías de diagnóstico para la gestión de activos

Antes de implementar un modelo de gestión de activos y de formular e implementar los objetivos y políticas y estrategias, es necesario determinar el estado actual de la gestión de activos en la organización, es decir, identificar los procesos estructurados o las actividades que se realizan, con el fin de tener un panorama más amplio sobre qué necesita la empresa, cuales son su fortalezas y debilidades y cuál es el mejor camino para lograr los objetivos [32]. Por tal motivo, es indispensable estudiar el estado del arte acerca de las metodologías para el diagnóstico que se aplican actualmente a nivel internacional para identificar los elementos indispensables que deben evaluarse sin importar el tipo de empresa o actividad económica.

Existen diferentes herramientas para el diagnóstico de la gestión de activos físicos. Cada una de ellas, presentan diferentes enfoques y están asociadas a una organización, ya sea normativa o de negocio. La PAM (*Pas Assessment Methodology*), es una herramienta propuesta por la PAS 55 para evaluar la gestión de activos a partir

Figura 2.10. Programa de mantenimiento para equipos de laboratorio, Universidad Nacional

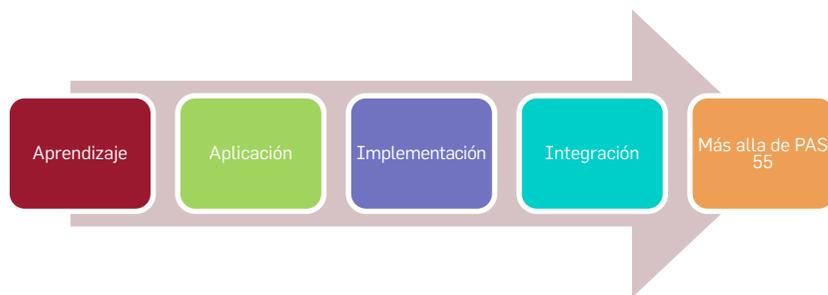


Fuente: elaborado a partir de programa de mantenimiento de laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia.

de los requerimientos establecidos; la SAM (*Self Assessment Methodology*), es una metodología que se encuentra alineada a la ISO 55000; las 3P (*People, Process and People*), que mide el nivel de madurez de la unidad de negocio en relación con el mantenimiento ejecutado dentro de la gestión de activos y finalmente, *The Maintenance Management Diagnostic Review*, que mide la gestión del mantenimiento a partir de los diez elementos que componen a la pirámide de la excelencia [33].

Dicha metodología es aplicable para cualquier tipo de organización, en donde los activos físicos son considerados como factores críticos para obtener los objetivos estratégicos [14]. De acuerdo con la PAS 55, cuando una organización demuestra que cumple con los 28 requerimientos fundamentales de la gestión de activos, evidencia que lleva a cabo un enfoque sistemático, interdisciplinario y optimizado de la gestión de activos. A su vez, demuestra que es capaz de responder, en el corto plazo, con los objetivos formulados en el largo plazo. El grado de cumplimiento de los 28 requerimientos se ve reflejado en la madurez de la gestión de activos. Esta se repre-

Figura 2.11. Categorización del diagnóstico de gestión de activos según la PAM



Fuente: PAS 55 Assessment Methodology [14].

senta a través de una categoría propuesta en el manual de gestión de infraestructura internacional [14], figura 2.11.

Las categorías son dadas de acuerdo con el puntaje obtenido en la evaluación. Si se obtiene una categoría de *aprendizaje* indica que el

nivel de madurez es nulo, es decir, los elementos de las PAS 55 no están en su lugar y la empresa debe iniciar un proceso de conocimiento y entendimiento de la norma [14].

*Requerimientos de la PAS 55 Assessment Methodology (PAM)*

Los requerimientos de la PAM miden variables para determinar el desempeño de las habilidades de gestión estratégica, el talento humano, el cumplimiento legal, la tercerización de operaciones y los riesgos. A continuación, se muestra los 28 requerimientos estipulados (tabla 2.3).

Tabla 2.3. Requerimientos estipulados por la PAM.

Numeral	Tipo de requerimiento
1	Requerimientos generales
2	Política de gestión de activos
3	Estrategia de gestión de activos
4	Objetivos de la gestión de activos
5	Plan de gestión de activos
6	Planificación para imprevistos
7	Estructura, autoridad y responsabilidades
8	Subcontratación del activo
9	Capacitación, sensibilización y competencia
10	Comunicación, participación y consulta
11	Sistema de gestión de activos
12	Gestión de la información
13	Proceso de gestión de riesgos
14	Metodología de gestión de riesgos
15	Identificación y evaluación de riesgos

Continúa

Numeral	Tipo de requerimiento
16	Uso y mantenimiento de activos
17	Requisitos legales y otros equipos
18	Gestión del cambio
19	Actividades del ciclo de vida
20	Herramientas, instalaciones y equipos
21	Rendimiento y estado de supervisión
22	Investigación de los activos, fallos, incidentes y no conformidades
23	Evaluación del cumplimiento
24	Auditoría
25	Acción correctiva y preventiva
26	Mejoramiento continuo
27	Registros
28	Revisión de gestión

Fuente: elaborado a partir de Assessment Methodology (PAM).

Una vez se aplica el instrumento con la totalidad de preguntas, la herramienta PAM computa los resultados que se obtiene, categoriza a la empresa según la clase establecida y arroja gráficos para representar, de manera más visual, las habilidades y debilidades presentes en los 28 requerimientos [14].

### *SAM (Self-assessment Methodology)*

La metodología SAM es la herramienta que reemplaza a la PAM debido a que se ajusta a los requerimientos establecidos en la ISO 55000. Para ello, incluye 39 nuevas preguntas, además de las 121 establecidas en la PAM. Por otro lado, el modo de uso se asemeja al de la PAM, sin embargo, su interfaz incluye mejoras en la navegación de cálculo y la posibilidad de incluir diferentes entrevistados [33].

La metodología SAM no certifica en ISO 55001 a las organizaciones puesto que la auditoría de tercer nivel (certificadora) está compuesta por una herramienta de evaluación distinta a la SAM. No obstante, obtener buenos resultados en la metodología asegura obtener una certificación a la unidad de negocio al momento de ser evaluada [34].

La SAM categoriza la gestión de activos con relación a seis escalas: inocencia, consciencia, aplicación, competencia, optimización y excelencia. A su vez, discrimina cinco tipos de madurez (0, 1, 2, 3 y más allá), que se encuentran relacionados con cada una de las escalas señaladas: inocencia, consciencia, aplicación, competencia, optimización y excelencia [34]. Para ver más en detalle el significado de cada una de las categorías, se muestra a continuación la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Categorización sobre el nivel de madurez según la SAM (2015)

Escala	Definición
Inocencia	No se reconoce cumplimiento alguno de los requisitos y no hay un compromiso de adquirirlo
Consciencia	Se reconoce la necesidad de cumplir con los requerimientos y hay evidencia de la intención de progresar
Aplicación	La organización ha identificado la manera de lograr, sistemáticamente, los requerimientos. Además, hay recursos suficientes disponibles
Competencia	La organización puede demostrar que cumple, sistemáticamente, con los requerimientos pertinentes a la norma
Optimización	La organización puede demostrar, que optimiza, sistemáticamente y conscientemente, el sistema de gestión de activos
Excelencia	La organización puede demostrar que emplea las prácticas líderes y alcanza el máximo valor en sus activos

Fuente: elaborado a partir de The Self-Assessment Methodology Plus.

### *Requerimientos estipulados por la SAM*

Así como en la PAM, esta metodología integra diferentes variables de distintas perspectivas para cuantificar qué tan comprometida

está la organización con la gestión de activos, y qué tan integrados están sus procesos para emplear las actividades. Por tal motivo, evalúa términos como la estrategia y la planificación, la toma de decisiones, el ciclo de vida, la gestión de información, el clima organizacional, el talento humano, la revisión y el riesgo. A continuación, en la tabla 2.5 se enuncian cada uno de ellos con los elementos que lo componen.

Tabla 2.5. Requerimientos estipulados por la SAM (2015)

Número	Requerimiento	Tipo de requerimiento
1	Estrategia y planificación	Política
2		Estrategia y objetivos
3		Análisis de la demanda
4		Planificación estratégica
5		Planes de acción
6	Toma de decisiones	Inversión de capital
7		Operación y mantenimiento
8		Realización del ciclo de vida
9		Estrategia de recursos
10		Estrategia de apagado e interrupción
11	Entrega del ciclo de vida	Técnicas de estandarización y legislación
12		Creación del activo y adquisición
13		Sistemas de ingeniería
14		Gestión de la configuración
15		Entrega de mantenimiento
16		Ingeniería de confiabilidad
17		Operación de activos

Continúa

Número	Requerimiento	Tipo de requerimiento
18	Entrega del ciclo de vida	Gestión de recursos
19		Gestión de apagones e interrupciones
20		Fallas y respuesta a incidentes
21		Desmantelamiento y eliminación de activos
22	Información de activos	Estrategia de información de activos
23		Estándares de información de activos
24		Sistema de información de activos
25		Gestión de datos e información
26	Organización y talento humano	Adquisición y gestión de la cadena de suministros
27		Liderazgo
28		Estructura organizacional
29		Cultura organizacional
30		Gestión del cambio
31	Revisión y riesgo	Evaluación y gestión de riesgos
32		Planificación de contingencia y análisis de resiliencia
33		Desarrollo sostenible
34		Gestión del cambio
35		Desempeño de activos y vigilancia de la salud
36		Supervisión del sistema de gestión de activos
37		Gestión de auditoría y aseguramiento
38		Contabilidad y valoración de activos
39		Participación de los interesados

Fuente: elaborado a partir de The Self-Assessment Methodology Plus.

### 2.4.5 Normas y especificaciones técnicas relacionadas con la gestión de activos

Una vez se identifican los elementos clave para la gestión de activos desde la perspectiva teórica, es necesario enunciar aquellas normas que están relacionadas con la implementación del sistema de gestión de activos y su eficacia.

En primera instancia se encuentra la familia de la ISO 55000: está compuesta por la ISO 55000, que se encarga de suministrar la terminología necesaria para implementar el sistema de gestión de activos; la ISO 55001 que enuncia los requerimientos que debe cumplir un sistema de gestión de activos y la ISO 55002 que es una guía para implementar el sistema de gestión de activos con base en los requerimientos de la ISO 55001. Cabe aclarar que la única norma con requisitos certificable es la ISO 55001 por lo cual, solo esta puede ser auditada, las otras dos normas sirven de apoyo para la primera [35]. No obstante, para implementar un sistema de gestión de activos no solo es necesario tener en cuenta la familia de la ISO 55000, sino además otras especificaciones y normas internacionales que se enfocan en otros aspectos que apoyan directa o indirectamente al desempeño de las actividades de gestión de activos. A continuación, se enuncian las normas, junto con su área objeto de estudio (tabla 2.6).

Tabla 2.6. Normas y especificaciones técnicas asociadas con la gestión de activos

Área de estudio	Norma/especificación	Interés	Afiliación
Gestión de activos	PAS 55-1 (2008)	Especificaciones para la gestión de activos	BSI- IAM
	PAS 55-2 (2008)	Directrices para la aplicación de PAS 55-1	BSI- IAM

Continúa

Área de estudio	Norma/especificación	Interés	Afiliación
Mantenimiento	EN 16646 (2015)	Establecer la relación entre el plan estratégico de la organización y el sistema de gestión de mantenimiento	AENOR
	UNE-EN-13460 (2009)	Describe los documentos necesarios para el mantenimiento	AENOR
	ISO 14224 (2016)	Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos	ISO
	ISO 17359 (2011)	Establece los lineamientos para ejecutar un plan de mantenimiento que monitoree las condiciones de los equipos	ISO
	SAE JA 1011 (2009)	Criterios para implementar un modelo de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM)	SAE Internacional
	SAE JA 1012 (2011)	Amplía y aclara cada uno de los criterios claves establecidos en SAE JA 1011, además resume problemas adicionales que deben ser tomados para implementar eficazmente un proceso de RCM	SAE Internacional
Ciclo de vida	ISO 15663-1 (2000)	Metodología para el cálculo del costo del ciclo de vida para industrias de petróleo y gas natural	ISO
	ISO 15663-2 (2001)	Orientación sobre la aplicación de la metodología y los métodos de cálculo del costo del ciclo de vida para industrias de petróleo y gas natural	ISO
	ISO 15663-3 (2001)	Directrices de aplicación para la ISO 15663-3 de 2001	ISO
	UNE-EN 60300-3-3 (2009)	Conceptos para el análisis del coste del ciclo de vida y cubre todas sus aplicaciones	AENOR

Continúa



No se evidenció documentación explícita de gestión de activos físicos para centros de I+D a partir de la revisión bibliográfica. La normatividad existente para la implementación de gestión de activos no está enfocada para una actividad económica en específico. Por tal razón, es tarea de la organización, adaptar el contenido de las normas a los activos propios de su naturaleza operacional.

En la revisión bibliográfica no se evidenció el concepto de activo I+D. Sin embargo, se propone una definición formal a partir de la naturaleza de las actividades que se desarrollan en los centros de I+D. Una vez se realiza tal definición, y con base en la recopilación de la información suministrada en las entrevistas, se determina que los factores claves que diferencian la gestión de los activos I+D frente a los industriales son el contexto operacional, la destinación del activo y las fronteras de acción pertenecientes a las etapas del ciclo de vida.

Los procesos de planeación estratégica de la gestión de activos y de evaluación de desempeño, son las áreas que presentaron más aspectos por mejorar en el diagnóstico. Para solventar dicho problema, se debe empezar desde la planeación. Se ve necesario que las diferentes partes interesadas (alta dirección, área de laboratorios, plantas piloto, departamento de mantenimiento, infraestructura y HSE), realicen reuniones sistemáticas para consolidar la planeación estratégica de la gestión de activos de manera formal y documentada. De esta manera, se asegurará que todas las actividades que componen al ciclo de vida se lleven a cabo bajo los mismos lineamientos. A su vez, se fomente el trabajo en equipo y la cooperación entre las áreas operativas y de mantenimiento.

Se considera al mantenimiento bajo condición (CBM) como una estrategia que puede detectar o anticiparse a las modalidades de fallas en los equipos críticos, sin necesidad de estar interviniéndolo periódicamente y, además, produce mayor eficiencia operativa y de mantenimiento. Se interviene el equipo solo cuando su condición física lo indique. Además, al tener los activos físicos de los centros de I+D una composición más eléctrica que mecánica, se infiere que es

óptimo evaluar el funcionamiento del activo a partir de las señales o variables de estudio propias de su composición o fabricación.

La familia de la ISO 55000 es aplicable para cualquier activo, sin importar el tipo de la actividad económica y tamaño de la organización. Sin embargo, esta norma no contiene las actividades a desarrollar, desde el nivel operativo, para gestionar cada una de las etapas del ciclo de vida. La ISO 55001 especifica que deben existir planes de acción para lograr los objetivos que se proponen, pero no hace mención a las actividades como tal de dichos planes. Es decir, la ISO 55001 no aborda las actividades específicas a tener en cuenta para identificar necesidades, adquirir, operar, mantener y desincorporar los activos físicos. La propuesta de normativa sí contiene dichas actividades y las alinea con los requisitos expuestos en la ISO 55001. Por tal motivo, se concluye que sí es necesario tener una normativa específica para activos I+D pero que esté alineada a la ISO 55001 para que se pueda lograr la certificación.

## Referencias

- [1] C. Parra y A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos, Sevilla: Ingeman, 2012.
- [2] L. Amendola, «Gestión integral del Mantenimiento de Activos como estrategia de negocios (Assessment, PAS 55 – ISO 55000),» PMM Institute for Learnin- Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación, Valencia, 2011.
- [3] North American Maintenance Excellence Award, «NAME,» abril 2017. [En línea]. Available: <http://www.nameaward.com/>.
- [4] AM, «Asset Management – an anatomy,» vol. 3, p. 84, 2015.
- [5] D. Mungani y J. Visser, «Maintenance approaches to different production methods,» *University of Pretoria*, pp. 1-13, 2013.
- [6] NTC-ISO 55000, Gestión de activos-Aspectos generales, principios y terminología, Bogotá: Icontec, 2015.
- [7] Á. M. Fierro Martínez y F. A. Fierro Celis, Contabilidad de activos con enfoque NIIF para las pymes, Bogotá: ECOE ediciones, 2015.
- [8] PAS 55-2, Gestión de activos. Directrices para la aplicación de PAS 55-1, Bsi- Institute for asset management., 2008.

- [9] A. Guzmán Vásquez, D. Guzmán Vásquez y T. Romero Cifuentes, *Contabilidad Financiera*, Bogotá D.C: Centro Editorial Universidad del Rosario, 2005.
- [10] T. Horngren y L. Sundem, *Introducción a la contabilidad financiera*, Monterrey: Pearson, 2000.
- [11] M. Roca y O. Ortiz Tovar, *Contabilidad financiera para Contaduría y Administración*, Barranquilla: Universidad del Norte, 2016.
- [12] C. G. Guajardo y N. E. Andrade de Guajardo, *Contabilidad financiera*, Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2008.
- [13] Norma Técnica Colombiana. NTC-ISO 55001, *Gestión de activos-Sistemas de gestión-Requisitos*, Bogotá: ICONTEC Internacional, 2015.
- [14] IAM, «The PAS55 Assessment Methodology,» The Institute for Asset Management, 2009.
- [15] PAS 55-1, *Gestión de activos*, Bsi- Institute for asset management, 2008.
- [16] D. Marlow, D. Beable y S. Burn, «A pathway to a more sustainable water sector: Water Science & Technology—WST,» *Water Sci Technol.*, vol. 61, nº 5, pp. 1245-1255, 2010.
- [17] Á. Sánchez y Rodríguez, «La gestión de activos físicos en la función de mantenimiento,» *Centro de estudios de ingeniería de mantenimiento. CEIM*, 2010.
- [18] UNE-EN-60300-3-3, *Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Guía de aplicación para cálculo del costo del ciclo de vida*, Madrid: AENOR, 2009.
- [19] I. Ahuja y J. Khamba, «Total productive maintenance: literature review and directions,» *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 25, nº 7, pp. 709-756, 2008.
- [20] Ecopetrol, «Guía del sistema de gestión activos industriales. GAC-G-339,» Visepresidencia de Innovación y tecnología, Bogotá, 2015.
- [21] Colciencias, «Centros de Desarrollo Tecnológico,» Jueves Noviembre 2017. [En línea]. Available: [http://www.colciencias.gov.co/portafolio/reconocimiento\\_de\\_actores/centros-desarrollo-tecnologico](http://www.colciencias.gov.co/portafolio/reconocimiento_de_actores/centros-desarrollo-tecnologico). [Último acceso: 13 Febrero 2017].
- [22] L. Amendola, T. Deepol, A. Sánchez, A. Ramirez y M. Ángel, «Desarrollo de un modelo de valoración de gestión de activos tangibles e intangibles alineado a la ISO 55000,» *PMM Institute For Learning*, pp. 327-338, 2015.
- [23] J. Durán y L. Sojo, «Implementando un plan de gestión de activos en el tiempo de vida útil, con el estándar PAS 55,» *The woodhouse Partnership Ltd*, 2010.
- [24] J. B. Durán, «Gestión de Mantenimiento bajo estándares Internacionales como PAS 55 Asset Management,» *The Woodhouse Partnership Ltd*, sf.
- [25] PMM institute for learning, «¿Quiénes somos?,» s.f. [En línea]. Available: <http://www.pmmlearning.com/quienes-somos/>.
- [26] E. G. Too, «A framework for strategic infrastructure asset management,» CRC, 2008.
- [27] D. Beale, D. Marlow y S. Burn, «A pathway to a more sustainable water sector,» *Water Science & Technology—WST*, pp. 1245-1252, 2010.
- [28] P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera y A. Crespo, «Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 21, nº 1, pp. 125-138, 2013.
- [29] J. A. García y R. M. Martínez, «Barreras y facilitadores de la implementación del TPM,» *Omnia Science*, pp. 823-853, 2013.
- [30] ISO/IEC 17025, *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*, ISO/IEC, 2005.
- [31] G. Inés Cardona y M. Alzate Florez, «Procedimiento programa de verificación y calibración de equipos de laboratorio,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2009.
- [32] L. Amendola, «Análisis GAP en la gestión de activos físicos para lograr sustentabilidad,» *Global Asset Management*, pp. 1-15, 2012.
- [33] T. A. Depool Malave, *Mejora de la gestión de activos físicos según PAS 55- ISO 55000 evaluando el desempeño de los roles del marco de competencias del IAM*, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
- [34] Institute for Asset Management, *The Self-Assessment Methodology Plus*, IAM, 2015.
- [35] L. F. Sexto, «Linked in,» 16 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/familia-iso-55000-gesti%C3%B3n-de-activos-un-an%C3%A1lisis-cr%C3%ADtico-sexto>.
- [36] Norma Internacional de Contabilidad, *Inmovilizado material*, NIC, 2005.
- [37] C. T. Horngren, W. H. Jr. y M. S. Oliver, *Contabilidad*, Ciudad de México: Pearson, 2010.

- [38] (UNISDR), Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, «Terminología sobre reducción del riesgo de desastres,» Naciones Unidas, Ginebra, 2009.
- [39] C. I. p. l. l. d. F. d. niño, «Aproximación para el cálculo de riesgo,» s.f. [En línea]. Available: [http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es). [Último acceso: 16 Mayo 2017].
- [40] A. M. Gutiérrez, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, Ciudad de México: Alfaomega, 2009.
- [41] Comisión Nacional de Energía, Criterios generales de protección de los sistemas eléctricos insulares y extrainsulares, Chile: Comisión Nacional de Energía CNE, 2011.
- [42] C. Alrmann, «Las técnicas de monitoreo de condición, como herramienta de mantenimiento proactivo,» Buenos aires, s.f.
- [43] A. Arata, Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en las plantas industriales, Santiago de Chile: RiL editores, 2009.
- [44] J. Moubray, Mantenimiento centrado en la Confiabilidad, United Kingdom: Aladon Ltd, 2005.
- [45] OMS, Sistema de gestión de calidad en el laboratorio (LQMS), Biblioteca de la OMS, 2016.
- [46] W. A. S. Castro, Ó. D. C. Gómez y L. F. O. Franco, «Selección de proveedores: Una aproximación al estudio del arte,» Unidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2009.
- [47] J. Q. Méndez y S. O. Castillo, «Implementación de un mantenimiento basado en la condición usando modelado y simulación: Caso de estudio de un motor sincrónico de imanes permanentes,» Ingeniería e Investigación, 2011.
- [48] J. C. Pereira Trujillo, «Diagnóstico de la gestión de activos para investigación en la Universidad EAFIT,» Universidad EAFIT, Medellín, 2014.
- [49] UNE-EN-13306, Mantenimiento. Terminología del mantenimiento., Madrid: AENOR, 2011.
- [50] SAE JA 1011, Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrado en confiabilidad, SAE, 1999.
- [51] L. F. Sexto Cabrera, «La contabilidad integral del activo,» *Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento*, pp. 49-56, 2008.
- [52] L. A. Mora, Mantenimiento-Planeación, ejecución y control, Alfaomega, 2009.
- [53] S. García Garrido, Organización y gestión integral del mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, 2010.
- [54] Departamento de Mantenimiento, Infraestructura y HSE, «Propuesta Ruta Táctica de Gestión de Activos I+D ICP 2020,» ICP, Piedecuesta, 2016.
- [55] Departamento de Mantenimiento, Infraestructura y HSE, «Implementación en 2017 de la nueva ECG del área,» ICP, Piedecuesta, 2017.
- [56] Departamento de Mantenimiento, Infraestructura y HSE, «Despliegue de objetivos e indicadores 2017,» ICP, Piedecuesta, 2017.
- [57] Ecopetrol S.A, «ecopetrol- Energía para el futuro,» 09 11 2014. [En línea]. Available: <http://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/quienes-somos/lo-que-hacemos/innovacion-ciencia-y-tecnologia>. [Último acceso: 27 05 2017].
- [58] Ecopetrol S.A, «Visualización del sistema de gestión de Ecopetrol S.A,» Bogotá.
- [59] Ecopetrol S.A, «Política integral de Ecopetrol,» Ecopetrol S.A, Bogotá, 2011.
- [60] NTC-ISO 55000, Gestión de activos-Aspectos generales, principios y terminología, Bogotá, 2015.

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS									
I. DATOS DE LA ORGANIZACIÓN									
Nombre de la organización		Número empleados en mantenimiento		Sector económico					
II. DATOS DE LOS EVALUADORES									
Nombre evaluador	Cargo	Cargo	Número de inspección	Fecha	Día	Mes	Año		
	Cargo								
III. DATOS DEL EVALUADO									
Cargo actual	Nivel de estudios		Años de experiencia en el cargo		Años de experiencia como profesional				
Miembro de la dirección	Técnico		Menor a 5 años	Menor a 5 años					
Supervisor	Tecnológico		Entre 6 años a 10 años	Entre 6 años a 10 años					

Continúa

IV. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS										
1. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE LA ORGANIZACIÓN										
1.1. Percepción sobre la misión y visión										
Jefe de mantenimiento	Formación profesional	Entre 11 años a 15 años								
Técnico	Especialista	Entre 15 años a 20 años								
Administrativo	Maestría Doctorado	Mayor a 20 años								
1.1. La misión está definida por escrito, es clara para todos los niveles, acorde a la actividad económica y su declaración evidencia el propósito de la organización.										
Principio básico. La organización cuenta con una misión y visión bien estructuradas. Son claras en su contenido, se encuentran alineadas, son apropiadas para la actividad económica, reflejan la razón de ser de la empresa, comunicadas y entendidas por todo el personal del área de gestión de activos e involucran a todos los niveles y departamentos de la organización.		Totally de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totally de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totally de acuerdo
1.1.1 La misión está definida por escrito, es clara para todos los niveles, acorde a la actividad económica y su declaración evidencia el propósito de la organización.		Totally de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totally de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totally de acuerdo

Continúa

1. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE LA ORGANIZACIÓN					
1.1. Percepción sobre la misión y visión					
Principio básico. La organización cuenta con una misión y visión bien estructuradas. Son claras en su contenido, se encuentran alineadas, son apropiadas para la actividad económica, reflejan la razón de ser de la empresa, comunicadas y entendidas por todo el personal del área de gestión de activos e involucran a todos los niveles y departamentos de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1.1.2 La misión es comunicada y entendida en la dependencia.					
1.1.3 La misión refleja el compromiso con la visión.					
1.1.4 La visión está definida por escrito, delimita una fecha en específico, define de manera clara el objetivo que se desea lograr en el largo plazo, representa un logro que aún no se ha obtenido y compromete a todos los niveles de la organización.					
1.1.5 La visión es comunicada y entendida en la dependencia.					

Continúa

1.2. Percepción sobre las políticas y objetivos					
Principio básico. La organización cuenta con objetivos y políticas bien estructurados. Los objetivos a nivel corporativo enmarcan metas en el corto y largo plazo. Estos son fáciles de medir, cuantificables, realistas, consistentes, prioritarios y están definidos para cada nivel de la organización. Las políticas están formuladas para lograr los objetivos establecidos, sirven como guía para el planteamiento de metas y estrategias, abordan situaciones repetitivas o recurrentes e involucran a cada nivel de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1.2.1 Los objetivos corporativos se encuentran bien establecidos, son claros y están demarcados para un periodo de tiempo determinado.					
1.2.2 Los objetivos son fáciles de medir y cuantificables.					
1.2.3 Los objetivos corporativos son comunicados en el área de gestión de activos.					
1.2.5 La organización cuenta con políticas para lograr la consecución de los objetivos.					
1.2.6 Las políticas sirven como guía para el planteamiento de metas y estrategias, y además abordan situaciones repetitivas y recurrentes.					
1.2.7 Las políticas son comunicadas en la dependencia.					

Continúa

1.3. Autoridad y autonomía					
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<b>Principio básico.</b> Existe un organigrama claro y bien estructurado en el que se evidencian los niveles jerárquicos y el flujo de cómo se transmite la información a lo largo de los diferentes niveles de la organización. Además, las diferentes dependencias cuentan con el respaldo de la alta gerencia y con suficiente autonomía para desarrollar las funciones establecidas.					
1.3.1 La organización cuenta con un organigrama estructurado y definido en donde se evidencian los niveles de jerarquía.					
1.3.2 En el organigrama es visible el modo como se toman las decisiones a lo largo de todos los niveles de la organización.					
1.3.3 Su dependencia reconoce su ubicación dentro del organigrama de la empresa.					
1.3.4 Los funcionarios de su dependencia conocen bien sus funciones, deberes y responsabilidades.					
1.3.5 Su dependencia es autónoma para tomar decisiones de carácter rutinario, sin previa consulta y aprobación de la alta gerencia.					

Continúa

2. INTERVENCIÓN DE LA ALTA GERENCIA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
2.1 Existencia de un área enfocada en la gestión de activos					
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<b>Principio básico.</b> La organización cuenta con un área funcional que se encarga de establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente la gestión de activos. Se tiene por escrito la definición del personal responsable de la gestión de activos, así como también sus funciones, roles y responsabilidades. Finalmente, la alta gerencia proporciona los recursos necesarios para llevar a cabo en su totalidad la gestión de activos.					
2.1.1 Dentro del organigrama gerencial se encuentra definido un área funcional enfocada en la gestión de activos.					
2.1.2 La organización desarrolla e implementa procesos que conectan los propósitos requeridos y el desempeño de los activos a los objetivos organizacionales.					
2.1.3 La organización diseña, implementa, mantiene y mejora un sistema de gestión de activos estructurado en el que se evidencian políticas, estrategias, objetivos y los procesos necesarios para alcanzar lo planeado en la gestión de activos.					
2.1.4 La organización implementa procesos para asegurar la capacidad de los activos a través de todas las etapas del ciclo de vida.					

Continúa

2.2. Toma de conciencia					
Principio básico. La dependencia es consciente de su importancia para la ejecución de la gestión de activos. Identifica los riesgos y oportunidades de las actividades que se desarrollan, y conoce las implicaciones que puede acarrear las no conformidades dentro de la consecución de los objetivos para la gestión de activos.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2.2.1 La dependencia tiene conciencia sobre la política de gestión de activos.					
2.2.2 La dependencia tiene conciencia sobre su contribución a la eficacia del sistema de gestión de activos y la mejora del desempeño de la gestión de activos.					
2.2.3 La dependencia tiene conciencia sobre sus actividades laborales, los riesgos asociados y las oportunidades de las mismas, y la forma como se relacionan entre sí.					
2.2.4 La dependencia tiene conciencia de las implicaciones de las no conformidades con los requisitos del sistema de gestión de activos.					

Continúa

2.3 Aseguramiento de recursos y competencias					
Principio básico. La alta gerencia garantiza el aseguramiento de los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de activos de manera eficaz. Recursos financieros, tecnológicos y de equipo de trabajo idóneo para llevar a cabo las funciones establecidas.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2.3.1 La alta gerencia se encarga de suministrar los recursos necesarios para garantizar la eficacia en la gestión de activos. Recursos tales como dinero, bases de datos, plataformas virtuales, herramientas tecnológicas, equipos de mantenimiento, entre otros.					
2.3.2 La dependencia determina las competencias necesarias para llevar a cabo, a cabalidad, los requerimientos del puesto de trabajo asociado con la gestión de activos.					
2.3.3 La dependencia cuenta con personal idóneo en conocimiento, experiencia y formación, para llevar a cabo las funciones requeridas.					
2.3.4 La organización revisa periódicamente las necesidades y requisitos de competencias actuales y futuras.					
2.3.5 La organización desarrolla capacitaciones o espacios de aprendizaje para actualizar a los funcionarios con nuevo conocimiento referente a su área o dependencia.					

Continúa

2.4 Comunicación de la gestión de activos en la organización					
Principio básico. La organización dispone de espacios para comunicar resultados, riesgos y oportunidades pertinentes a los activos, la gestión de activos y el sistema de la gestión de activos, en cada uno de los niveles de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2.4.1 La dependencia comunica de manera periódica resultados, acontecimientos, problemas, riesgos, oportunidades o cualquier tipo de información relacionada con la gestión de activos.					
2.4.2 La dependencia cuenta con herramientas tecnológicas en donde es posible comunicar cualquier tipo de información relacionada con la gestión de activos de manera rápida y eficaz y a la persona requerida.					
2.4.3 Existen espacios de comunicación entre la organización y terceros (proveedores) en donde se transmite información que impacta el desempeño de la gestión de activos.					
2.4.4 La alta gerencia comunica a todos los niveles de la organización los resultados obtenidos, la consecución de los objetivos y los aspectos a considerar para el periodo siguiente en cuanto a la gestión de sus activos.					

Continúa

2.5 Información documentada					
Principio básico. La organización cuenta con información documentada relacionada con la gestión de activos y los requisitos legales y regulatorios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2.5.1 La organización cuenta con un sistema de información en donde es posible almacenar, clasificar, analizar, depurar y comunicar información relacionada con la gestión de activos.					
2.5.2 La información documentada cuenta con un formato obligatorio de diligenciamiento en donde se especifican elementos claves como la identificación del autor, la versión del programa informático, el medio de soporte que se debe usar, lenguaje, entre otros.					
2.4.3 La información documentada es subida al sistema de información con previa revisión y aprobación.					
2.5.4 La información del sistema de información de la gestión de activos es actualizada siempre que es necesario.					
2.5.5 El sistema de información de la gestión de activos está disponible para todos los niveles de la organización relacionados con la gestión de activos y es usado siempre que es necesario (disponibilidad).					

Continúa

2.5 Información documentada					
Principio básico. La organización cuenta con información documentada relacionada con la gestión de activos y los requisitos legales y regulatorios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2.5.6 El sistema de información para la gestión de activos cuenta con un adecuado nivel de protección contra pérdida de la confidencialidad, uso inapropiado y cambios de versión.					
2.5.7 El sistema de información para la gestión de activos cuenta con mecanismos para asegurar la recuperación de documentos perdidos o eliminados accidentalmente.					
2.5.8 El sistema de información para la gestión de activos, a su vez, cuenta con información de origen externo, es decir, proporcionada por terceros.					
2.5.9 La organización cuenta con mecanismos para garantizar que la información suministrada a cada dependencia llegue al personal que debe manejarla.					
2.5.10 Existe un intercambio de información ágil y eficaz con otras dependencias a través de procedimientos normalizados y la constante interacción de los diferentes sistemas de información.					

Continúa

3. PLANIFICACIÓN EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
3.1 Plan estratégico para la gestión de activos (PEGA)					
Principio básico. La organización cuenta con un plan estratégico para la gestión de activos (PEGA), en donde se evidencian objetivos, políticas y planes para la gestión de activos; es pertinente para cada función y nivel de la organización, se encuentra documentado en el plan corporativo y están plenamente alineado a los objetivos estratégicos.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.1.1 La organización cuenta con un plan estratégico para la gestión de activos (PEGA), que contiene los principios y el enfoque mediante el cual la organización se propone aplicar la gestión de activos.					
3.1.2 En el PEGA se pone de manifiesto la forma como los objetivos corporativos son traducidos en objetivos para la gestión de activos.					
3.1.3 En el PEGA se pone de manifiesto el rol del sistema de gestión de activos, es decir, se encuentran definidos la estructura, roles y responsabilidades necesarias para establecer el sistema de gestión de activos y operato eficazmente.					
3.1.4 El PEGA contiene los objetivos, las políticas y el enfoque para llevar a cabo los planes de acción para la gestión de activos.					
3.1.5 El PEGA se encuentra establecido para un período de tiempo determinado y es actualizado con relación a los objetivos corporativos.					

Continúa

3. PLANIFICACIÓN EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
3.1 Plan estratégico para la gestión de activos (PEGA)					
Principio básico. La organización cuenta con un plan estratégico para la gestión de activos (PEGA), en donde se evidencian objetivos, políticas y planes para la gestión de activos, es pertinente para cada función y nivel de la organización, se encuentra documentado en el plan corporativo y están plenamente alineado a los objetivos estratégicos.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.1.6 El PEGA se encuentra como información documentada dentro del plan corporativo.					
3.1.7 El PEGA es comunicado y entendido por cada nivel de la organización y se encuentra disponible para su revisión.					
3.2 Objetivos para la gestión de activos					
Principio básico. La organización cuenta con objetivos para la gestión de activos bien estructurados, acordes a la naturaleza de sus activos, coherentes y plenamente alineados con los objetivos corporativos, medibles y cuantificables, revisados, actualizados y comunicados a las partes interesadas pertinentes.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.2.1 La organización tiene definido objetivos para la gestión de activos, estos son claros y se encuentran como información documentada en el PEGA.					
3.2.2 Los objetivos de la gestión de activos son coherentes y se encuentran alineados con los objetivos corporativos de la organización.					
3.2.3 Los objetivos de la gestión de activos son actualizados como parte del PEGA.					

Continúa

3.2 Objetivos para la gestión de activos					
Principio básico. La organización cuenta con objetivos para la gestión de activos bien estructurados, acordes a la naturaleza de sus activos, coherentes y plenamente alineados con los objetivos corporativos, medibles y cuantificables, revisados, actualizados y comunicados a las partes interesadas pertinentes.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.2.4 Los objetivos de la gestión de activos son medibles y cuantificables.					
3.2.5 Los objetivos de la gestión de activos son comunicados y entendidos por todos los funcionarios de la dependencia.					
3.3 Políticas para la gestión de activos					
Principio básico. La organización cuenta con políticas para la gestión de activos bien estructuradas, adecuadas al propósito de la organización, en las que se evidencia el compromiso con la consecución de los objetivos para la gestión de activos, son coherentes con el plan organizacional, adecuadas a la naturaleza de los activos, actualizadas, disponibles y comunicadas por cada nivel de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.3.1 La organización cuenta con políticas para la gestión de activos que se encuentran encaminadas a la consecución de los objetivos de la gestión de activos.					
3.3.2 Las políticas de la gestión de activos son adecuadas al propósito de la empresa y a la naturaleza de sus activos.					
3.3.3 Las políticas de la gestión de activos se formulan de acuerdo al plan organizacional.					

Continúa

3.3 Políticas para la gestión de activos					
Principio básico. La organización cuenta con políticas para la gestión de activos bien estructuradas, adecuadas al propósito de la organización, en las que se evidencia el compromiso con la consecución de los objetivos para la gestión de activos, son coherentes con el plan organizacional, adecuadas a la naturaleza de los activos, actualizadas, disponibles y comunicadas por cada nivel de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.3.4 Las políticas para la gestión de activos son actualizadas con relación a los cambios producidos en la planeación estratégica.					
3.3.5 Las políticas para la gestión se encuentran disponibles como información documentada en el PEGA.					
3.3.6 Las políticas para la gestión de activos son comunicadas y entendidas por la dependencia.					
3.3.7 La política de la gestión de activos incluye un compromiso de mejora continua del sistema de gestión de activos.					
3.3.8 La política de la gestión de activos es coherente con otras políticas pertinentes de la organización.					
3.3.9 La política de la gestión de activos es implementada en las actividades referentes a la dependencia a la que pertenece.					

Continúa

3.4 Planes de acción					
Principio básico. La organización cuenta con planes de acción que contienen las actividades relacionadas con la gestión de activos. Estos planes son formulados en función de los objetivos de la gestión de activos y se encuentran documentados en el PEGA. En estos planes se identifican el método y la definición de criterios para la toma de decisiones, la priorización de actividades y recursos para llevar a cabo la gestión de activos, los procesos y métodos que se emplean en la gestión de sus activos a lo largo del ciclo de vida, la definición de las funciones que se llevan a cabo, los responsables, el periodo de finalización, el modo como se evalúan los resultados, las implicaciones financieras y no financieras y el periodo de revisión establecido.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3.4.1 La organización cuenta con planes de acción estructurados, que contienen las actividades que se deben llevar a cabo para la gestión de activos.					
3.4.2 Los planes de acción se encuentran alineados con los objetivos de la gestión de activos.					
3.4.3 Los planes de acción de la gestión de activos se encuentran disponibles como información documentada en el PEGA.					
3.4.4 En los planes de acción se representan los procesos y métodos que se emplean en la gestión de los activos a lo largo del ciclo de vida los activos.					
3.4.5 En los planes de acción se especifican las funciones de los puestos de trabajo que se deben llevar a cabo para el desarrollo eficaz de la gestión de activos.					
3.4.6 En los planes de acción se evidencian los recursos (financieros y no financieros) que son necesarios para llevar a cabo las actividades de la gestión de activos.					

Continúa

3.4 Planes de acción					
Principio básico. La organización cuenta con planes de acción que contienen las actividades relacionadas con la gestión de activos. Estos planes son formulados en función de los objetivos de la gestión de activos y se encuentran documentados en el PEGA. En estos planes se identifican el método y la definición de criterios para la toma de decisiones, la priorización de actividades y recursos para llevar a cabo la gestión de activos, los procesos y métodos que se emplean en la gestión de sus activos a lo largo del ciclo de vida, la definición de las funciones que se llevan a cabo, los responsables, el período de finalización, el modo como se evaluarán los resultados, las implicaciones financieras y no financieras y el período de revisión establecido.	Totamente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	3.4.7 En los planes de acción se evidencia el empleado responsable para llevar a cabo cada actividad que compone a la gestión de activos.				
3.4.8 En los planes de acción se evidencia el tiempo de inicio y finalización de la actividad determinada en la gestión de activos.					
3.4.9 Los planes de acción son actualizados como parte del PEGA.					
4. OPERACIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
4.1 Identificación de necesidad y estudios preliminares					
Principio básico. La organización implementa procesos para la evaluación de propuestas y adquisición de activos.	Totalmente de acuerdo		Totalmente en desacuerdo		
	De acuerdo	Indeciso	De acuerdo	Indeciso	
4.1.1 La organización lleva a cabo estudios preliminares en donde se planean y establecen las características físicas y funcionales que debe poseer un activo para llevar a cabo una actividad determinada.					

Continúa

4. OPERACIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
4.1 Identificación de necesidad y estudios preliminares					
Principio básico. La organización implementa procesos para la evaluación de propuestas y adquisición de activos.	Totalmente de acuerdo		Totalmente en desacuerdo		
	De acuerdo	Indeciso	De acuerdo	Indeciso	
4.1.2 La organización lleva a cabo estudios de factibilidad técnica del activo a adquirir, en donde se analiza la disponibilidad de personal competente para manejar el activo.					
4.1.3 La organización lleva a cabo estudios de viabilidad económica al adquirir un activo (planes de inversión).					
4.1.4 La organización lleva a cabo estudios en donde se analiza el impacto ambiental que produce la adquisición y mantenimiento de un activo.					
4.1.5 La organización lleva a cabo estudios de gestión de riesgos producidos por los cambios internos y externos que se pueden producir en el entorno.					
4.1.6 La organización establece y aplica criterios de calidad y costo para evaluar diferentes alternativas en cuanto a la selección de proveedores (gestión de <i>outsourcing</i> ).					
4.2 Adquisición de activos					
Principio básico. La organización implementa procesos relacionados con las compras, precomisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha del activo.	Totalmente de acuerdo		Totalmente en desacuerdo		
	De acuerdo	Indeciso	De acuerdo	Indeciso	
4.2.1 Dentro del organigrama existe un departamento de compras en donde se efectúa, de forma sistemática, la orden de compra al proveedor determinado.					

Continúa

4.2 Adquisición de activos					
Principio básico. La organización implementa procesos relacionados con las compras, precomisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha del activo.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4.2.2 La organización cuenta con un formato estándar para la orden de compra, en donde se especifica el proveedor, el activo o elemento a comprar, el costo monetario, las especificaciones, la fecha de compra y entrega, entre otra información relevante.					
4.2.3 La organización lleva a cabo actividades de seguimiento e inspección en fábrica de las compras de activos efectuadas a proveedores, para garantizar las necesidades y lineamientos internos en los activos.					
4.2.4 La organización lleva a cabo actividades de recepción de los activos o materiales adquiridos en donde se inspecciona, evalúa y calibra el activo adquirido para asegurar que el equipo cumpla con todos los requerimientos estipulados.					
4.2.5 Existen espacios de capacitación a los empleados asignados para el uso del activo, provenientes de los proveedores y la misma organización, en donde se explica el manual de uso, las condiciones medioambientales que debe poseer el entorno, los riesgos que se pueden producir en su manipulación y todos los requerimientos que se deben cumplir para garantizar el buen desempeño del activo.					
4.2.6 La organización lleva a cabo actividades de comisionamiento, en donde se adecuan las condiciones del entorno a los requerimientos del activo.					

Continúa

4.3 Uso y mantenimiento del activo					
Principio básico. La organización lleva a cabo actividades de análisis de condiciones de los activos, seguimiento y evaluación de desempeño de los activos. Además, se planifica el mantenimiento de acuerdo a la naturaleza del activo y el servicio que presta dentro de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4.3.1 La organización cuenta con un área específica para el mantenimiento de los activos.					
4.3.2 El área de mantenimiento establece objetivos y políticas para el mantenimiento.					
4.3.3 Los objetivos y políticas específicas del mantenimiento son comunicadas y entendidas por todo el personal de esta área.					
4.3.4 Los objetivos y políticas específicas del mantenimiento se formulan con base en los objetivos de la gestión de activos y los objetivos corporativos.					
4.3.5 La organización jerarquiza sus activos de acuerdo a un análisis de criticidad que mide el nivel de impacto que produce la función del activo en la consecución de resultados operacionales.					
4.3.6 El área de mantenimiento establece actividades de planeación de los recursos (financieros y no financieros) necesarios para llevar a cabo las actividades restauradoras.					
4.3.7 El área de mantenimiento cuenta con un programa de mantenimiento en donde se detallan todas las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo por activo en periodos de tiempo determinados.					

Continúa

4.3 Uso y mantenimiento del activo					
Principio básico. La organización lleva a cabo actividades de análisis de condiciones de los activos, seguimiento y evaluación de desempeño de los activos. Además, se planifica el mantenimiento de acuerdo a la naturaleza del activo y el servicio que presta dentro de la organización.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4.3.8 La organización cuenta con planes de contingencia de mantenimiento cuando se presentan fallas inesperadas en los activos.					
4.3.9 El área de mantenimiento dispone de mecanismos que permiten llevar registros y análisis de las fallas, las causas, los tiempos de parada, materiales, repuestos y herramientas utilizadas.					
4.3.10 El área de mantenimiento cuenta con un inventario bien estructurado de los materiales y repuestos que tienen disponibles para restaurar un activo.					
4.4 Desincorporación del activo					
Principio básico. La organización analiza, evalúa y cuantifica los costos e impacto que produce desincorporar un activo del sistema operacional.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4.4.1 La organización cuenta con un programa de desincorporación del activo, que contiene por escrito, las condiciones por las cuales un activo es retirado del sistema operacional.					
4.4.2 La organización realiza estudios de análisis de alternativas para decidir si el activo se debe desechar, reciclar o vender.					
4.4.3 La organización realiza estudios de análisis de riesgos producidos por el desmantelamiento del activo y retirada del mismo.					

Continúa

4.4 Desincorporación del activo					
Principio básico. La organización analiza, evalúa y cuantifica los costos e impacto que produce desincorporar un activo del sistema operacional.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4.4.4 La organización lleva un registro de los activos que son retirados. Se encuentra disponible como información documentada en el sistema de información de la gestión de activos.					
4.4.5 La organización lleva a cabo estudios para cuantificar el costo de desincorporar un activo del sistema.					
5. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
5.1 Indicadores de evaluación de desempeño					
Principio básico. La organización tiene estructurado indicadores que miden el desempeño de los activos y la gestión de activos.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
5.1.1 La organización cuenta con indicadores de desempeño para medir el rendimiento de los activos de manera periódica.					
5.1.2 La organización cuenta con indicadores de desempeño para medir el rendimiento de la gestión de activos y el impacto que produce este en los objetivos corporativos.					
5.1.3 La organización cuenta con indicadores financieros para reflejar las pérdidas o ganancias que ha producido la gestión de activos en materia monetaria.					
5.1.3 Los indicadores de desempeño son actualizados de acuerdo a los cambios que se efectúan en la planeación de la gestión de activos.					

Continúa

5. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
5.1 Indicadores de evaluación de desempeño					
Principio básico. La organización tiene estructurado indicadores que miden el desempeño de los activos y la gestión de activos.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
5.1.4 Los indicadores de desempeño se encuentran alineados a los indicadores formulados en la planeación estratégica de la organización.					
5.2 Auditorías e informes de la alta gerencia					
<b>Principio básico.</b> La organización cuenta con un programa de seguimiento, medición, análisis y evaluación de resultados contenido en un programa de auditorías, en donde se establece qué se debe monitorear, además de los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según sea aplicable, que garanticen la validez los resultados. Adicionalmente, establece la periodicidad de los seguimientos y el responsable para llevar a cabo las auditorías.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
5.2.1 La organización planifica, establece, implementa y mantiene un programa de auditorías para las actividades internas para la gestión de activos.					
5.2.2 La organización planifica, establece, implementa y mantiene un programa de auditorías para todos los terceros que actúan en los procesos de gestión de activos (puestos, equipos, mantenimiento, entre otros).					
5.2.2 En el programa de auditoría se especifica la frecuencia en el cual debe efectuarse la medición, análisis y evaluación de resultados de la gestión de activos.					

Continúa

5.2 Auditorías e informes de la alta gerencia					
<b>Principio básico.</b> La organización cuenta con un programa de seguimiento, medición, análisis y evaluación de resultados contenido en un programa de auditorías, en donde se establece qué se debe monitorear, además de los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según sea aplicable, que garanticen la validez los resultados. Adicionalmente, establece la periodicidad de los seguimientos y el responsable para llevar a cabo las auditorías.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
5.2.3 En el programa de auditoría se especifica el personal encargado para llevar a cabo la medición, análisis y evaluación de resultados de la gestión de activos.					
5.2.4 El programa de auditoría contiene informes pasados de la medición, análisis y evaluación de resultados en la gestión de activos. Estos informes se encuentran disponibles como información documentada.					
5.2.5 El programa de auditoría es actualizado conforme con los cambios que se realicen en la planeación estratégica de la gestión de activos.					

Continúa

5.3 Revisión de la alta gerencia sobre el desempeño de la gestión de activos					
Principio básico	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<b>Principio básico.</b> La alta gerencia lleva a cabo revisiones periódicas de los informes realizados por las auditorías internas para identificar no conformidades, el desempeño de las acciones correctivas, el desempeño de las actividades de la gestión de activos y las oportunidades de mejoramiento continuo. Además, esta información es comunicada y se encuentra disponible como información documentada en el sistema de información para la gestión de activos.					
5.3.1 La organización cuenta con mecanismos que comunican los informes de las auditorías internas a los directivos pertinentes a la gestión de activos.					
5.3.2 La alta dirección lleva a cabo revisiones periódicas a los informes que se desarrollan en el programa de auditorías para la gestión de activos.					
5.3.3 Los informes finales hechos por la alta gerencia contienen los resultados de las acciones correctivas realizadas en la gestión de activos.					
5.3.4 En los informes finales hechos por la alta gerencia se evalúan los informes de las auditorías internas.					
5.3.5 En los informes finales hechos por la alta gerencia se ponen de manifiesto oportunidades de mejoramiento continuo para la gestión de activos.					
5.3.6 La alta gerencia comunica a todos los niveles de la organización, los resultados de la evaluación de la gestión de activos y las auditorías internas.					
5.3.7 Los informes finales hechos por la alta gerencia se encuentran disponibles como información documentada en el sistema de información para la gestión de activos.					

Continúa

6. MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS					
6.1 No conformidades y acciones correctivas					
Principio básico	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<b>Principio básico.</b> La organización lleva a cabo acciones de mejoramiento continuo cuando ocurren eventos de no conformidades o algún tipo de incidente con los activos o la gestión de activos.					
6.1.1 La organización lleva a cabo planes de acción de mejoramiento continuo ante no conformidades identificados en el uso de los activos.					
6.1.2 La organización lleva a cabo planes de acción de mejoramiento continuo ante no conformidades en la gestión de activos.					
6.1.3 La organización lleva a cabo planes de mejoramiento continuo ante no conformidades en el sistema de gestión de activos.					
6.1.4 La organización aplica estudios o metodologías para el análisis de las causas y consecuencias de las no conformidades.					
6.1.5 La organización lleva a cabo un panorama de riesgos para efectuar acciones predictivas que reduzcan la probabilidad de ocurrencia de no conformidades.					
6.1.6 La organización implementa metodologías para cuantificar el riesgo antes de llevar a cabo las acciones correctivas.					
6.1.7 La organización realiza un seguimiento de los resultados alcanzados a partir de la ejecución de acciones correctivas.					
6.1.8 Los resultados obtenidos de las acciones correctivas se encuentran disponibles como información documentada en el sistema de información.					

Fuente: Elaborado a partir del requerimiento de la norma NTC-ISO 55001 de 2015