



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Organización Industrial**

**GESTIÓN INTEGRAL DE EDIFICIOS:  
FACILITY MANAGEMENT**

**Autor:**

**Millaruelo Frontela, Carlos Bernardo**

**Tutor:**

**López Paredes, Adolfo**

**Departamento de Organización de  
Empresas y CIM**

**Valladolid, Julio de 2016**



# Índice

<b>ABSTRACT &amp; KEYWORDS</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN Y PALABRAS CLAVE</b> .....	<b>9</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>11</b>
Objetivo del proyecto .....	11
Alcance del proyecto.....	14
Metodología de realización .....	16
Organización del documento .....	18
<b>1. Introducción a la Gestión de Activos</b> .....	<b>21</b>
1.1. Antecedentes históricos.....	23
1.2. Términos y definiciones básicas .....	25
1.3. Elementos de un Sistema de Gestión de Activos .....	27
<b>2. Implementación de la Gestión de Activos</b> .....	<b>33</b>
2.1. Estructuras, roles y responsabilidades.....	33
2.2. Gestión de la subcontratación de actividades de Gestión de Activos (Outsourcing).....	36
2.3. Formación, prevención y competencias en la Gestión de Activos.....	40
2.4. Gestión de la comunicación .....	41
2.5. Sistemas de Gestión de la Información.....	43
2.6. Gestión de riesgos.....	46
2.6.1. Métodos de identificación de riesgos.....	49
2.6.2. Métodos de análisis de riesgos.....	51
2.6.3. Métodos de selección de medidas de control .....	56

2.7. Requisitos legales, estatutarios y de otra índole .....	59
2.8. Gestión del cambio.....	61
<b>3. Gestión de Edificios.....</b>	<b>65</b>
3.1. Facility Management.....	65
3.2. Situación actual del FM .....	68
3.3. Modalidades de gestión.....	70
3.3.1. PPP (Public-Private Partnership) .....	70
3.3.2. Outsourcing.....	73
3.4. Herramientas de seguimiento y control.....	81
3.4.1. Herramientas utilizadas tradicionalmente .....	81
3.4.2. Análisis basado en KPIs.....	84
3.5. Mantenimiento de activos en el Facility Management.....	85
<b>4. Desarrollo de KPIs para la Gestión de Edificios .....</b>	<b>89</b>
4.1. Asset Development .....	89
4.2. Performance Management.....	91
4.2.1. Building Performance Indicator (BPI) .....	91
4.3. Maintenance .....	96
4.3.1. Annual Maintenance Expenditure (AME).....	96
4.3.2. Normalized Annual Maintenance Expenditure (NAME).....	96
4.3.3. Maintenance Efficiency Indicator (MEI).....	97
4.4. Organization and Management.....	99
4.4.1. Manpower Source Diagram (MSD) .....	99
4.4.2. Managerial Span of Control (MSC) .....	100
<b>5. Gestión Financiera en el <i>Facility Management</i>.....</b>	<b>105</b>
5.1. Plazo de recuperación (Payback).....	109
5.2. Coste del ciclo de vida (Life Cycle Costing, LCC).....	110
5.2.1. Identificación de alternativas de análisis.....	112

5.2.2. Recopilación de datos e información .....	113
5.2.3. Análisis de costes e impactos .....	114
5.2.4. Selección de la mejor alternativa .....	115
5.3. Retorno de la inversión (Return on Investment, ROI).....	116
5.4. Coste basado en actividades (Activity Based Costing, ABC) 118	
5.5. Coste total de propiedad (Total Cost of Ownership) .....	121
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>123</b>
<b>7. Bibliografía .....</b>	<b>125</b>



## ABSTRACT & KEYWORDS

This sheet aims to present a critical analysis of all the existing information and tools related to Asset Management, specially buildings. Starting with a thorough analysis of the existing regulations and specifications in this area, the objective is to draft a document or a basic guide which includes best practices for the implementation of Asset Management, as well as control and monitoring techniques.

Finally, an approach to Asset Management is performed from the financial point of view, developing a series of tools commonly used in this field.

Asset, Asset Management, Asset Management System, Facility Management, KPIs (Key Performance Indicators), CapEx (Capital Expenditure), OpEx (Operations Expenditure).





## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El presente trabajo se centra en realizar un análisis crítico de toda la información y herramientas existentes en lo relativo a la Gestión de Activos Físicos, especialmente de los edificios. Partiendo de un análisis exhaustivo de la normativa y especificaciones existentes en esta materia, se plantea una guía o documento básico en el que se proponen buenas prácticas para la implementación de activos, así como técnicas de control y seguimiento.

Por último, se realiza una aproximación a la gestión de activos desde el punto de vista financiero, desarrollando una serie de herramientas generalmente utilizadas en este ámbito.

Activo Físico, Gestión de Activos, Sistema de Gestión de Activos, *Facility Management*, KPIs (indicadores claves del rendimiento), CapEx (presupuesto de inversión), OpEx (presupuesto de explotación).



## Introducción

### *Objetivo del proyecto*

El objetivo del presente trabajo es el de proporcionar un documento básico para la realización de una correcta gestión de activos, concretamente de los edificios, mediante la sistematización del conocimiento existente en este ámbito bajo el marco de la norma internacional **ISO 55001** [1], que engloba a la especificación británica **PAS-55** (*Publicly Available Specification number 55*) de la *British Standards Institution* [2].

La **Gestión de Activos** o *Asset Management* tiene su origen en esta especificación PAS-55, publicada en 2004 y revisada en 2008, que provee un marco de trabajo y la especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida de todo activo físico.

Pese a esto, esta especificación no constituye una guía clara, sino que está compuesta de un conjunto de pautas para: establecer prioridades y capitalizar las mejoras, adecuar la gestión de activos a los planes estratégicos organizacionales, asegurar una correcta adaptación entre la realidad de los activos y el trabajo real diario de la empresa, etc.

Se pretende agrupar en el documento toda la información relativa a la gestión integral y eficiente de edificios, incluyendo desde información básica, **modalidades de gestión** y buenas prácticas, hasta **modelos de valoración** y **herramientas de seguimiento** y de mejora.

En la actualidad las empresas de distintos sectores han demostrado un creciente interés por implementar esta gestión dentro de su cadena de valor, ayudando así a la consecución de objetivos estratégicos y de negocio. Los estándares internacionales en **Gestión de Activos** son aceptados en todos los sectores industriales, y la obtención de certificaciones ha ido acompañada en todos los casos de un exponencial aumento en los beneficios anuales de las compañías certificadas.

La aplicación de una buena Política y de un Sistema de Gestión de Activos basado en las especificaciones de la PAS 55 o de la más moderna ISO 55000 tiene un gran impacto a nivel económico dentro de una empresa, sin embargo, requiere también un cambio de enfoque en todos los niveles de la organización. La Gestión de Activos no puede ser tarea específica de un único departamento, sino que requiere de la colaboración expresa de toda la organización.

La mayoría de estudios relativos al impacto de la implantación de la Gestión de Activos coinciden en señalar al **OEE** (*Overall Equipment Effectiveness*) [3], o **Eficiencia General de los Equipos**, como el mejor indicador disponible debido a su carácter heterogéneo sujeto a cambios en los costes de operación, necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc., todo ello estrechamente relacionado con los activos físicos.

$$OEE = Disponibilidad \times Eficiencia \times Calidad$$

$$OEE = A \times PE \times RQ$$

Como podemos ver en la siguiente figura, se han establecido de forma orientativa una serie de valores guía para el OEE que nos permitirán conocer la situación actual de la empresa y tomar decisiones respecto a su futuro.

OEE	Situación	Consecuencias	
		Económicas	Competitividad
< 65 %	Inaceptable	Importantes pérdidas	Baja
65 - 75 %	Regular	Pérdidas	Sólo aceptable en proceso de mejora
75 - 85 %	Aceptable	Ligeras pérdidas	Ligeramente baja
85 - 95 %	Buena	"World Class Values"	Buena
≥ 95 %	Excelente	Elevada rentabilidad	Excelente

**Figura 1:** Impacto de la Gestión de Activos en el OEE

Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos a través de *benchmarking*, el valor medio actual del OEE con políticas de gestión de activos tradicionales ronda el **73 %**, un valor que como vemos no es aceptable. El impacto de la implantación de políticas de gestión de activos según lo previsto en la PAS-55 es claro, presentando las empresas que obtienen su certificación un OEE de aproximadamente el **86 %**.

Inicialmente el trabajo se centrará en el desarrollo de los distintos elementos de un Sistema de Gestión de Activos, explicando cómo se articulan las políticas y estrategias de una empresa en este ámbito. Tras una particularización de la norma para los edificios, pasaremos a considerar la Gestión Integral de Edificios en sí, como una parte importante de la totalidad de los activos.

Además del punto de vista teórico, se pretende dotar al trabajo de una utilidad práctica en los sucesivos capítulos, en los que se evaluará el impacto

---

económico del activo durante su adquisición (modelos de valoración), y a lo largo de todo su ciclo de vida y explotación (KPIs).

## Alcance del proyecto

El alcance del presente documento son los activos físicos en su totalidad, y los edificios en particular, que constituyen una parte muy importante en el total de la gestión de activos. De acuerdo a la especificación **PAS-55** incluida en la norma **ISO 55001**, existen **5 tipos de activos**, cuya gestión ha de realizarse de forma coordinada para lograr el mayor beneficio posible para la empresa.

En la siguiente figura podemos apreciar cuáles son dichos tipos de activos, así como la relación existente entre ellos



**Figura 2:** Clasificación de los distintos tipos de activos

Fuente: BSI. PAS-55. 2008 [2]

Como podemos ver en la figura 2, aparte de los activos físicos que son el alcance del documento, existen las siguientes cuatro categorías de activos:

- Activos humanos: los recursos humanos son una parte fundamental en la gestión de activos en particular y en la gestión empresarial en general. El comportamiento, los conocimientos y competencias de los trabajadores influyen enormemente sobre el rendimiento de los activos físicos.
- Activos financieros: se requiere este tipo de activos para adquirir recursos económicos que nos permitan hacer frente no sólo a las

inversiones iniciales que suponen los activos físicos, sino también a todos los costes que generan a lo largo de su ciclo de vida.

- Activos de la información: la información es vital en una empresa para poder realizar una toma de decisiones correcta. La definición de planes de actuación, la previsión de inversiones o la implementación de una estrategia determinada solo será posible si se cuenta con datos e información de buena calidad. En el Plan de Gestión de Activos Físicos se prevé como fundamental la implementación de un sistema de gestión de la información relativa a dichos activos.
- Activos intangibles: aquí entramos a valorar aquellas características que son físicamente inapreciables, pero que son vitales para el desempeño de una empresa. La reputación o la imagen de la empresa tienen un impacto significativo sobre el desarrollo de su actividad, ya que en caso de ser positivas podrían facilitar la inversión, la colaboración en estrategias, la reducción de costes, el aumento de las ventas, etc.

Por tanto, en el presente documento nos centraremos únicamente en los **activos físicos**, considerando el resto de categorías solamente en el caso de que tengan un impacto directo en la gestión de activos que deseamos llevar a cabo. De igual manera se tendrán en cuenta factores de tipo humano como la motivación y la cultura, que, pese a no estar relacionados directamente con los activos físicos, sí son fundamentales para que su gestión y la de la totalidad de la organización sean satisfactorias.

## ***Metodología de realización***

La metodología de realización del presente documento ha constado de tres etapas claramente diferenciadas:

Una **primera etapa de documentación general acerca de todos los aspectos relacionados con la gestión de activos y edificios:**

- Boletines digitales de instituciones como IFMA España [4].
- Documentación en la red a través de diversas páginas web.
- Búsqueda de artículos académicos a través de la red Scopus.
- *Lectures* y conferencias impartidas por IFMA España.

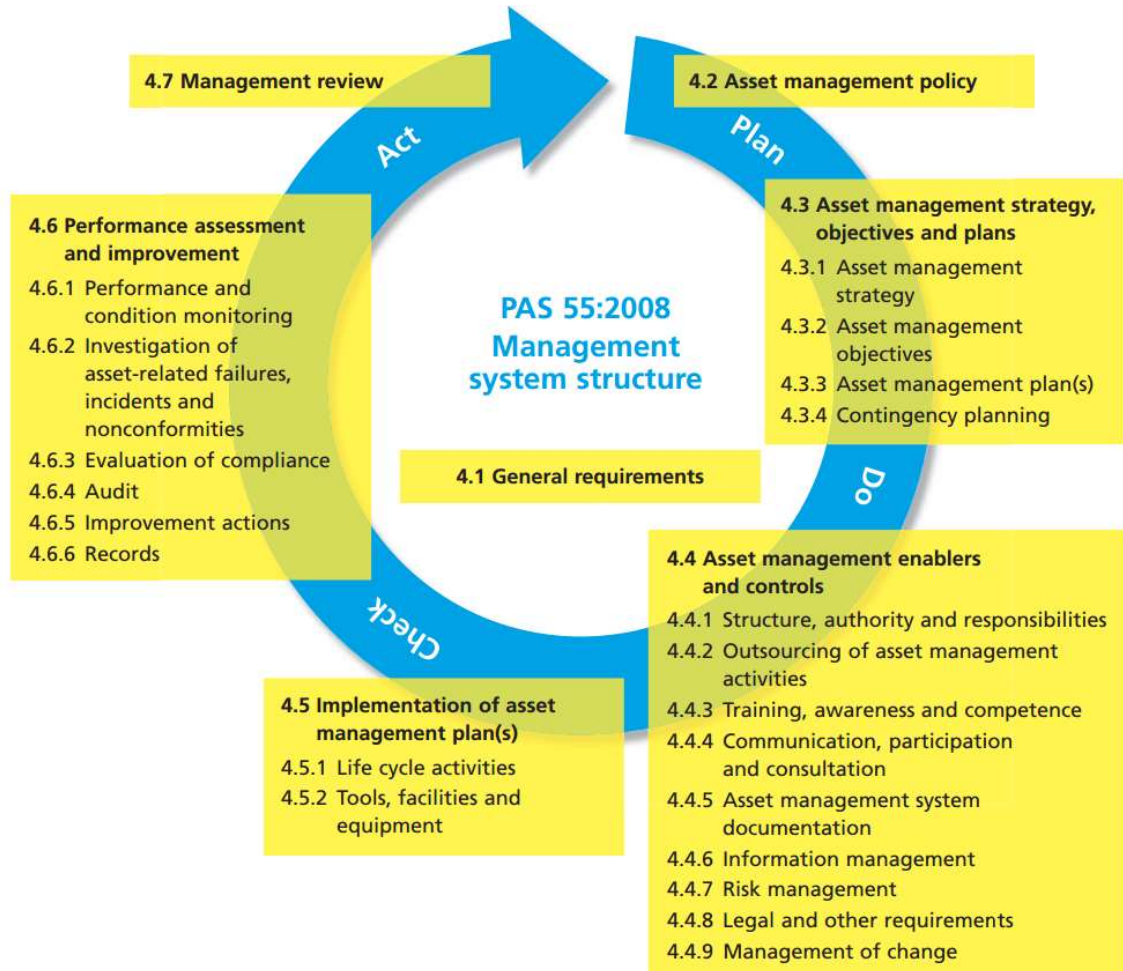
Esta primera etapa consistió básicamente en una recopilación crítica de información en la que se iba decidiendo cuál sería la información más relevante a plasmar en el documento, así como la forma más adecuada de llevar a cabo dicha tarea.

Una **segunda etapa de traducción, interpretación y análisis de la especificación británica PAS 55:2008 de Gestión de Activos**. La elección de la especificación británica se debe a su fundamental aportación en la elaboración de las normas internacionales ISO 55000 y a su dilatada y exitosa aplicación.

Las empresas certificadas con la PAS-55 presentan una notable mejoría en el rendimiento de sus activos, experimentando un impacto financiero positivo muy importante. Su estructura de gestión propuesta permite una gestión empresarial optimizada y sostenible, compuesta como vemos en la siguiente figura por los siguientes puntos:

- Requisitos generales
- Política de gestión de activos
- Planes, objetivos y estrategias
- Controles y facilitadores
- Implementación de planes de gestión de activos en las actividades de todo el ciclo de vida
- Evaluación y mejora del rendimiento
- Análisis crítico mediante la revisión del proceso de gestión de activos





**Figura 3:** Estructura de gestión propuesta por la PAS-55

Fuente: BSI. PAS-55. 2008 [2]

Una **tercera etapa de organización y sistematización del contenido encontrado**. Esta etapa es la más importante ya que se necesita un análisis crítico que nos permita decidir de forma adecuada cómo estructurar el documento y cómo llevarlo a cabo de manera correcta.

Una **cuarta etapa de redacción** del presente documento, en la que se pretende introducir el mayor contenido posible de la forma más clara y concisa que fuera posible, debido al claro objetivo de que sea aplicable a cualquier empresa.

Una **quinta etapa de revisión y mejora** en la que se lleva a cabo una revisión concienzuda de la totalidad del contenido presentado en el trabajo, verificando la exactitud y corrección del contenido, a través de la contrastación de las fuentes empleadas.

Todas las etapas han sido tutoradas por D. Adolfo López Paredes.

## ***Organización del documento***

El presente documento se estructura en cinco capítulos claramente diferenciados, conclusiones y bibliografía aparte.

### Capítulo 1: Introducción a la Gestión de Activos

A lo largo de este capítulo se pretende contextualizar la gestión de activos en el marco actual, presentando el contenido fundamental de la norma PAS 55:2008 y tratando conceptos fundamentales, términos y definiciones básicas.

### Capítulo 2: Implementación de la Gestión de Activos

En este capítulo se comienza a dotar de una aplicación real el contenido teórico de la norma. Para cada una de las distintas dimensiones de la empresa que propone la norma para la gestión de activos, se realiza un resumen de las recomendaciones más importantes y se proponen medidas efectivas para llevar a cabo una gestión adecuada.

Entre las diferentes dimensiones encontramos: estructuras, roles y responsabilidades, gestión de la subcontratación, formación, prevención y competencias, gestión de la comunicación, gestión de la información, gestión de riesgos, requisitos legales, estatutarios y de otra índole y gestión del cambio.

### Capítulo 3: Gestión de Edificios

Una vez presentada de forma general la gestión de activos, en este trabajo se pretende particularizar para el caso de la gestión de edificios, entrando en el denominado *Facility Management*. Este capítulo pretende ser lo más completo posible, englobando una introducción en la que se habla del origen, características y situación actual del *Facility Management*, modalidades de gestión, herramientas de seguimiento y control y mantenimiento de activos.

### Capítulo 4: Desarrollo de KPIs para la Gestión de Edificios

Este capítulo supone una particularización de las herramientas de seguimiento y control a las que hemos hecho referencia al final del capítulo anterior. Debido a la orientación práctica que se le pretende dar al presente trabajo, considerábamos oportuno desarrollar de una manera más extensa esta metodología que consideramos podría ser susceptible de aplicación en numerosos casos.

## Capítulo 5: Gestión financiera en el FM

Por último, se hace referencia al ámbito financiero del *Facility Management*, del que se destaca su importancia en la actualidad. En este capítulo se hace referencia a la gestión financiera de forma general y a continuación se desarrollan algunas metodologías que consideramos pueden servir de utilidad a la hora de llevar a cabo una gestión eficiente de los activos.



# 1. Introducción a la Gestión de Activos

Debido a su reciente aparición, existen numerosas acepciones aplicables a la Gestión de Activos en función del país, sector o incluso empresa. Según lo dispuesto en la PAS 55:2008 [1], entendemos por Gestión de Activos lo siguiente:

*“Actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuáles una empresa gestione de forma óptima y sostenible sus activos y sus sistemas de gestión de los mismos, así como el rendimiento, riesgos y gastos asociados a los mismos a lo largo de su ciclo de vida, con el propósito de cumplir con su plan estratégico [2]”*

Como podemos apreciar en la diferencia de sus definiciones, la norma ISO 55000 pretende dar un enfoque más global a la Gestión de Activos, describiéndola como:

*“Actividades coordinadas de una organización para materializar el valor de sus activos [1]”*

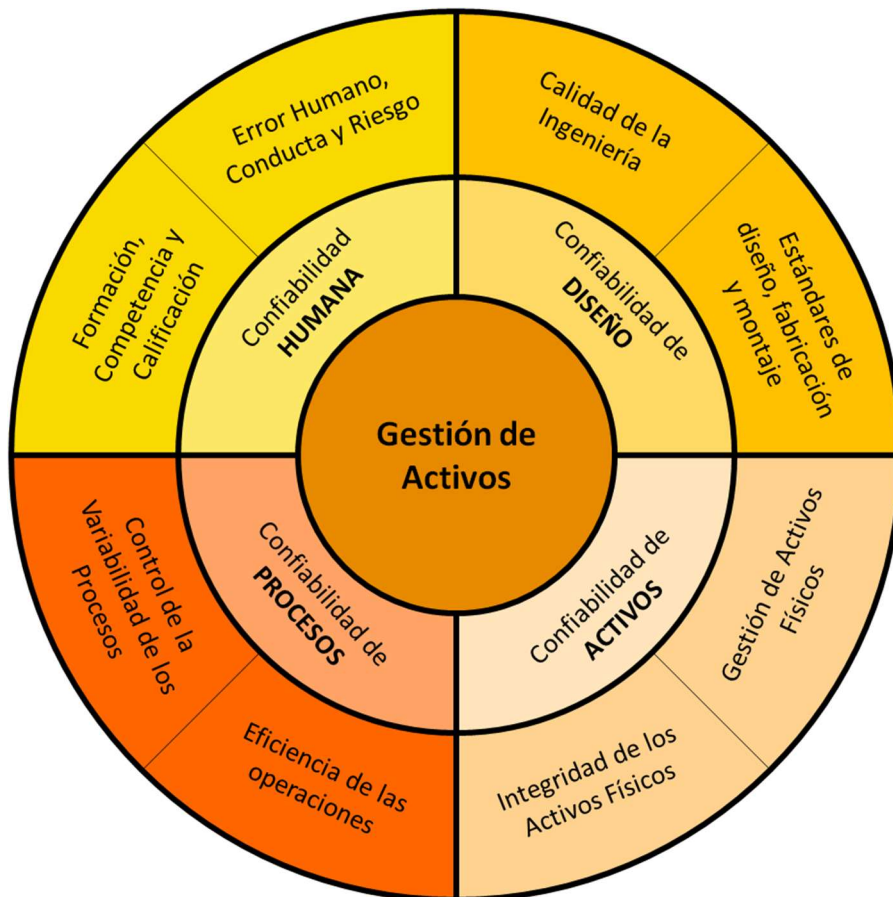
El plan estratégico al que hace referencia la PAS 55 será la base de los objetivos de la empresa en lo relativo a la gestión de activos, de acuerdo a su visión, misión, valores, políticas, requisitos de los *stakeholders* y gestión de riesgos.

Una adecuada gestión de activos permitirá a la empresa determinar políticas de adquisición y creación, de mantenimiento, de renovación y finalmente de reutilización o eliminación. Entre los principales beneficios de la Gestión de Activos encontramos:

- Incremento de la **satisfacción de los clientes** a través de la mejora de las entregas del producto o servicio de acuerdo a los estándares requeridos.
- Mejora de la **rentabilidad de las inversiones** realizadas en activos físicos.
- Planteamiento de **las inversiones a largo plazo**, mejorando así la sostenibilidad y éxito de las mismas.
- Asegurar la correcta **conformidad de los activos** mediante procesos sistemáticos y controlados.
- Mejora de la **reputación de la empresa**, cuyos múltiples beneficios incluyen: aumento de valor para los accionistas, mejor marketing e imagen del producto o servicio, mayor satisfacción de los trabajadores, etc.

Para poder llevar a cabo todo lo mencionado es esencial contar con una serie de elementos indispensables para la exitosa implementación de los planes y políticas, como son:

- **Estructura organizativa:** es preciso que establezca una jerarquía clara, con un liderazgo definido que facilite la comunicación.
- **Equipo de trabajadores:** se debe contar con personal cualificado, competente y correctamente formado en lo relativo a la Gestión de Activos.
- **Información y conocimiento:** es fundamental realizar un estudio concienzudo de la información existente y sistematizada en el ámbito de la Gestión de Activos, incluyendo medidores del desempeño, riesgos y costes, así como las interrelaciones entre ellos.



**Figura 1.1:** Componentes de la Gestión de Activos

Fuente: Elaborado partir de la PAS55:2008 [2]

## 1.1. Antecedentes históricos

Primeramente, vemos indispensable realizar una breve recopilación de los diferentes procedimientos, técnicas, métodos, etc., que han sido aplicados en la gestión de activos a lo largo de la historia.

- La primera referencia a gestión de maquinarias, reparaciones, mantenimiento, etc., no llega hasta la **primera revolución industrial**. Hasta entonces no se daba ningún tipo de importancia al mantenimiento de los activos, el cual era realizado por el propio trabajador.
- Con la aparición de la **producción en línea** inventada por Henry Ford, durante la **Primera Guerra Mundial** comienzan a realizarse reparaciones sobre productos defectuosos o que no cumplen los estándares, apareciendo así el **mantenimiento correctivo**.
- Ya con la **Segunda Guerra Mundial** y la necesidad de competir en un mercado más global, aparece el **mantenimiento preventivo** como herramienta para conseguir un aumento de la productividad.
- En los **años 50** con la aparición de nuevas industrias como la electrónica o la aviación, se desarrollaron métodos de planificación y control de la producción y del mantenimiento. Comenzaron a idearse sistemas de detección y diagnóstico de fallos para ahorrar costes en las reparaciones.
- En los **años 70** el desarrollo de la informática provoca la aparición de la Ingeniería de Mantenimiento, que realizaba un análisis desde el punto de vista cuantitativo de todo lo anteriormente estudiado.
- En los **años 80** la crisis industrial originó esfuerzos de reducción de costes, un esfuerzo precario que no tenía en cuenta la gestión y evaluación de riesgos, lo que ocasionó grandes pérdidas en cuanto a seguridad y producción.
- En los **años 90** las instituciones comienzan a tomar conciencia de la importancia que tiene la gestión de activos, creándose el **Institute of Asset Management (IAM)** e impulsándose la **North American Maintenance Excellence Award**, cuyo objetivo era impulsar la calidad y competencia en el uso de las “mejores prácticas”. Los países en los que más influencia tuvo el IAM fueron Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda, que ya en 1995 contaban con grupos de compañías adscritas a la misma.
- Con la llegada del nuevo siglo surge la necesidad de crear una base sólida para el hasta entonces conocido, *Asset Management*. De esta forma en el año **2003** se establece el comité del **British Standard en Asset Management**, institución que un año más tarde publicaría las

especificaciones **British Standard PAS 55** cuyo sustento fueron las ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000.

- En el **año 2008** y debido al gran impacto y la buena acogida de la especificación, se lleva a cabo una renovación y actualización de la misma, así como la generación de otra norma ISO.
- Finalmente, el 10 de agosto del **año 2010** el comité técnico de ISO decide llevar a cabo la creación de la **ISO 55000**, un Estándar Internacional para la gestión de activos basado en el PAS 55.

Hasta llegar al concepto de **Gestión de Activos** que tenemos en la actualidad, ha sido necesario ir evolucionando desde el concepto básico del mantenimiento y aumentando las áreas de mejora y el alcance y tiempo de las políticas y medidas. Dicha evolución viene representada en la siguiente figura.



**Figura 1.2:** Evolución hasta la Gestión de Activos

Fuente: BSI. PAS-55. 2008 [2]



## 1.2. Términos y definiciones básicas

Al igual que ocurre al inicio de la especificación británica [2], comenzamos introduciendo una serie de términos que serán recurrentes a lo largo del documento y que es fundamental conocer debidamente.

**Activo:** conjunto de bienes de cualquier naturaleza, recursos o derechos con un valor objetivo y que son susceptibles de generar rendimientos económicos para una empresa. Ya sean propios o no, es fundamental considerar para el caso de los activos el control económico, considerándose así también aquellos activos arrendados que son administrados y explotados para contribuir a la consecución de los objetivos de la empresa.

**Activo físico:** presentado como *Asset* en la PAS-55, engloba plantas, maquinaria, edificios, vehículos y otros elementos tangibles que tienen un valor distinguido para la empresa.

**Información de gestión de activos:** toda aquella información relevante asociada a los activos y a su gestión.

**Cartera de activos:** conocido en inglés como *Asset Portfolio*, hace referencia a la totalidad de los activos y sistemas de activos pertenecientes a una empresa.

**Sistema de activos:** conjunto de activos que interactúan o están interrelacionados entre sí para llevar a cabo una actividad de negocio o servicio requerido por la empresa.

**Auditoría de activos:** proceso independiente y sistemático que permite comprobar y determinar el estado de los activos de una empresa acorde a un criterio objetivo.

**Acción correctiva:** acción llevada a cabo para eliminar la causa de una no conformidad detectada o de otra situación indeseable.

**Acción preventiva:** acción llevada a cabo para eliminar la causa de una no conformidad potencial aún no detectada o de otra situación potencialmente indeseable.

**Activos críticos:** concepto también aplicable a sistemas de activos, hace referencia a aquellos con el mayor potencial de impacto sobre el plan estratégico de la empresa.

**Efectividad:** relación entre actividades de gestión de activos planeadas llevadas a cabo y los resultados obtenidos.

**Eficiencia:** relación entre el resultado obtenido y los recursos utilizados.

**Habilitadores en la gestión de activos:** sistemas de soporte, procesos, procedimientos, actividades y recursos que permiten a la empresa implantar su Sistema de Gestión de Activos de forma eficaz y eficiente.

**Política funcional:** enfoque, reglas y fronteras establecidas por la empresa que proporcionan un marco para controlar los procesos y actividades relacionados con la gestión de activos.

**Ciclo de vida:** intervalo de tiempo que transcurre entre que se identifica una necesidad de un activo determinado hasta que se lleva a cabo la liquidación y desmantelamiento de un activo y cualquier pasivo asociado.

**No conformidad:** incumplimiento de un requisito o estándar determinado.

**Procedimiento:** forma específica, documentada o no, de llevar a cabo una actividad o un proceso

**Proceso:** conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan para transformar en outputs una serie de inputs. Pueden clasificarse en:

- Procesos operacionales: están directamente relacionados con los resultados planeados.
- Procesos de gestión: son aquellos que proporcionan un marco que permite llevar a cabo los procesos operacionales.

**Gestión de riesgos:** conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar los riesgos asociados a la actividad de la empresa.

**Stakeholders:** también conocidos comúnmente como “partes interesadas”, son aquellas personas o grupos con interés por el desarrollo de las actividades de la empresa, su éxito e impacto en diferentes ámbitos. Se trata de un grupo muy heterogéneo en el que se pueden incluir empleados, clientes, socios propietarios, proveedores, administración pública o la propia sociedad entre otros.

### 1.3. Elementos de un Sistema de Gestión de Activos

Es importante delimitar claramente los diferentes elementos de los que consta un Sistema de Gestión de Activos, cuya composición y funcionamiento podemos ver en la figura.

Para cumplir con lo propuesto en la PAS 55:2008 [2], la empresa debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar de forma continua un Sistema de Gestión de Activos cuyo enfoque coincida con el de la organización, para ello, la norma hace una serie de recomendaciones:

- El nivel de detalle y complejidad del sistema, así como el de la documentación y los recursos destinados al mismo dependerán del tamaño de la empresa y de la naturaleza de su actividad. El sistema deberá ser lo suficientemente profundo y detallado para ser conforme a la especificación PAS 55:2008.
- La empresa es libre para definir las fronteras del sistema, pudiendo adaptarse a la norma por completo, o simplemente englobando ciertos sistemas o unidades de la misma. Pese a esto, se ha de ser cuidadoso en la definición de dichas fronteras ya que estas deberán tener en cuenta la totalidad de los activos físicos de la empresa, evitando así la posible exclusión de activos o sistemas cuya gestión pueda ser vital para la consecución de objetivos.
- No es necesario que el sistema se establezca de forma aislada al resto en caso de que existan ya procesos que podrían ser complementarios en lo relativo a calidad, seguridad y salud o medioambiente. En estos casos se debe promover la correcta cooperación entre todos los sistemas existentes bajo el control efectivo del personal adecuado
- En caso de que la empresa decidiera externalizar o subcontratar algún aspecto que afectara de alguna manera al sistema y por tanto a la conformidad con los requerimientos de la normativa, deberá tener en cuenta las recomendaciones realizadas por la misma y que detallaremos más adelante.

Pasamos a continuación a detallar los elementos de los que debe constar un Sistema de Gestión de Activos [2].

**Política de gestión de activos (PGA):** será aprobada por la Alta Dirección de la empresa y deberá tener, entre otras, las siguientes características:

- Ser **consecuente** con el Plan Estratégico y políticas de la empresa.

- Ser **apropiada** para la naturaleza y dimensión de los activos físicos de la empresa.
- Ser **complementaria** a otras políticas existentes en la empresa.
- Proporcionar un **marco de trabajo** que permita la implementación de estrategias, objetivos y planes de gestión de activos.
- Incluir un **compromiso de cumplimiento** de la actual legislación aplicable, requisitos legales y reglamentarios, así como otros requerimientos propios de la empresa.
- Incluir un compromiso de **mejora continua** en cuanto a la gestión y a los resultados de la misma.
- Estar debidamente **documentada, implementada y revisada**.
- Ser **comunicada** a todos los *stakeholders* relevantes, incluyendo especialmente a empresas de prestación de servicios contratadas, que deberán ser informados de sus obligaciones con respecto a la gestión.
- Ser **revisada periódicamente** para asegurar que sigue siendo relevante y consecuente con el Plan Estratégico de la empresa.

**Estrategia de gestión de activos (EGA):** será establecida, documentada, implementada y mantenida en el largo plazo por la totalidad de la empresa, y aprobada por la Alta Dirección. Tendrá que reunir las siguientes características:

- Ser **consecuente** con lo establecido en la política de gestión de activos y, por tanto, con el plan estratégico de la empresa
- Identificar y tener en cuenta los **requerimientos** de *stakeholders* relevantes.
- Considerar la gestión a lo largo de todo el **ciclo de vida** de los activos físicos de la empresa.
- Tener en cuenta los **riesgos** asociados a los activos físicos, así como aquellos activos críticos para el sistema de gestión.
- Identificar la **función**, el desempeño y el motivo por el que se hace uso de todos los activos físicos.
- Establecer las **funciones deseadas** en el futuro para los existentes
- Establecer claramente los **métodos de gestión** que serán utilizados con respecto a los activos físicos.
- Proporcionar la suficiente **información** y las directrices necesarias para que se puedan poner en marcha los planes previstos cumpliendo así los objetivos específicos en este ámbito.
- Incluir **criterios** objetivos y medibles que nos permitan priorizar la optimización de determinados activos frente a otros en caso de no poder poner en marcha todos los planes previstos.

- Ser **comunicada** a todos los *stakeholders* relevantes, incluyendo especialmente a empresas de prestación de servicios contratadas, que deberán ser informados de sus obligaciones con respecto a la gestión.
- Ser **revisada periódicamente** para asegurar que sigue siendo relevante y consecuente con el Plan Estratégico de la empresa, así como con la política de gestión de activos y otras ya existentes.

**Objetivos de la gestión de activos (OGA):** deben ser definidos claramente por la empresa, aunque pueden estar sometidos a variaciones en función de la actividad. Algunas de sus principales características son:

- Ser **medibles** objetivamente. Es necesario fijar objetivos que puedan ser comparables y demostrables para plasmar de alguna forma el progreso del Sistema de Gestión de Activos implementado.
- Ser derivados y **consecuentes con la Estrategia** de Gestión de Activos determinada.
- Ser consecuentes con el compromiso de **mejora continua** de la empresa. Deben fijarse objetivos realistas, pero a la vez retadores que permitan a la empresa y a sus trabajadores mantener la motivación por mejorar y superarse.
- Ser **comunicados** a todos los *stakeholders* relevantes, incluyendo especialmente a empresas de prestación de servicios contratadas, que deberán ser informados de sus obligaciones con respecto a la gestión.
- Ser **revisados** periódicamente para asegurar que siguen siendo relevantes y consecuentes con el Plan Estratégico de la empresa, así como con la política de gestión de activos y otras ya existentes.
- Tener en cuenta **requisitos** legales, reglamentarios y otros derivados de la gestión de activos.
- Tener en cuenta las **expectativas** de los *stakeholders* más relevantes, así como los objetivos de la empresa en los ámbitos financiero, operacional y de negocio.
- Tener en cuenta a la hora de ser fijados los **riesgos** relativos a la gestión de activos.
- Considerar **oportunidades de mejora** como pueden ser las nuevas tecnologías, herramientas, técnicas y prácticas que surjan en el ámbito de la gestión de activos físicos.
- Como resumen de todo lo comentado los objetivos han de fijarse teniendo en cuenta la filosofía **SMART**, siendo así: “*Specific, Measurable, Achievable, Realistic and Time-Based*”, algo que se ha traducido al castellano como **MARTE**: Medibles, Alcanzables, Realistas, acotados en el Tiempo y Específicos.

**Plan de gestión de activos (PLGA):** serán establecidos, documentados y mantenidos por la empresa con la intención de cumplir con los objetivos y la estrategia previamente definida en lo relativo a gestión de activos. De esta forma, el desarrollo de la estrategia, los objetivos y los planes, se trata de un proceso iterativo en el que se tiene que tener en cuenta todo el ciclo de vida de los activos:

- a) Creación, adquisición y mejora de los activos
- b) Utilización de los activos
- c) Mantenimiento de los activos
- d) Desmantelamiento y/o renovación y reutilización de activos.

Los planes deben optimizarse a través de la experiencia y se deben priorizar las acciones según las necesidades observadas respecto a los activos. Además, para que un plan esté completo debe incluir documentación de los siguientes aspectos:

- Una lista que contenga detalladas las tareas y actividades necesarias para optimizar costes, reducir riesgos y mejorar el rendimiento de los activos o del propio sistema de gestión.
- Una designación clara de roles y responsabilidades, así como de las autoridades para la implementación de las distintas acciones previstas para la consecución de los objetivos de la gestión de activos.
- Los plazos de ejecución previstos para las acciones a realizar.

**Habilitadores para la gestión de activos:** se tratan de herramientas de control y soporte para los procesos, actividades y recursos que permitan a una empresa implementar su sistema de gestión de activos de la manera más eficiente posible.

A continuación, podemos ver un esquema en el que se detallan los diferentes elementos y las relaciones existentes entre ellos (Figura 1.3).



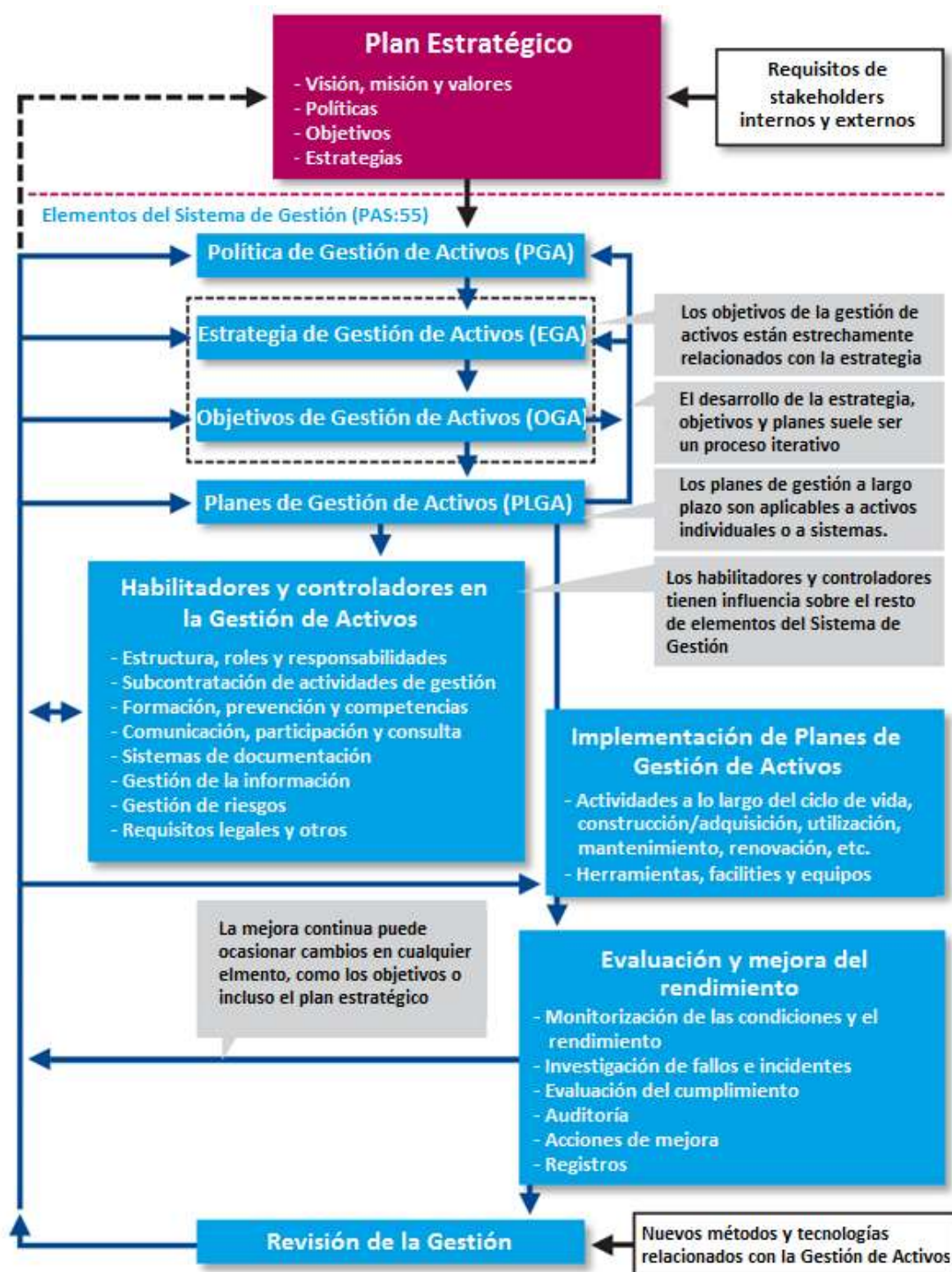


Figura 1.2: Elementos de un Sistema de Gestión de Activos

Fuente: BSI. PAS-55. 2008 [2]





## 2. Implementación de la Gestión de Activos

A lo largo de este capítulo se detallarán los distintos aspectos que deben abordarse a la hora de realizar una Gestión de Activos completa y adecuada. Para ello se realizará una interpretación crítica del contenido de la PAS 55:2008 [2], abordándola de manera general para el caso de activos físicos.

A continuación, iremos analizando cada uno de los requerimientos que contempla la norma en lo relativo a la implementación de la gestión.

### 2.1. Estructuras, roles y responsabilidades

El factor humano en la Gestión de Activos Físicos es fundamental, las personas son un recurso muy importante, definen objetivos, hacen planes, organizan el trabajo, producen resultados, etc., para ello se basan en información obtenida a través de otros recursos, pero también es fundamental el uso de sus habilidades sociales y técnicas.

Además, se trata de un recurso muy difícil de gestionar, es necesario tener habilidades directivas y hacer uso de técnicas de liderazgo, motivación, incentivos, etc. Uno de los motivos principales de esta difícil gestión es la complejidad de las relaciones humanas y las diferencias entre intereses, personalidad, habilidades, cualidades o culturas.

Antes de entrar a valorar lo dispuesto en la norma, es importante conocer de qué procesos se compone este apartado de la gestión, y qué herramientas son comúnmente utilizadas que puedan ayudarnos en la aplicación a los activos físicos.

Podemos contemplar las siguientes etapas:

- Determinación de los recursos humanos necesarios: en función de las actividades previstas a realizar, elaboraremos un informe que contenga una previsión de la necesidad de personal, indicando los motivos y el uso del mismo.
- Identificación de las necesidades de capacitación: en este caso se deberá analizar más en profundidad la lista de actividades a realizar, indicando no sólo el personal necesario, sino además las habilidades y capacidades que se le demandan.
- Selección del personal: a través de una serie de entrevistas o pruebas se designan a las personas que van a formar parte del proyecto, verificando su competencia, comprobando su disponibilidad, etc.
- Desarrollo y formación del personal: además de unas cualidades, habilidades o capacitación presupuestas y comprobadas, se tendrá

que formar al personal para que pueda desarrollar las actividades encomendadas. En esta etapa también suele ser habituales las estrategias para fomentar el espíritu de equipo, la implementación de planes de reconocimiento y recompensa, entre otros. El objetivo de todo esto es mejorar las competencias, la interacción entre los miembros del equipo y el ambiente en general para lograr un mejor desempeño.

Para ayudarnos a gestionar los recursos humanos se suelen emplear una amplia variedad de herramientas, entre las que destacan:

- **Organigramas jerárquicos:** representan cargos y relaciones en modo descendiente, estructurando la empresa según departamentos, equipos, etc.
- **Matriz de asignación de responsabilidades (RAM):** ilustra las relaciones entre las actividades y el personal, un ejemplo es la matriz RACI que podemos observar en la siguiente figura.

	Maintenance Supervisor	Maintenance Planner	Maintenance Technician	Maintenance Manager	Storeroom Manager	Purchasing Agent
Develop Job Plan Template	C	A/R	C	I	I	
Develop Job Plan for Specific Jobs	C	A	R		I	
Develop Library of Info for Planning	R	R	C	A	R	R
Keep Prints Updated and Secure	A	C	R	I	I	I
Stage Kitted Parts	C	R	C		A	R
Order Parts		R			I	A

■ RESPONSIBLE     
 ■ ACCOUNTABLE     
 ■ CONSULTED     
 ■ INFORMED

Figura 2.1: Matriz RACI en un proceso de mantenimiento

Fuente: RACI Matrix. Defining Accountability

- **Documentos tipo texto:** se utilizan para suministrar información sobre roles, responsabilidad, autoridad, competencias, etc.
- **Plan de Dirección del Personal:** es un documento muy completo en el que se describe cuándo y cómo se cumplirán los requisitos en lo relativo a recursos humanos. Suele incluir contenido de numerosos aspectos como: adquisición del personal, calendarios de recursos, plan de liberación del personal, necesidades de capacitación, reconocimiento y recompensa, etc.

A continuación, se desarrolla lo que contempla la norma en lo relativo al establecimiento de una estructura organizacional de roles, responsabilidades y autoridades que permita la consecución de lo previsto en la política, estrategia, planes y objetivos de la Gestión de Activos.

- a) Establecer una serie de **miembros de la Alta Dirección** exentos de otras responsabilidades que se encarguen de asegurar el correcto diseño, mantenimiento, documentación, revisión y mejora del sistema de gestión.
- b) A un nivel inferior, **designar responsables** encargados de asegurar que el estado de los activos y su sistema de gestión se adecuan a la estrategia, planes y objetivos fijados por la Alta Dirección, teniendo la autoridad para tomar decisiones para que así sea.
- c) Asegurar la correcta identificación y monitorización de los **requisitos y expectativas** de los principales *stakeholders*, implementando en caso de que fuera necesario acciones para satisfacer a los mismos en todo aquello que tuviera alguna implicación en la gestión de los activos.
- d) Asegurar la sinergia y perfecta **colaboración** entre el sistema de gestión de activos y otros aspectos de la empresa, evitando que las acciones tomadas en alguno de los mismos puedan tener efectos adversos para la gestión o viceversa.
- e) Asegurar que los **riesgos** derivados de la gestión de los activos han sido debidamente identificados y controlados, incluyéndose en el marco de trabajo de la empresa en cuanto a prevención de riesgos.
- f) Asegurar la **disponibilidad** de recursos para hacer frente a la gestión de los activos de manera eficiente.
- g) **Comunicar** a la totalidad de las partes interesadas relevantes la importancia de cumplir con los requerimientos.

## 2.2. Gestión de la subcontratación de actividades de Gestión de Activos (Outsourcing)

La decisión de subcontratar parte de las actividades relacionadas con la Gestión de Activos se trata de una decisión de suma importancia que afecta enormemente al desempeño de una empresa. Para que se pueda llevar a cabo de forma satisfactoria, es necesario llevar a cabo una planificación exhaustiva que tenga en cuenta todos los factores a considerar.

El proceso de gestión tiene una serie de etapas como son:

- Planificación de las subcontrataciones:

En esta etapa deben analizarse numerosos factores, **cuándo** se van a efectuar las subcontrataciones y cómo afectará esto a la línea base de costes, **cómo** se van a efectuar y qué riesgos inherentes conllevarán, **qué** políticas y procedimientos se definen específicamente para los procesos de subcontratación, etc.

Toda esta planificación se lleva a cabo en una serie de fases:

1. **Decisión de subcontratación:** debemos estudiar y determinar qué servicios serán subcontratados a proveedores exteriores en función de criterios de economicidad, calidad, tiempo, etc.
2. **Enunciado de trabajo relativo a la subcontratación:** tendremos que describir con suficiente detalle el servicio que se planifica subcontratar como para permitir que las posibles empresas subcontratadas determinen si están en condiciones de proporcionarlo o no.
3. **Criterio de selección de proveedores:** tras decidir que queremos subcontratar un servicio y obtener diferentes ofertas de proveedores, tendremos que establecer una serie de criterios para calificar o evaluar las propuestas. Los más comunes son: precio de compra, capacidad técnica, riesgo, garantía, capacidad financiera o desempeño pasado.

En la siguiente figura podemos ver un ejemplo de cómo se lleva a cabo la selección de los proveedores:

Criterio	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
Precio	10.000,00 €	12.000,00 €	15.000,00 €
Capacidad técnica	Alta	Muy alta	Excelente
Riesgo	Bajo	Bajo	Nulo
Pago	60 días	30 días	Contado
Tiempo de entrega	20 días	10 días	15 días
Desempeño pasado	Sí	No	No
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

**Figura 2.2:** Selección multicriterio de proveedores

*Fuente: Elaboración propia*

- Efectuar las subcontrataciones:

Tras la planificación se debe cerrar un acuerdo con uno de los proveedores de forma que se cumplan los requisitos propuestos por la empresa contratante. Para ello se continúa el proceso en las siguientes fases:

4. **Seleccionar un proveedor:** esta fase consiste simplemente en aplicar los criterios de selección elaborados en la fase anterior y tomar una decisión al respecto.
5. **Adjudicar un contrato:** tras la selección debemos establecer un acuerdo legalmente vinculante entre las partes para la prestación de un servicio o la realización de un trabajo bajo determinadas condiciones. Pese a que también es posible llegar a un acuerdo verbal, lo más común es la firma de un documento por las partes implicadas.

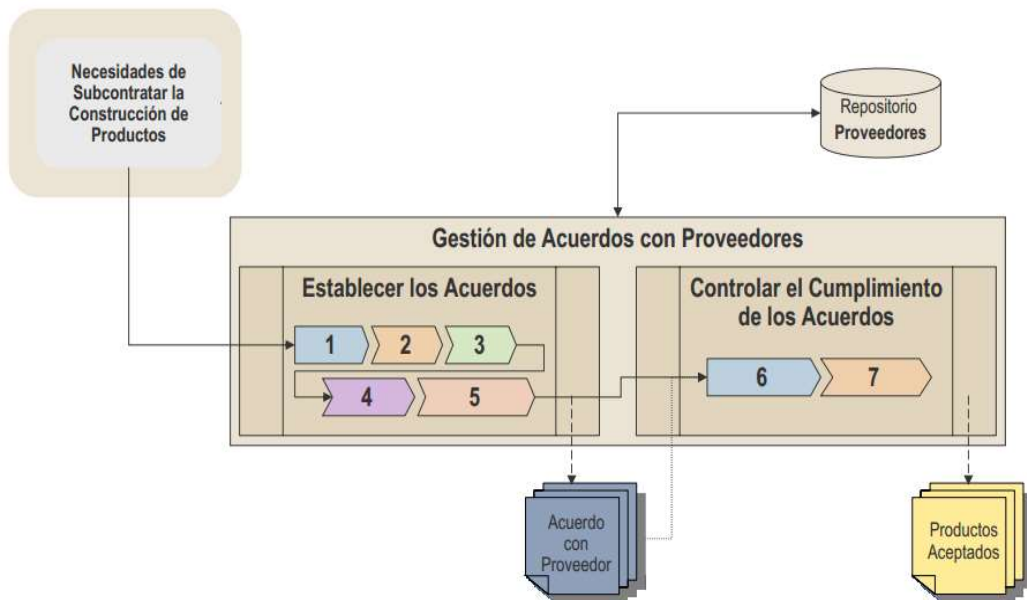
El departamento jurídico de la empresa se encargará de redactar debidamente el contrato y de elegir la modalidad de acuerdo que mejor se adapte a las necesidades de la empresa, algo que veremos más adelante en el siguiente capítulo.

- Controlar las subcontrataciones:

Es necesario llevar a cabo un control continuo de los servicios subcontratados tanto durante la fase de explotación o realización, como al finalizar ésta.

6. **Supervisión del desempeño:** durante la explotación se deberá velar por el cumplimiento de las cláusulas y condiciones establecidas en el contrato, verificando por tanto que al finalizar éste, la totalidad del trabajo y de los entregables sean aceptables.
7. **Acciones correctivas y preventivas:** por último, en caso de observarse posibles no conformidades o situaciones indeseables, se deberán efectuar cambios y correcciones según sea necesario. Estas acciones pueden ser correctivas en caso de tratarse de no conformidades ya detectadas, o preventiva, si estamos ante el caso de causas de no conformidad potenciales.

En la siguiente figura podemos observar una visión global del proceso de subcontratación que hemos ido explicando:



**Figura 2.3:** Visión global del proceso de subcontratación

*Fuente: AEC (Asociación Española de la Calidad) [6]*

Una vez que la empresa toma la decisión estratégica de externalizar alguna actividad relacionada con el sistema de gestión de activos, debe asegurarse de mantener el control sobre una serie de aspectos para mantener la conformidad con la PAS 55:2008.

La empresa deberá determinar y documentar cómo las empresas subcontratadas son controladas e integradas dentro del sistema de gestión, incluyendo la siguiente información:

- a) Lista de **procesos y actividades externalizadas**, incluyendo el enfoque y las fronteras de los mismos y aquellas actividades y procesos llevados a cabo por la propia empresa con las que podrían interferir.
- b) **Mecanismos** establecidos para facilitar el **intercambio de información y conocimiento** con la empresa subcontratada, asegurando que se cumplan principios de confidencialidad y protección del “*know-how*”.
- c) **Roles y responsabilidades** definidas en el organigrama de la empresa para controlar los procesos y actividades externalizadas.



### 2.3. Formación, prevención y competencias en la Gestión de Activos

La empresa debe asegurarse que cualquier trabajador del que sea responsable que esté encargado de llevar a cabo cualquier actividad relacionada con la gestión de activos tenga los recursos suficientes en términos de educación, entrenamiento y competencias.

Para ello la empresa deberá establecer una serie de procedimientos o mecanismos para concienciar a sus trabajadores sobre:

- Los **riesgos** asociados con las actividades relacionadas con la gestión de activos.
- Los **beneficios** que aportan a la gestión de activos el buen desempeño de su actividad laboral.
- Los **roles y responsabilidades** de cada trabajador para asegurar el correcto funcionamiento de la gestión.
- Las **consecuencias potenciales** de la desviación respecto a los criterios que propone la norma.



Figura 2.4: Proceso de Gestión de la Formación

Fuente: AEC (Asociación Española de la Calidad) [6]



## 2.4. Gestión de la comunicación

La empresa debe asegurar que la información relacionada con la Gestión de Activos pertinente sea comunicada eficazmente a los trabajadores y otros *stakeholders*, incluyendo a las empresas prestadoras de servicios.

Por tanto, es importante que la información deseada llegue a la persona indicada en el momento adecuado, para ello, es conveniente llevar a cabo una adecuada gestión de la comunicación.

- Planificación de las comunicaciones:

En esta etapa tenemos que determinar las necesidades de información de todas las partes interesadas en el proyecto, así como definir una estrategia para abordar las comunicaciones. En función del *stakeholder* se valorará: ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Cómo? Y ¿Por quién?

Toda esta información se concentra en un documento denominado **Plan de Gestión de las Comunicaciones**, que incluirá los siguientes puntos:

- Requisitos de comunicación de los interesados
- Información que debe ser suministrada
- Motivo de distribución de la información
- Plazo y frecuencia
- Personas que recibirán la información
- Método de comunicación:
  - Escrito Formal: *plan de proyecto, problemas complejos*
  - Verbal Formal: *presentaciones, speeches*
  - Escrito Informal: *memos, email, notas*
  - Verbal Informal: *reuniones, conversaciones*

Con el fin de optimizar todo aquello relacionado con la comunicación, es necesario decidirnos por algún tipo de comunicación determinada, teniendo que optar principalmente entre la comunicación oral y la escrita. En la siguiente figura podremos observar algunos factores a tener en cuenta:

COMUNICACIÓN ORAL		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	RECOMENDABLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fácil y rápida</li> <li>•Expresiones y gestos para clarificar el mensaje</li> <li>•Retroinformación inmediata</li> <li>•Se puede rectificar en el momento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Información sujeta a distintas interpretaciones en función del momento y el contexto</li> <li>•El mensaje puede alterarse en transmisiones sucesivas</li> <li>•Si el mensaje no está suficientemente pensado, se puede improvisar, olvidando puntos fundamentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Transmitir información concreta breve y directa</li> <li>•Responder a dudas, recibir retroalimentación inmediata</li> </ul>

COMUNICACIÓN ESCRITA		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	RECOMENDABLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reduce riesgos de deformación del mensaje</li> <li>•Conserva la información por más tiempo</li> <li>•Facilita la comprensión de mensajes complejos (tablas, dibujos)</li> <li>•Se puede transmitir a un gran número de personas sin que sufra alteraciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Información sujeta a distintas interpretaciones en función del momento y el contexto</li> <li>•No existe contacto personal</li> <li>•La retroalimentación no es inmediata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gran volumen de información</li> <li>•Se deba enviar a un gran número de personas</li> <li>•Se quiera dejar constancia por escrito</li> </ul>

**Figura 2.5:** Factores a tener en cuenta, comunicación oral vs escrita

*Fuente: Gestión de Comunicaciones. PMBOK [5]*

De acuerdo con la especificación PAS 55:2008, la empresa debe asegurar que la consulta con los *stakeholders* es relevante y apropiada para su uso en:

- a) El desarrollo de la **estrategia, objetivos y planes de la Gestión de Activos.**
- b) El desarrollo de **políticas funcionales**, estándares ingenieriles, procesos y procedimientos.
- c) La **evaluación de riesgos** y su control.
- d) La investigación de **incidentes.**
- e) La **mejora continua** del sistema de Gestión de Activos.

## 2.5. Sistemas de Gestión de la Información

Como parte del Sistema de Gestión de Activos, es importante que la empresa identifique la información necesaria para satisfacer las necesidades y requerimientos de los distintos *stakeholders* a lo largo del ciclo de vida del activo. Es importante elegir cuidadosamente qué información vamos a almacenar y utilizar ya que de su calidad dependerá la correcta toma de decisiones relativas a la gestión de activos.

La organización es fundamental para gestionar la información, siendo necesaria la construcción de una base de datos que contenga información lo más detallada posible. De esta forma, una base de datos organizada es clave para una gestión de activos exitosa, permitiendo además una sencilla actualización de la misma, así como que pueda ser comprendido y comunicado por las distintas partes interesadas.

Por tanto, según lo previsto en la especificación PAS-55, la empresa debe diseñar, implantar y actualizar un sistema para controlar la información de gestión de activos, de forma que los empleados y cualquier parte interesada tenga acceso a la información relevante según sus actividades o responsabilidades.

De forma adicional, la norma contempla una serie de requerimientos que se deben de cumplir en lo relativo a la gestión de la información, como son:

- a) Asegurar que la información adecuada sea **aprobada** por el personal autorizado antes de su uso.
- b) Asegurar que la información sea **puesta al día** mediante revisiones periódicas y controles para asegurar su correcta adecuación.
- c) Se debe establecer una distribución de **roles y responsabilidades** relacionadas con el origen, generación, captación, mantenimiento, aseguramiento, transmisión, derechos de acceso, retención, archivos y disposición de la información.
- d) Asegurar que la información obsoleta se **retire** oportunamente para evitar su uso en fines no aprobados.
- e) Identificar el uso de **información retenida** con propósitos de preservación legal o de conocimientos.
- f) Asegurar la correcta **seguridad** de la información, contemplando mecanismos de recuperación de la misma en caso de estar informatizada.

En este ámbito de gestión de la información, es recomendable tener un sistema global con el que se puedan gestionar la totalidad de los aspectos

que tienen incidencia en la empresa y, por tanto, incidencia en la gestión de activos. Estos sistemas son los denominados ERPs.

Un ERP no es solamente un sistema de gestión de la información, sino que se trata de un sistema de planificación de recursos global. ERP (*Enterprise Resource Planning*) hace referencia a un sistema de información gerencial en el que se incluyen las tareas de producción, distribución, inventario, envíos, facturas, contabilidad, etc. Entre todos estos sistemas modulares, es posible aplicar algunos relacionados con la gestión de activos.

Es conveniente señalar que el uso de módulos de este tipo en ERPs no es una práctica del todo difundida, sin embargo, ya se empieza a tener conciencia de la necesidad de implementar estas herramientas, apareciendo ya algunas herramientas comerciales para la gestión de activos inmobiliarios y empresariales.



**Figura 2.6:** Dimensiones contempladas en un ERP

*Fuente: Elaboración propia*

De forma general suelen considerarse las siguientes dimensiones controladas por un sistema de ERP:

- **Finance Resource Management (FRM):** Sistemas de administración de recursos financieros, integran todo tipo de datos contables, proyección de ventas, ingresos, activos desde el punto de vista financiero, etc.
- **Supply Chain Management (SCM):** Administración de la cadena de suministro, incluye las actividades de planificación, ejecución y control

de las actividades de la cadena de suministro con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente de la mejor manera posible.

- **Human Resource Management (HRM):** Gestión de los Recursos Humanos, ya hablamos de ella en la gestión de roles y responsabilidades, crucial en la gestión de activos.
- **Customer Relationship Management (CRM):** Administración basada en la relación con los clientes, el término CRM también hace referencia al *software* de administración de esta modalidad de marketing relacional.
- **Manufacturing Resource Planning (MRP):** Planificación de Recursos de Producción, también conocida como planificación de materiales, tiene el propósito de plantear las distintas acciones para que los materiales requeridos se encuentren disponibles en el momento oportuno para cumplir con la producción programada.

## 2.6. Gestión de riesgos

Entendemos por Gestión de riesgos el conjunto de actividades coordinadas llevadas a cabo por una empresa para identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos derivados de determinadas situaciones, controlando además cualquier tipo de acción preventiva, correctiva o reductiva en lo relativo al riesgo.

Según lo previsto en el apartado de la PAS 55:2008, 4.4.7 *Risk Management*, la empresa tendrá que establecer, implementar y documentar adecuadamente cualquier proceso o procedimiento relacionado con la identificación y tratamiento de cualquier riesgo relacionado de alguna manera con alguno de sus activos. Además, tendrá que implementar medidas de control necesarias a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos.

La gestión de riesgos es un factor importante para poder realizar una gestión proactiva de los activos. El objetivo general de la misma es comprender causa, efecto y probabilidad de que se produzcan efectos adversos, pudiendo así administrar de manera óptima los riesgos derivados, reduciéndolos a niveles aceptables y aportando una metodología para controlarlos.

Para conseguir llevar a cabo este proceso descrito, necesitaremos:

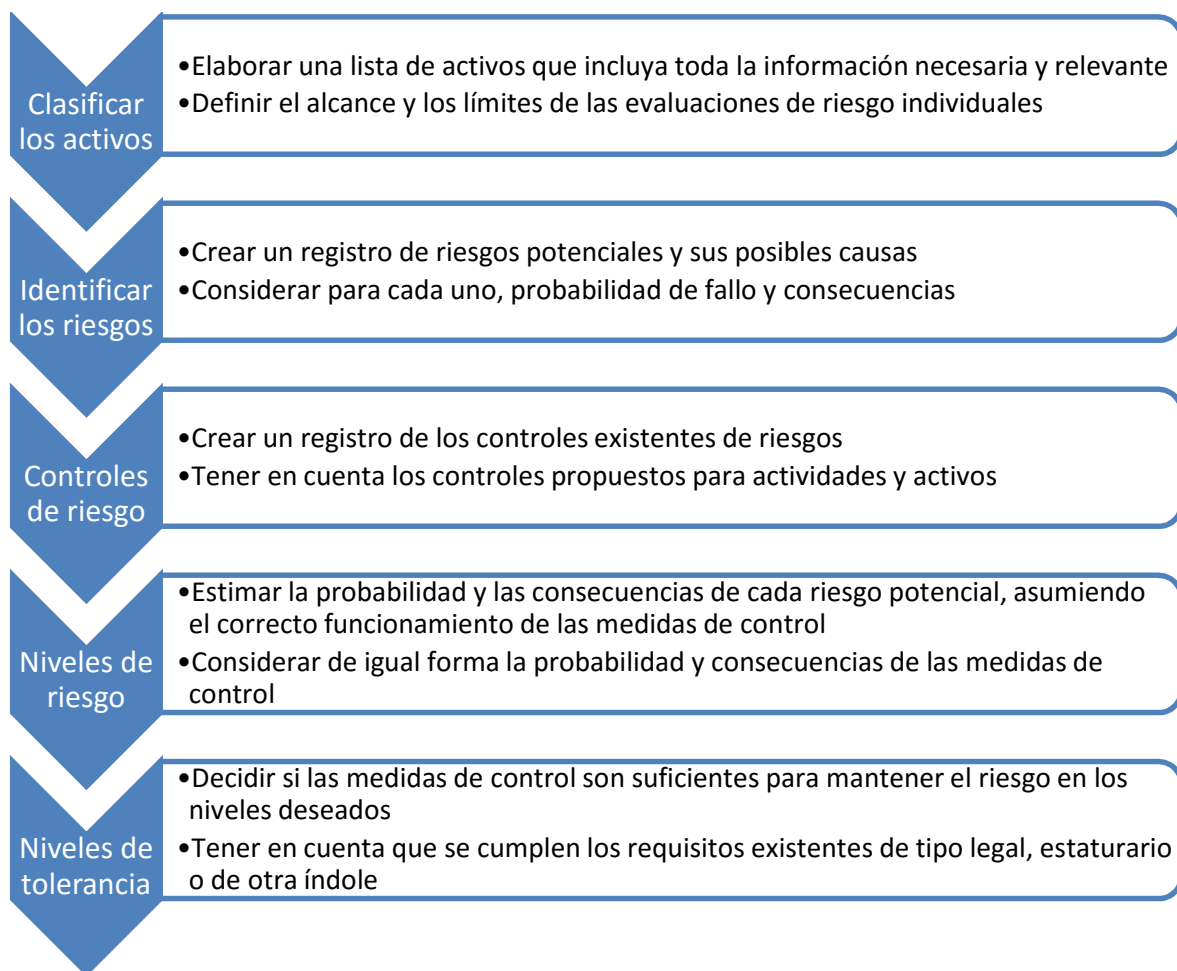
- Identificar riesgos potenciales asociados a los activos y estimar el impacto potencial de dichos riesgos en función de los controles actuales existentes.
- Determinar si esos riesgos son o no tolerables.
- Decidir si es preciso un análisis más exhaustivo para determinar si esos riesgos son o no tolerables.
- Idear controles de riesgo que consigan reducir los riesgos a niveles tolerables.

De esta forma, la empresa tendrá que establecer una **metodología de gestión**, que según lo dispuesto en la PAS 55:2008, debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Ser **proporcional** al nivel de riesgo considerado
- b) Estar **definida** en cuanto a alcance, naturaleza y programación de tal forma que sea proactiva en vez de reactiva
- c) Incluir, donde sea apropiado, un **análisis** de cómo cambian los riesgos o podrían cambiar bajo determinadas condiciones de tiempo o uso.
- d) Proporcionar **medios** para la clasificación e identificación de aquellos riesgos que se pretende evitar, eliminar o controlar mediante la gestión.

- e) Ser **coherente** con la experiencia, capacidad y medidas de control de riesgo utilizadas por la empresa.
- f) Proporcionar **medios de control** de las acciones requeridas y llevadas a cabo para asegurar la efectividad y el correcto cumplimiento de su plazo de implementación.

La metodología desarrollada se articula a través de una serie de pasos según lo previsto en la norma, que podemos observar en la siguiente figura:



**Figura 2.7:** Pasos para el desarrollo de la metodología sugerida para gestión de activos según la PAS 55:2008

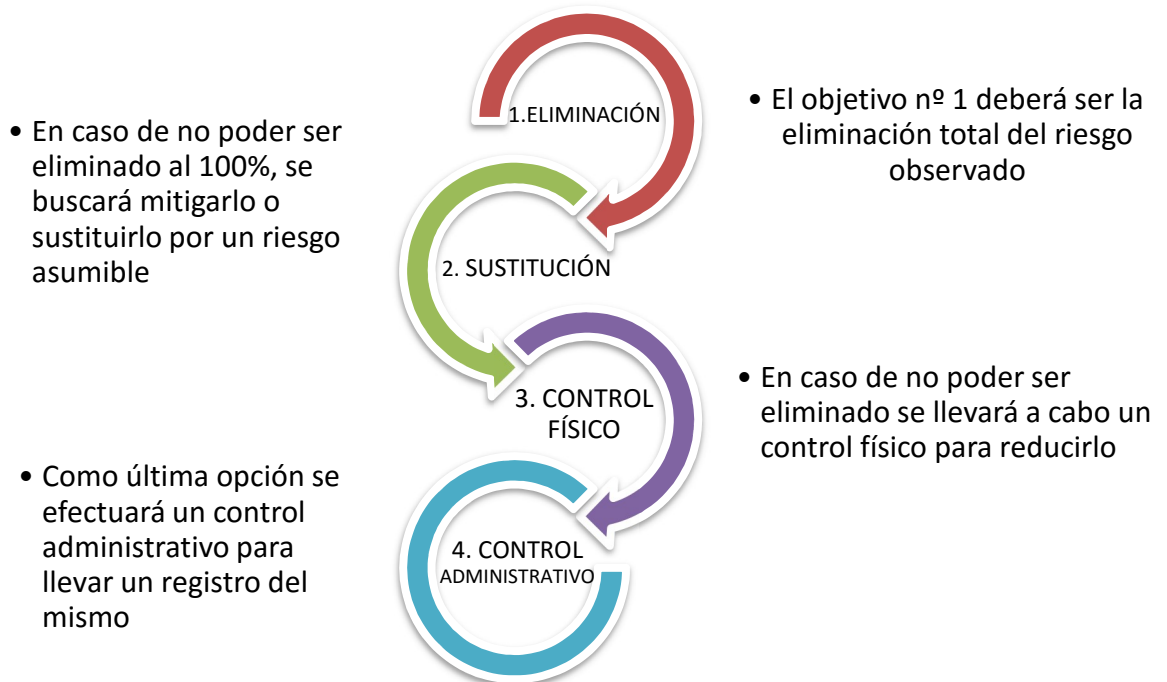
*Fuente: Elaborado a partir de la PAS 55:2008 [2]*

Este proceso deberá estar integrado con todas las actividades y procesos que forman partes del sistema de gestión de activos, de esta forma se asegurará que los riesgos son controlados de una forma efectiva.

Uno de los puntos en los que hace más hincapié la norma es la consideración de todo el ciclo de vida de los activos al tener en cuenta su gestión de riesgo.

Por ejemplo, se han de tener en cuenta incluso aquellos riesgos que podrían ocasionarse en el proceso de diseño del activo, incluso si este es anterior a su propia adquisición.

A la hora de determinar medidas de control para el riesgo o modificar alguna ya existente, se aconseja seguir la siguiente estructura jerárquica:



**Figura 2.8:** Estructura jerárquica de control de riesgos

Fuente: Elaborado partir de la PAS55:2008 [2]

Además de todo lo comentado previamente, la norma debido a la importancia de la gestión de riesgos, contempla un apartado específico para la identificación de los mismos. En este apartado se considera que la identificación y evaluación de riesgos debe considerar la probabilidad de eventos creíbles y sus consecuencias, aportando los siguientes mínimos indispensables a la hora de realizarse:

- Riesgos por fallos físicos:** fallos funcionales, daños accidentales, daños premeditados o acciones terroristas.
- Riesgos operacionales:** control de activos, factores humanos y otras actividades que afecten al rendimiento, condición o seguridad.
- Eventos naturales o ambientales:** tormentas, inundaciones, efectos del cambio climático, etc.
- Factores externos:** fallos en la cadena de proveedores externos de materiales o servicios.



- e) **Riesgos de los stakeholders:** *problemas para satisfacer requerimientos regulatorios o riesgos para la reputación de la empresa.*
- f) **Riesgos asociados al ciclo de vida:** *riesgos existentes en cada una de las fases: diseño, adquisición, explotación, etc.*

El riesgo viene definido como el producto de probabilidad y consecuencia, por lo que la gestión de riesgos debe contemplar una identificación cuantitativa dentro de lo posible de estos dos aspectos. Las técnicas existentes para identificar, cuantificar y gestionar los riesgos asociados a la gestión de activos son numerosas y varían en función del nivel de complejidad y del sector de actividad. A continuación, presentamos y desarrollamos algunos de los más importantes.

### 2.6.1. Métodos de identificación de riesgos

- **Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades)**, también conocido como *SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)*.

Esta metodología analiza tanto las características internas de la empresa (Debilidades y Fortalezas), como su situación externa (Amenazas y Oportunidades). Esto nos permite conocer la situación real de la empresa en la actualidad, sus ventajas competitivas y en base a estas plantear estrategias de actuación al respecto. Suele representarse mediante una estructura matricial que incluye las características y las estrategias.

- **Análisis PEST (Político, Económico, Sociocultural y Tecnológico)**, que presenta las mismas siglas en inglés.

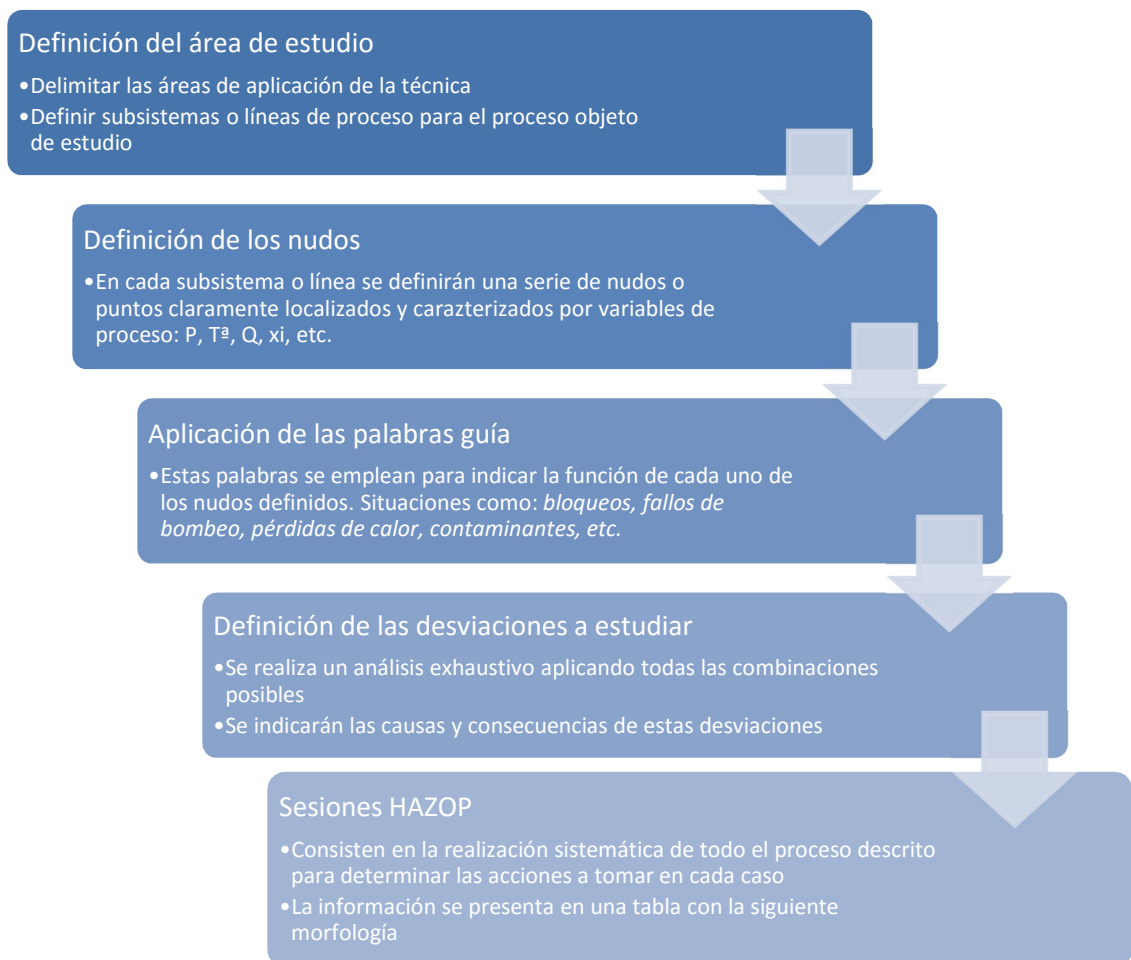
Esta metodología se suele realizar en el marco de la planificación estratégica y está orientada a la caracterización del entorno general de la empresa.

- **Análisis PESTEL (Político, Económico, Sociocultural, Tecnológico, Ecológico y Legal)**.

Este tipo de análisis es una variante del PEST ya comentado, en el que simplemente se incluyen dos categorías de estudio nuevas como son la ecológica y la legal.

- **Análisis Funcional de Operatividad (AFO)**, también conocido como HAZOP (*Hazard and operability*) [6].

Es una metodología menos conocida que las anteriores, pero más específica para situaciones de identificación y control de riesgos. Se emplea para detectar las causas potenciales de riesgo en procesos de relativa complejidad que tienen lugar principalmente en plantas industriales. En la siguiente figura podemos observar un esquema de sus etapas de aplicación:



**Figura 2.9:** Desarrollo de la metodología AFO o HAZOP

Fuente: Elaborado a partir de la metodología según la AEC [6]

<b>Planta:</b>								
Sistema:								
Nudo	Palabra guía	Desviación de la variable	Posibles causas	Consecuencias	Respuesta	Señalización	Acciones a tomar	Comentarios
Â	Â	Â	Â	Â	Â	Â	Â	Â

Columna	Contenido
Posibles causas	Describe numerándolas las distintas causas que pueden conducir a la desviación
Consecuencias	Para cada una de las causas planteadas, se indican con la consiguiente correspondencia en la numeración las consecuencias asociadas
Respuesta del sistema	Se indicará en este caso:
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los mecanismos de detección de la desviación planteada según causas o consecuencias: por ejemplo, alarmas</li> <li>2. Los automatismos capaces de responder a la desviación planteada según las causas: por ejemplo, lazo de control</li> </ol>
Acciones a tomar	Propuesta preliminar de modificaciones a la instalación en vista de la gravedad de la consecuencia identificada o a una desprotección flagrante de la instalación
Comentarios	Observaciones que complementan o apoyan algunos de los elementos reflejados en las columnas anteriores

**Figura 2.9:** Formato de recogida de datos en un proceso AFO o HAZOP

Fuente: Norma OHSAS 18001

- **Otros métodos:** además de los comentados, se podrían utilizar en la identificación de riesgos otras técnicas como talleres o *workshops* de asesoramiento, *benchmarking* industrial, investigación de incidentes, auditorías e inspecciones, etc.

### 2.6.2. Métodos de análisis de riesgos

- **Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)**, también conocido como *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [7].

Este procedimiento se emplea para analizar los fallos potenciales y clasificarlos, para lo cual se basa en la valoración según tres criterios diferentes: frecuencia, gravedad y detección. Se suele aplicar a todas las fases del ciclo de vida del activo y se trata de una metodología ampliamente extendida que conviene explicar.

El desarrollo del AMFE consta de tres etapas claramente diferenciadas, un análisis cualitativo inicial de los modos de fallo potenciales, una descripción cuantitativa de la situación actual y una descripción cuantitativa después de llevar a cabo una acción correctora.

La primera etapa consiste en describir y analizar los siguientes conceptos:

- **Modo de fallo:** forma en la que se produce el fallo (rotura, deformación, fuga, cortocircuito, etc.)
- **Modo potencial de fallo:** cada uno de los modos de fallo posibles (roto, torcido, mal montado, suelto, etc.)
- **Efecto potencial del fallo:** consecuencias asignables al fallo.

La segunda etapa consiste en realizar una descripción cuantitativa de la situación actual. Para ello nos valdremos de una serie de índices que detallaremos a continuación:

- **Gravedad, G:** refleja la importancia (repercusión y perjuicios) que reviste el fallo según la percepción del usuario final.
- **Ocurrencia, O:** hace referencia a la probabilidad o frecuencia de presentación del fallo mencionado.
- **Detección, D:** probabilidad de que el fallo sea detectado o no antes de llegar el producto o de proporcionarse el servicio al usuario final, o a la siguiente fase del proceso.
- El producto de los tres índices se conoce como **Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)**. Cada índice se valora del 1-10, resultando el IPR un valor entre 1-1000.

$$IPR = O \cdot G \cdot D$$

Para cada uno de los tres primeros índices comentados, se lleva a cabo una valoración según lo previsto en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN
Remota	1 - 2
Baja	3 - 4
Moderada	5 - 6
Alta	7 - 8
Muy alta	9 - 10

**Figura 2.10:** Clasificación y valoración de los índices del AMFE

*Fuente: Diseño de Sistemas Productivos, 3º GIOI*

A continuación, podemos ver un ejemplo de un AMFE real en el que se presentan las dos partes ya desarrolladas. Tras esto se procede a

realizar un análisis de los valores de IPR obtenidos para poder actuar en consecuencia a la magnitud de los hechos observados.

Descripción de la fase	Modo potencial de fallo	Efecto potencial de fallo	Gravedad	Causa potencial de fallo	Ocurrencia	Verificación y/o control actuales	Detección	IPR
Pieza	Acumulación de tensiones	Arqueado de pieza	10	Pérdida de perpendicularidad	10	Ninguno	2	<b>200</b>
	No expulsa	Al abrir el molde la pieza queda en la parte de inyección	10	Totalidad de la superficie de la pieza en inyección	5	Seguro del molde	1	<b>50</b>
Refrigeración	Rechupado de piezas	Refrigeración mal compensada	10	Mal enfriamiento de la pieza	9	Control visual	7	<b>630</b>
	Manchado en molde y máquinas	Manchado de piezas	2	Pérdida de aceite en las conexiones	9	Control visual	7	<b>126</b>

**Figura 2.11:** Desarrollo de un AMFE aplicado a un proceso de moldeo

*Fuente: Elaboración propia*

Cómo podemos ver, tenemos un IPR diferente en función de la importancia del fallo. No existe un valor límite a partir del cual es obligatorio la puesta en marcha de una acción correctora, sin embargo, se aconseja que para valores superiores a 100 se tomen las medidas oportunas.

Las medidas correctoras se eligen en función del índice que se quiera corregir, de esta forma tenemos acciones de mejora para:

- Reducción de la **ocurrencia, O**: podemos reducir la frecuencia u ocurrencia con la que tiene lugar un determinado fallo de diversas maneras. Por supuesto que con un replanteamiento del diseño podríamos conseguir el resultado esperado, sin embargo, es mejor implantar técnicas más baratas como métodos estadísticos, ajustes en la utilería y las herramientas, etc.
- Reducción de la **gravedad, G**: este índice es el más complicado de reducir, la gravedad de las consecuencias ocasionadas por un modo de fallo no suele variar, lo que varía es nuestra actuación respecto a las mismas. Por ello intentamos reducir la

frecuencia u ocurrencia con la que ocurren, o intentamos detectar el fallo a tiempo.

La única alternativa posible en este caso es el de realizar modificaciones en el diseño previo del producto o proceso. Este tipo de acciones suelen llevar asociado un coste bastante elevado, por lo que normalmente no suelen llevarse a cabo a no ser que sean indispensables.

- Reducción de la **detección, D**: para el caso de la detección, se recomienda llevar a cabo un mantenimiento preventivo que permita no solo reducir la probabilidad de que un fallo ocurra, sino que también hace que sea más fácil y rápido detectarlos. Por tanto, en este caso se podrían implantar herramientas como el TPM (*Total Productive Maintenance*), que podría suponer una mejora para la organización en todos los niveles.

A continuación, se muestra la parte final del AMFE, que incluye las acciones recomendadas para reducir el IPR obtenido:

Acción(es) recomendada(s)	Responsable	Resultado de las acciones				
		Acciones realizadas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Cambio del punto de inyección	Oficina Técnica	Invertir figura en molde	10	4	2	80
NPR < 100; no se requiere Acción Correctiva						
Optimizar refrigeración	Oficina Técnica	Cambio de refrigeración	6	3	5	90
Optimizar conectores	Oficina Técnica	Sustitución por enchufes rápidos	2	3	7	42

Figura 2.12: Desarrollo de un AMFE aplicado a un proceso de moldeo

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis modal de fallos, efectos y su criticidad (AMFEC)**, también conocido como *Failure Mode and Effect Criticality Analysis* (FMECA) [8].

Es una herramienta muy similar al AMFE, la diferencia fundamental entre ambas es que, en el AMFEC, además de establecer una relación entre los diferentes modos de fallo y sus consecuencias, añade a esta consideración el estudio de la criticidad de cada uno de estos fallos. De esta forma se establece una jerarquización que permite a la empresa tomar decisiones acertadas.

- **Análisis de causa raíz (ACR)**, conocido en inglés como *Root Cause Analysis* (RCA) [9].

Es un método que se emplea de forma genérica para la resolución de problemas, cuyo procedimiento es aplicable al análisis de riesgos. Consiste básicamente en la identificación de las causas para evitar la recurrencia de un determinado modo de fallo. Suele utilizarse como herramienta correctiva y es aplicable a empresas de cualquier negocio o sector.

- **Análisis de árbol de eventos (AAE)**, conocido en inglés como *Event Tree Analysis* (ETA) [10].

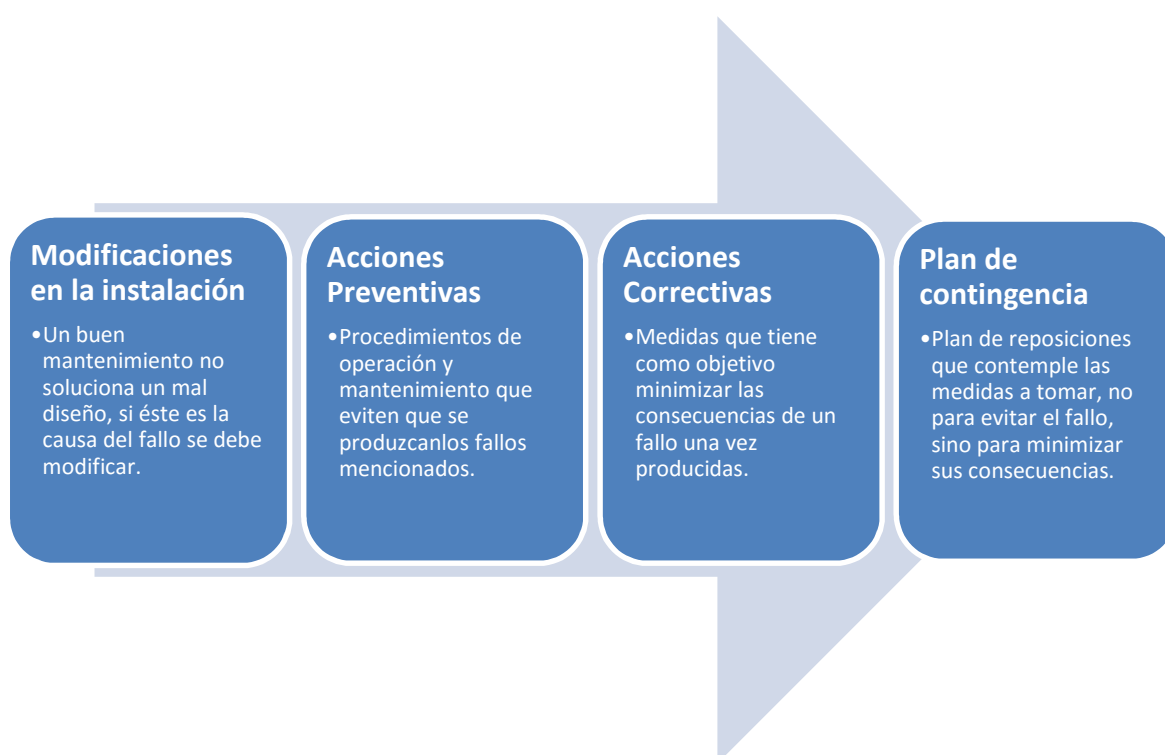
Esta herramienta consiste en un proceso de evaluación lógica que analiza la totalidad de una cadena productiva para encontrar facetas que sean susceptibles de mejora. Al contrario que el ACR, esta metodología no se aplica de forma correctiva, sino que puede aplicarse de forma inductiva sin la premisa real de un fallo conocido.

- **Análisis de árbol de fallas (AAF)**, conocido en inglés como *Fault Tree Analysis* (FTA) [11].

Este tipo de análisis es similar al ACR, pero empleando la metodología explicada en el AAE. En este caso si se parte de un riesgo identificado, por lo que estamos ante un proceso deductivo que lo evalúa siguiendo de manera ascendente una cadena productiva o de eventos.

### 2.6.3. Métodos de selección de medidas de control

- **Reliability Centred Maintenance (RCM):** el RCM es una técnica [12] empleada para desarrollar planes de mantenimiento que tengan como objetivos aumentar la fiabilidad de una instalación, optimizando el funcionamiento y los resultados de un determinado proceso productivo. Persigue analizar todos los fallos potenciales que ocasionen consecuencias intolerables para determinar las acciones necesarias para evitarlos. A continuación, podemos observar las fases por las que se pasa en el proceso de RCM:



**Figura 2.13:** Pasos a seguir en el desarrollo de un plan basado en RCM

*Fuente: Elaborado a partir de la metodología RCM [12]*

- **Risk Based Inspection (RBI):** esta metodología [13] se caracteriza por identificar las necesidades de inspección de un activo en base al riesgo asociado al mismo. Es una herramienta de priorización utilizada para determinar la importancia de unas u otras acciones, ampliamente extendida en industrias con unos riesgos asociados muy elevados, como las industrias petroleras o energéticas.



Está basada en técnicas estadísticas que suelen ser implementadas a través de herramientas de *software* especializadas. Según el RBI podemos definir el riesgo de la siguiente manera:

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad de fallo} \times \text{Consecuencias del fallo}$$

Se considera el riesgo como mejor criterio de priorización que la propia probabilidad de fallo o las consecuencias del mismo.

Estadísticamente suele definirse la probabilidad de fallo, o *probability of failure* (POF), de la siguiente manera:

$$POF(t) = 1 - e^{-gff \times FMS \times Df(t)}$$

Dónde:

- *gff* significa *generic failure frequency*, frecuencia genérica de fallo.
- *FMS* es el *management system factor*, factor de gestión del sistema.
- *Df(t)* es el *overall damage factor*, factor de daño global.

La frecuencia genérica de fallo es un dato extraído de la media de fallo de los equipos de la industria considerada. El factor de gestión del sistema es una medida de cómo se ha llevado a cabo la organización de los recursos humanos o de la planta para llevar a cabo sus actividades en el día a día y en caso de emergencias que podrían surgir en caso de producirse un accidente. Por último, el factor de daño global es un indicador que se obtiene como combinación de varios factores adicionales que son particularmente aplicables al equipo analizado.

Por otro lado, las consecuencias del fallo son calculadas como la combinación de los valores de las diferentes consecuencias de fallo particulares que puede tener un equipo. De forma adicional podemos diferenciar las consecuencias en función de si afectan más al área financiera, a la de personal, etc.

Las expresiones utilizadas son las siguientes:

$$FC = FC_{cmd} + FC_{affa} + FC_{prod} + FC_{inj} + FC_{environ}$$

Dónde:

- *FC<sub>cmd</sub>* (financial consequence due to failed equipment), consecuencia financiera debida a fallos en el equipo.

- $FC_{affa}$  (financial consequence due to surrounding equipment), consecuencia financiera debida a equipos externos o adicionales.
- $FC_{prod}$  (financial consequence due to production downtime), consecuencia financiera debida a paradas en la producción.
- $FC_{inj}$  (financial consequence due to personnel injury), consecuencia financiera debida a lesiones del personal.
- $FC_{environ}$  (financial consequence due to enviromental damage/cleanup), consecuencia financiera debido al impacto medioambiental.

Cómo hemos avanzado, las consecuencias pueden tener otro componente en función del área (CA):

$$CA = \max(CA_{equip} + CA_{personnel})$$

Dónde:

- $CA_{equip}$  (area consequence due to surrounding equipment), consecuencia de área debida a equipos externos o adicionales.
- $CA_{personnel}$  (área consequences due to nearby personnel), consecuencia de área debida a personal del entorno.

Cómo ya hemos comentado, toda esta información es implementada como *input* en un *software* que la analiza y nos da como *output* la jerarquización de las medidas de control de riesgo que teníamos recomendadas.

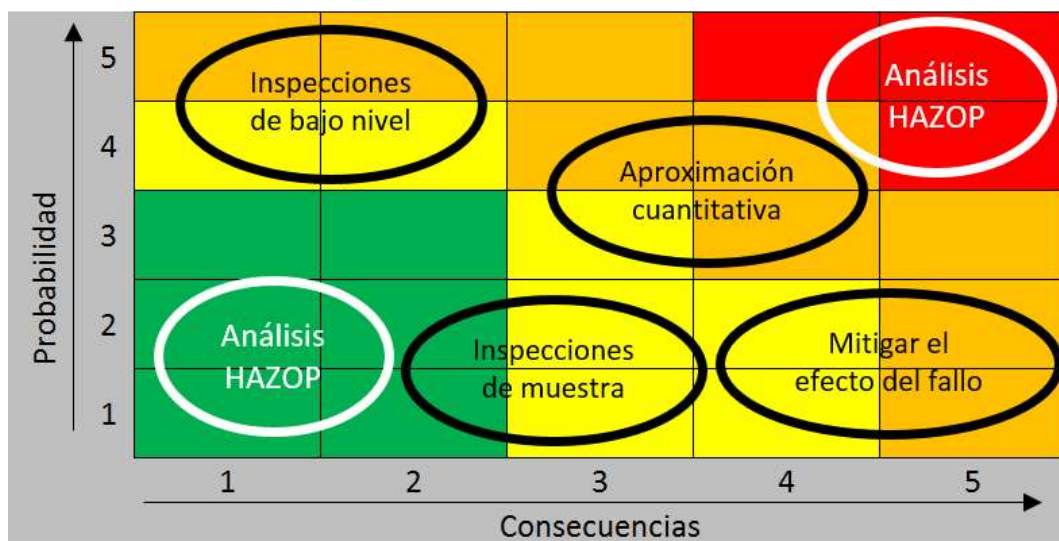


Figura 2.14: Funciones a realizaren el proceso de RBI

Fuente: Análisis de riesgo, ABB

## 2.7. Requisitos legales, estatutarios y de otra índole

Según lo previsto en la norma, se deben desarrollar todos los procesos y procedimientos necesarios que la organización debe establecer para identificar y cumplir con los requisitos estatutarios, legales y otras regulaciones aplicables a la gestión de activos.

La empresa debe asegurarse de que todas sus obligaciones legales, así como cualquier requerimiento que deba cumplir, sea identificado e incorporado a su correspondiente elemento del sistema de gestión de activos. De igual forma, la información relativa a estos requisitos debe mantenerse actualizada y se debe comunicar adecuadamente a todas las partes interesadas.

Para llevar a cabo de forma adecuada el cumplimiento de estos requisitos, la PAS 55:2008 propone una serie de recomendaciones que pueden servir de guía a las empresas, como son:

- a) La empresa debe estar advertida y debe entender como sus actividades están sujetas a requerimientos legales o de otro tipo, siendo esta relación comunicada al personal encargado de supervisar dichas actividades.
- b) Se recomienda implementar un sistema a través del cual se identifique la legislación y regulación aplicable a sus actividades y se puedan observar y tener en cuenta cambios en dichas normativas.
- c) Se debe elegir el medio de acceso a la información más apropiado. Además de establecer procedimientos de acceso a la información y mecanismos para asegurar la correcta comunicación de la misma.
- d) Se deben contemplar, dentro del sistema de gestión de esta información, otros requerimientos como: directrices de la empresa matriz, recomendaciones de instituciones reguladoras, buenas prácticas de otras empresas del sector, estándares de calidad que contemple la propia empresa, etc.

Es muy común que la gestión de este tipo de requisitos sea subcontratada a empresas especialistas en auditoría y consultoría. Esto se debe a la importancia de la misma en el funcionamiento de la empresa y a la obligatoriedad en algunos casos de ser realizada no sólo por las recomendaciones de la PAS 55:2008, sino también por lo que contempla la norma de calidad ISO 9001 [14].

Según lo previsto en esta norma, es importante realizar un proceso de auditoría para prevenir posibles responsabilidades legales, levantándose no conformidades en caso de identificar deficiencias en el sistema o violaciones de requisitos reglamentarios.

En la fase de auditoría se deben llevar a cabo las siguientes acciones:

- Asegurar la existencia de una **metodología** establecida para identificar y actualizar los requisitos legales aplicables.
- Asegurar que los **requisitos legales y reglamentarios** se utilizan como “entradas de proceso” cuyas “salidas de proceso” son el cumplimiento o no de los mismos.
- Asegurar que la organización puede demostrar apropiadamente las **declaraciones de cumplimiento** de normas, requisitos legales y reglamentarios.
- Asegurar que se levanta una **no conformidad** en caso de encontrarse evidencia de que una información específica y relevante no fue tomada en cuenta por el sistema de gestión.
- Asegurar que el no cumplimiento de cualquier requisito previsto tiene como consecuencia el levantamiento de una no conformidad.

## 2.8. Gestión del cambio

A la hora de realizar cambios en el sistema de gestión de activos de una empresa, es necesario tener en cuenta el impacto que puede tener sobre el conjunto de procesos y actividades que están de alguna manera relacionadas con la gestión. Se deben evaluar los riesgos asociados al cambio, considerando además lo siguiente:

- a) Estructura, roles o responsabilidades organizacionales revisados.
- b) Política, estrategia, objetivos o planes de gestión de activos revisados.
- c) Procesos o procedimientos revisados para las actividades de gestión de activos.
- d) Presentación de nuevos activos, sistemas o tecnología de activos.
- e) Presentación de nuevos contratistas o proveedores.

La gestión del cambio es un proceso complejo cuya orientación puede variar en función de las características y necesidades de cada empresa. En función del sector, el tipo de negocio, el nivel de activos, los objetivos o el entorno, se establecerá un enfoque distinto.

A pesar de las diferentes características que pueda tener el cambio en función de numerosos factores, es recomendable atravesar una serie de etapas a la hora de verse en una situación de estas características. Estas etapas vienen reflejadas en la siguiente figura:



**Figura 2.15:** Proceso de Gestión del Cambio

*Fuente: Elaborado partir de la PAS55:2008 [2]*

A continuación, procedemos a detallar cada una de estas fases:

1. **Justificación del cambio:** antes de acometer cualquier tipo de cambio que pueda afectar de forma alguna al funcionamiento de la empresa, es necesario adoptar una actitud crítica y evaluar si existe una necesidad real de cambio.

En el caso de que concluyamos que el cambio es necesario, tendremos que poner en marcha un proceso de toma de decisiones y estudio de alternativas y posibles consecuencias. Sin embargo, en caso negativo, también tendremos que cuestionarnos qué nos ha llevado a dicha situación de incertidumbre.

2. **Enfoque estratégico:** una vez definido el cambio como necesario, es imprescindible tener en cuenta el enfoque estratégico a la hora de acometerlo. La misión, la visión y los valores de la empresa han de servirnos como base de actuación, de forma que el cambio esté orientado a seguir la línea marcada por la totalidad de la organización.
3. **Recursos e información:** no se puede llevar a cabo un cambio en las condiciones óptimas sin disponer de los recursos suficientes, por tanto, es necesario tener un plan de previsiones que considere todas las necesidades que pueden surgir a lo largo del proceso. Al igual que ocurre con los recursos materiales, humanos o de cualquier otro tipo, disponer de la información apropiada también es fundamental para que el cambio sea exitoso.
4. **Gestión y capacidad de liderazgo:** es necesario que las personas responsables de llevar a cabo el cambio tengan la capacidad de hacerlo. Se debe inculcar a los gerentes o líderes las habilidades y comportamientos específicos que le serán exigidos para dirigir este proceso.
5. **Comunicación:** ninguna de estas etapas puede efectuarse de una manera óptima sin la existencia de una comunicación correcta que sea capaz de proporcionar la información necesaria y en el momento adecuado a cada uno de los trabajadores que intervienen en el proceso de cambio.

En numerosas ocasiones, la medida en la que el cambio es comunicado terminará teniendo una influencia directa sobre el éxito del mismo. Esta etapa incluye también la comunicación de los líderes o

responsables con su equipo de trabajo, al que no sólo tendrá que proporcionar la información necesaria para realizar su trabajo, sino que también tendrá que saber motivarle e inculcarle lo que la empresa necesita.





## 3. Gestión de Edificios

Los edificios en la mayoría de las empresas suponen un porcentaje elevado del total correspondiente a los activos físicos. Por esta razón, los edificios han sido objeto de estudio independiente de la totalidad de los activos físicos, por la influencia que la gestión de estos tenía en el funcionamiento y resultados de la empresa.

Actualmente, ha cobrado importancia la disciplina del *Facility Management*, que podría ser definida como la encargada de gestionar los edificios y sus servicios asociados.

### 3.1. *Facility Management*

El entorno económico actual se caracteriza por el constante cambio y adaptación a nuevas tendencias y prácticas. Debido a la situación de incertidumbre económica vivida en los últimos años, se ha hecho recurrente el ahorro de costes en numerosos ámbitos, siendo la gestión de edificios y espacios un foco importante de optimización.

El término *Facility Management* surge en torno a 1978, con la creación de IFMA (*International Facility Management Association*). Desde entonces esta disciplina ha buscado identificar nuevas tendencias de mercado, realizar trabajos de investigación, ofrecer programas de formación continua, práctica y especializada, cuyo objetivo final es llevar a cabo una buena gestión de los inmuebles y sus servicios.

IFMA España define el *Facility Management* como:

*“la gestión integral de las infraestructuras y los servicios en la empresa, con el objeto de optimizar los espacios y los recursos para el mejor desarrollo de la actividad profesional [15]”*

Bastante similar es la visión de la SEFM (Sociedad Española de Facility Management):

*“modelo de gestión de los recursos inmobiliarios de las empresas que tiene como objetivo la adecuación permanente de éstos a la organización y equipo humano de las compañías al menor coste posible, mediante la integración de todas las responsabilidades de gestión sobre dichos recursos en la figura del Facility Manager [16]”*

El objetivo por tanto del *Facility Management* es proporcionar a una empresa un servicio de calidad que permita una gestión eficiente de sus edificios, de forma que ésta pueda centrarse en su negocio principal o *Core Business*. Su

campo de actuación es bastante amplio, pudiendo ser aplicado a cualquier tipo de edificio: hospitales, hoteles, centros comerciales, edificios de oficinas, administraciones públicas, etc.

De acuerdo con IFMA España [15], las empresas asociadas que han implantado en su estructura organizativa el *Facility Management*, han experimentado una serie de beneficios como son:

- **Comunicación clara** entre la demanda y la parte que proporciona el servicio al designarse personas como puntos únicos de contacto para todos los servicios definidos en un acuerdo de gestión de inmuebles.
- **Aprovechamiento de sinergias** entre los diferentes servicios prestados que contribuirán a reducir los costes y consecuentemente mejorar el rendimiento de la empresa.
- **Simplificación de la estructura de roles y responsabilidades** relacionadas con los servicios, mejorando los procedimientos de utilización de recursos tanto internos como externos.
- **Disminución de los conflictos** entre proveedores de servicios internos y externos.
- **Integración y coordinación** de todos los servicios de apoyo necesarios.
- **Conocimiento transparente e información** sobre los niveles de servicio y sus costes que pueden ser claramente comunicados a todos los usuarios finales.
- **Mejora de la sostenibilidad** de la organización a través del análisis de los ciclos de vida de las instalaciones.
- **Mejora de la eficiencia** de las actividades principales y de los procesos de gestión de inmuebles, así como la calidad de su rendimiento.

Una parte muy importante del Facility Management y la gestión de edificios es tener claro el concepto de planificación estratégica de los espacios. Las tendencias actuales de trabajo están claramente orientadas a la reingeniería de procesos corporativos, la potenciación de la participación de los empleados, el aprendizaje corporativo, la eliminación de barreras jerárquicas, etc. Estas nuevas formas de trabajo inevitablemente supondrán un cambio

del entorno de trabajo físico, claramente orientado al *outsourcing* y a la reducción de personal y gastos.

Hoy en día pocas empresas aprovechan las opciones que el mercado actual ofrece para adecuar el tamaño de sus activos físicos a su estructura de financiación. Con objeto final de aumentar el ROI, las empresas necesitan reducir costes directos, entre los cuales tienen gran importancia los activos inmobiliarios, sobretodo el TOC (*Total Occupancy Cost*).

### 3.2. Situación actual del FM

El mercado del Facility Management en España crece cada año, numerosos y variados sectores como: limpieza, restauración, real estate, seguridad, mantenimiento, energía, residuos, correo, mensajería o gestión de flotas, están experimentando reducciones en sus costes debido a la aplicación de técnicas de optimización derivadas del FM.

A continuación, detallaremos algunas de las tendencias existentes y sus resultados desde el punto de vista cuantitativo, para hacernos una idea del volumen de negocio asociado al FM.

- **Real Estate:** según los últimos datos disponibles, el sector inmobiliario en España, sigue creciendo tras el repunte que se produjo en 2014 tras numerosos años de bajada. Según datos de IFMA España, la inversión, sólo en edificios de oficinas alcanzó este pasado año los 2.800 M €.

Como es obvio, Madrid y Barcelona son las ciudades con el mayor stock de edificios y a la vez con la rente mensual más elevada, de 25,5 y 17,5 €/m<sup>2</sup>, muy lejos de la media española que se sitúa en 12,5 €/m<sup>2</sup>. La tendencia futura no prevé el desarrollo de nuevos proyectos de construcción inmobiliaria, sin embargo, si se espera el desarrollo de nuevos proyectos en los que el Facility Management juega un papel esencial, como la integración de sedes, rehabilitación de edificios, etc.

- **Mantenimiento:** este sector ha experimentado una transformación en los últimos años, provocado sobre todo por la proliferación de proyectos relacionados con renovación, rehabilitación, etc. La facturación de las empresas del sector fue el pasado año de 4.600 M €, aunque el número de empleados descendió debido en parte a la utilización de equipos automatizados, situándose en aproximadamente 150.000.

La inversión en mantenimiento ha aumentado debido al cambio de mentalidad que lo considera fundamental para evitar problemas futuros y ahorrar costes de forma preventiva. Las acciones en el ámbito del mantenimiento van encaminadas a la mejora de numerosos aspectos, como son: índices de cumplimiento sobre normativa técnico legal, índices de controles técnico específicos a los equipos y a las instalaciones, índices de cumplimiento aplicados a seguridad y salud en intervenciones de mantenimiento, índices de

satisfacción del usuario, índices de reiteración de incidencias, índices medioambientales en la prestación de servicio, etc.

- **Energía:** el consumo energético en España está experimentado un descenso notable en los últimos años, pese a ello, esto no implica un descenso de la inversión en técnicas de *Facility Management*, al contrario, muchas de las acciones tomadas en este ámbito van encaminadas al ahorro de energía y la disminución del consumo.

En este ámbito se está llevando a cabo un importante cambio en las políticas de gestión energética de las empresas: horario de funcionamiento del edificio, detectores de presencia, temperatura ambiente, etc. Todo esto se consigue sustituyendo equipos antiguos por otros nuevos de mayor eficiencia, implantando sistemas de control o *smart meters*, exigiendo auditorías energéticas a las empresas, etc. En definitiva, se persigue el cumplimiento de lo propuesto en materia de energía por la norma ISO 55000 [1].

- **Seguridad:** este sector es otro en el cual el *Facility Management* podría jugar un papel importante en el futuro. Durante los años de crisis, la facturación de las empresas de este sector se mantuvo constante, experimentando de nuevo una evolución en estos últimos años. A pesar de que la mayoría de las acciones en este ámbito están relacionadas con la automatización, el número de empleados ha crecido, encontrándose cerca de los 77.000.

Las empresas en la actualidad demandan una serie de servicios relacionados con la seguridad, entre los que se encuentran la ciberseguridad, la vigilancia y protección remota de inmuebles, la consultoría, análisis y planificación de procesos, que distan un poco de la clásica vigilancia y protección física de inmuebles y personas.

- **Limpieza:** se podría decir que este sector es el que menos cambios está experimentando de todos los comentados. A pesar de que se ha producido un aumento de la inversión acompañada de un pequeño descenso del número de empleados en los últimos años, esta situación es meramente circunstancial.

El sector no progresa en términos de automatización y mejoras tecnológicas, se siguen empleando las técnicas tradicionales en parte debido a que un elevado porcentaje de la cuota de mercado, está acaparado por las mismas empresas.

### **3.3. Modalidades de gestión**

En este apartado vamos a introducir las distintas opciones para llevar a cabo la gestión de los activos, concretamente de los edificios desde el proceso de construcción o adquisición del mismo hasta la fase de explotación.

Vamos a distinguir unas modalidades principales, entre las cuales existen numerosas variables a tener en cuenta.

#### **3.3.1. PPP (Public-Private Partnership)**

Los acuerdos de colaboración público-privada se han usado de forma generalizada a lo largo de la última década para la construcción de infraestructuras de carácter público como hospitales, autovías, ferrocarriles, sistemas de abastecimiento o cualquier construcción que requiriese de un gran desembolso inicial.

Los Gobiernos recurren a este tipo de operaciones para disminuir el gasto público y reducir el déficit para cumplir con las condiciones pactadas de deuda, algo que es muy común sobre todo en Europa. Por esta razón existe una tendencia generalizada a reducir la participación de los Gobiernos en algunas infraestructuras y servicios públicos.

Un acuerdo de colaboración público-privada o PPP se puede definir como un contrato de larga duración entre una entidad pública y una privada para proporcionar un servicio público o para construir una infraestructura con la consiguiente asunción de riesgo por parte de la entidad privada [20].

Este fenómeno por el cual se incrementa la participación del sector privado en servicios de carácter público, se conoce como “privatización”. Un fenómeno por el cual se transfiere de forma irreversible parte de la propiedad de un servicio público al sector privado, reservándose en la mayoría de los casos la administración pública, la capacidad y autoridad para regular el mercado.

La mayoría de las veces, la entidad privada no es una sola empresa, sino un consorcio de grandes compañías especializadas en cada uno de los componentes del proyecto como constructoras para realizar la infraestructura, bancos para encargarse de la financiación, empresas proveedoras de servicios, etc.

Cualquier instalación o edificio desde el punto de vista de la gestión podría dividirse en:

- **Infraestructura:** por infraestructura entendemos el propio edificio y todos los sistemas necesarios para asegurar su correcto funcionamiento como sistemas de aire acondicionado, ascensores, ventilación y abastecimiento de agua y energía.
- **“Soft facilities”:** aquí incluiríamos los servicios que no están directamente relacionados con la actividad, como lavandería, seguridad, servicios de catering, guardería, etc.
- **“Core business”:** en este apartado incluiríamos el personal necesario para desempeñar la actividad propia del edificio considerado, así como los materiales y actividades relacionados con la actividad.

Se puede realizar una primera clasificación [17] de los tipos de acuerdos existentes en función del alcance de las acciones llevadas a cabo por las entidades privadas:

- PPP de infraestructuras:

Esta es la modalidad más sencilla de las existentes, contemplando simplemente el diseño, construcción, financiación y operación de la infraestructura (DFBO, *Design, Financing, Building and Operation*).

Dentro de esta variedad podemos tener infraestructuras de nueva construcción o infraestructuras que necesitan ser remodeladas o rehabilitadas de alguna forma.

- PPP de infraestructuras + Soft facilities:

Esta opción a parte de la parte mencionada de infraestructuras, contempla la provisión por parte de la empresa privada de lo que hemos definido como *Soft facilities*, entre los que podemos encontrar limpieza, seguridad, parking, catering, lavandería, etc.

- PPP de infraestructuras + Soft facilities + Core business:

Esta es la opción que más libertad de operación otorga a la entidad privada, que no sólo invierte en la infraestructura y proporciona servicios que podríamos considerar secundarios, sino que además se encarga de la actividad de negocio principal.

Esta opción tiene una serie de connotaciones y podría ser recomendable en según qué situaciones. Los Gobiernos recurren a esta opción cuando su capacidad de inversión es muy reducida y se pretende dar un servicio a la ciudadanía sin coste público alguno, pero que sin embargo acaba repercutiendo en el coste asociado al hecho de que la entidad que explote dicho servicio sea privada.

Además de las mencionadas, existen numerosas variantes [18] de este tipo de acuerdos, entre las que se encuentran las siguientes:

- Reestructuración de empresas de servicios públicos, mercantilización y descentralización.
- Obras civiles y contratos de servicios.
- Acuerdos de gestión y operación.
- Arrendamientos /*Affermage*.
- Concesiones, BOT, DBOs.
- Joint Ventures y Desprendimiento del patrimonio público.



### 3.3.2. *Outsourcing*

Entendemos *outsourcing* como la decisión de una empresa de subcontratar un determinado servicio a un proveedor externo por una cantidad determinada y en un periodo de tiempo específico.

Este fenómeno comenzó en los años 40 en Estados Unidos, comenzando su auge a mediados de los años 70, cuando las empresas comenzaron a tener la necesidad de contratar empresas para mejorar su rendimiento en áreas financieras o de operaciones. La llegada de la globalización y la evolución de los mercados generó la necesidad de externalizar algunos de sus servicios para competir a nivel global.

Entre sus beneficios podemos encontrar la reducción de costes, el acceso a nuevas tecnologías o la mejora del desempeño en determinados procesos, pese a ello, existe la posibilidad de que una mala decisión a la hora de externalizar pueda tener consecuencias negativas muy importantes. Esta modalidad puede utilizarse táctica o estratégicamente, pudiéndose adaptar a los requerimientos de la empresa contratante e implementarse a diferentes niveles y áreas organizativas. A continuación, vamos a desarrollar ventajas e inconvenientes de la modalidad de *outsourcing*:

- Beneficios:
  - Permite a la empresa centrarse en su principal actividad de negocio en la que obtiene su mayor rendimiento, *core business*.
  - A través del aprovechamiento de economías de escala permite disminuir los costes de determinados servicios.
  - Permite acceder a tecnología especializada cuya inversión y riesgo es asumido por la empresa subcontratada.
  - Genera un intercambio de información y know-how con las empresas contratadas.
  - Puede conllevar una mejora de la imagen de empresa en caso de contratar servicios especializados.

- Inconvenientes:

- Posibilidad de que fallos en las tareas subcontratadas puedan afectar a áreas principales de la empresa como son la operacional, administrativa, financiera, etc.
- Posibilidad de ocasionar daños en la imagen de la empresa en caso de proporcionar servicios deficientes.
- Pérdida de control con respecto a las actividades realizadas por la empresa subcontratada.
- Pérdida de contacto directo con el cliente, con los beneficios que este contacto puede suponer a la empresa.

Además, es posible diferenciar entre distintos niveles de outsourcing según la importancia o el nivel de la actividad que la empresa subcontratada realiza. Podemos distinguir los siguientes tipos:

- **Complementario:** consiste en la subcontratación de partes o subpartes que componen el producto final a una empresa especializada. Esto se puede aplicar al caso de una empresa de manufactura en la cual se subcontrata la fabricación de un determinado componente, o bien a una empresa de servicios que precisa de otra subcontratada para realizar una tarea que forma parte de su proceso o cadena de valor.

Como hemos comentado antes, esta decisión puede obedecer a diversos factores: imposibilidad de llevar la tarea a cabo por parte de la empresa debido a falta de especialización o tecnología, decisión estratégica, o simplemente para ahorrar costes.

- **Individual:** en este nivel de *outsourcing* se asigna determinada función a un único trabajador o administrador externo que proporciona un servicio a la empresa de forma regular. La razón de llevar a cabo una subcontratación es que pese a llevarse a cabo la actividad de forma regular, no se necesita un empleado a tiempo completo.
- **Funcional:** en este caso la empresa subcontratada lleva a cabo una tarea generalmente de apoyo a la actividad de negocio principal, para la cual se suele requerir conocimientos o habilidades especializados. Este nivel es común para servicios de tipo tecnológico o informático, que requieren de una inversión elevada en inmovilizado.

- **Proceso:** a este nivel es muy empleado el BPO, que implica la subcontratación de un proceso entero para su realización por una empresa especializada en el mismo. Es común externalizar procesos de reclutamiento en lo relativo a recursos humanos, atención al cliente, etc.

Existen numerosas variantes en función de las características del acuerdo, antes de entrar en detalle con cada una de ellas, es fundamental tener en cuenta que un contrato de *outsourcing* puede ser una combinación de varias de ellas. A la hora de realizar esta clasificación nos hemos basado en algunos de los estudios e investigaciones realizadas por H. Kehal [19].

- a) **General outsourcing:** esta modalidad de subcontratación es la más común, una empresa subcontrata un determinado servicio a un proveedor externo sin fijar ningún tipo de condición adicional aparte de las ya mencionadas en lo relativo a coste y tiempo.
- b) **Transitional outsourcing:** esta modalidad implica el traslado o cambio de un sistema o plataforma tecnológica, es decir, se subcontrata a una empresa especializada en la realización de este tipo de proyectos para tal efecto. Este tipo de *outsourcing* suele desarrollarse en tres etapas: gestión del cambio y de la antigua plataforma, transición al nuevo sistema y estabilización, formación y gestión de la nueva plataforma.

Es por tanto un tipo de *outsourcing* con una clara orientación tecnológica, algo que también es comúnmente aplicable a la gestión de edificios. En este aspecto cabe destacar la existencia de una metodología llamada BIM (*Business Information Modelling*), a través de cuyas herramientas de modelado se consigue aportar valor a la gestión de facilities.

- c) **Business process outsourcing:** este tipo de *outsourcing* es conocido también como “Subcontratación de Procesos de Negocio” y es una modalidad que está experimentando un crecimiento exponencial en los últimos años. Son numerosas las consultorías y grandes empresas que vienen implementando y estudiando diferentes formas de generación de valor en este ámbito.

Debido al gran desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), las empresas pueden llevar a cabo una externalización de procesos de negocio, desarrollando parte de su trabajo en diferentes lugares y por otras empresas especializadas. La realización de estas tareas permite aumentar la productividad y reducir costes, al mismo tiempo que se garantiza los niveles de calidad de servicio.

Las tareas más susceptibles de ser externalizadas son las de atención al cliente, la administración de recursos humanos (RRHH) o tecnología o la contabilidad y finanzas entre otras. Sin embargo, actualmente han proliferado las empresas dedicadas al Facility Management (gestión de *facilities*) y a otras disciplinas relacionadas con la Gestión de edificios.



**Figura 3.1:** Servicios externalizados a través de BPO

*Fuente: Coppergate Services*

- d) **Business benefit contracting:** esta modalidad de acuerdo tiene un precio variable que depende de la contribución del proveedor al cliente en términos de beneficio específico. En definitiva, se trata de una subcontratación por objetivos, en el cual el precio definitivo vendrá determinado por la habilidad del proveedor para satisfacer las demandas de la empresa contratante.

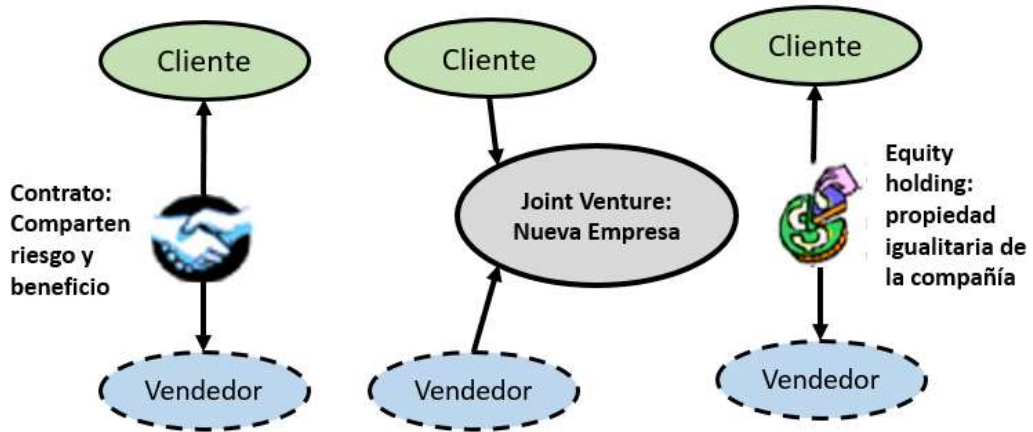
Este tipo de práctica es recomendable para aquellos proyectos en los cuáles las especificaciones no están del todo bien definidas y no se tiene suficiente información para estimar precios, o bien se podría utilizar cuando se requiere acortar al máximo el tiempo de realización del proyecto.

- e) **Value-added outsourcing:** este tipo de subcontratación hace referencia a aquellos casos en los cuales la fuerza de las distintas partes que forman el acuerdo se combinan adecuadamente para permitir a ambas la comercialización de nuevos productos o servicios. En el fondo cualquier tipo de acuerdo de *outsourcing* está fundamentado en el tipo de relación que plantea esta modalidad de valor añadido.

La posible diferencia en este caso, es que se trata de empresas que por separado no podrían hacer frente a una determinada actividad debido a limitaciones económicas, de su capacidad productiva o de cualquier otra índole. Pero que, sin embargo, este tipo de acuerdos les permite ser competitivos según una relación que beneficia a ambos.

- f) **Equity holdings:** esta es una modalidad de *outsourcing* basada en la compartición de riesgos y recompensas, la empresa contratante adquiere el 50 % de la compañía a la que subcontrata, pudiendo la empresa subcontratada hacer lo propio con la contratante.

Básicamente este acuerdo lo que persigue es que, al embarcarse en un determinado proyecto, ambas empresas compartan los riesgos inherentes al mismo, algo recomendable solamente cuando se tienen muy claros sus límites y especificaciones.



**Figura 3.2:** Diferencias entre alianza estratégica, *joint venture* y *equity holding*

Fuente: Elaborado a partir de "Outsourcing and Offshoring in the 21st Century: A Socio-Economic Perspective". H. Kehal [22]

- g) **Multi-sourcing:** esta modalidad puede tener una doble interpretación, una empresa que requiere los servicios de múltiples empresas subcontratadas, o una sola empresa subcontratada, pero a la que son aplicables diferentes estrategias desde el punto de vista de la gestión.

La primera es la que se suele emplear con mayor frecuencia, siendo su principal inconveniente la necesidad de tiempo y recursos adicionales para realizar una correcta gestión de los diferentes contratos de subcontratación. Pese a ello, existe una reducción del riesgo debido a la diversificación que se produce al contar con diferentes proveedores.

Si contratas una sola empresa para la gestión de los *soft services* relacionados con un edificio y existe algún problema con la misma, podrías tener problemas en la totalidad de los mismos, sin embargo, contar con diferentes empresas para cada uno de ellos, además de posibles beneficios debido a su especialización, implica también evitar situaciones de colapso por el incorrecto funcionamiento.

- h) **Co-sourcing:** esta modalidad podría resultar similar al "*Business Benefit Contracting*", sin embargo, tiene una serie de connotaciones que les hacen completamente diferentes. En el BBC se especifican una serie de objetivos en el contrato y unas primas relacionados con los mismos, mientras que en el *co-sourcing* se

estipula que la empresa subcontratada participará de alguna forma de los beneficios obtenidos según la actividad que realicen.

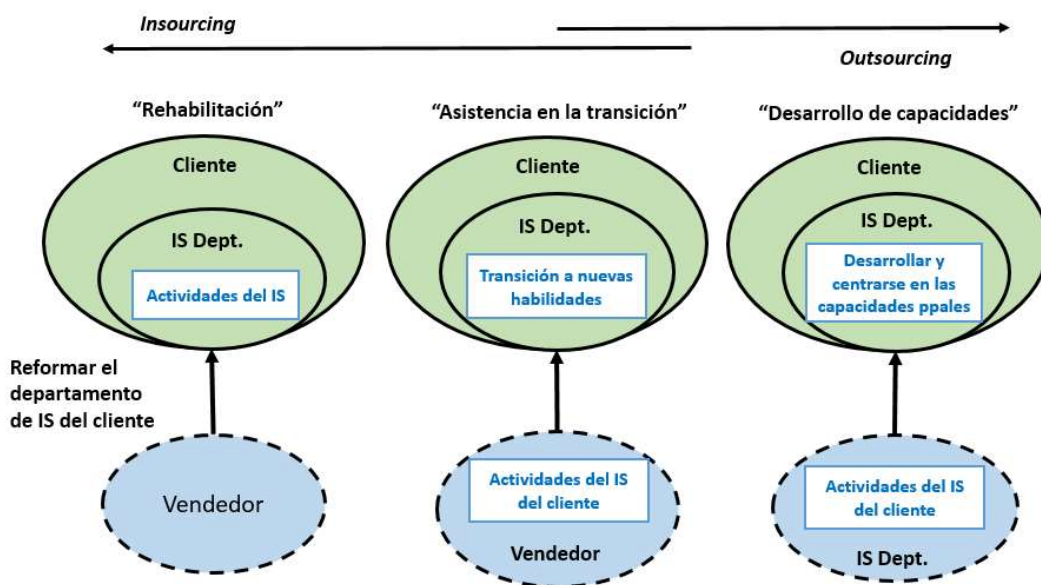


Figura 3.3: Co-sourcing en el departamento de IS de una empresa

Fuente: Elaborado a partir de “Outsourcing and Offshoring in the 21st Century: A Socio-Economic Perspective”. H. Kehal [22]

- i) **Spin-off:** esta modalidad es completamente diferente al resto de las presentadas, se caracteriza por la existencia de una unidad de negocio o departamento dentro de una empresa que debido a una serie de circunstancias se acaba convirtiendo en una compañía independiente que vende sus servicios no sólo a la empresa de la que surge, sino a la totalidad del mercado.

En el fondo, la diferencia del spin-off con el resto de modalidades es el origen de la empresa subcontratada, que al proceder de la propia empresa contratante presenta una serie de ventajas claras. El conocimiento del *know-how*, la existencia de intercambio de información anterior, las sinergias creadas entre las empresas, etc., acaban suponiendo beneficios desde el punto de vista económico para ambas empresas.

- j) **Creative contracting:** por último, podríamos definir el “Creative Contracting” como una alternativa que podría englobar a la totalidad de las variantes desarrolladas anteriormente. Se utiliza este término para hacer referencia a un contrato de unas características especiales que contiene una serie de cláusulas

personalizadas con el objetivo de satisfacer las necesidades específicas de la empresa contratante.



### 3.4. *Herramientas de seguimiento y control*

Para poder llevar a cabo un seguimiento objetivo de la eficiencia de las políticas implementadas, así como del Sistema de Gestión de Activos, son necesarios una serie de herramientas o indicadores.

#### 3.4.1. *Herramientas utilizadas tradicionalmente*

La mayoría de herramientas empleadas tradicionalmente relacionadas con aspectos financieros y de activos expresan el nivel o estado de un edificio, pero no indican la contribución que éste hace a los resultados estratégicos de la empresa.

A continuación, vamos a presentar brevemente algunas de las herramientas desarrolladas por varios autores que se utilizan en la gestión de edificios;

- Diagnóstico estadístico:

Este modelo es utilizado frecuentemente en proyectos que requieren rehabilitaciones o renovaciones en diferentes instalaciones. Está basado en el diagnóstico del nivel de deterioro a través del uso de herramientas estadísticas para poder elaborar un análisis analítico que proporcione resultados cuantitativos y cualitativos [20]. Para su correcta aplicación se suele llevar a cabo el proceso de toma de decisiones con la ayuda de especialistas de las diferentes disciplinas envueltas en el proyecto.

- Evaluación basada en funciones:

La evaluación basada en funciones surgió para ser empleada en proyectos de renovación de instalaciones públicas en Estados Unidos, principalmente de carácter militar. Según este modelo, a la hora de realizar el análisis de un edificios o infraestructura, era fundamental tener en cuenta por separado las diferentes funciones del edificio, que son:

1. Parámetros físicos
2. Parámetros funcionales: geometría, seguridad, compatibilidad de sistemas.
3. Localización de las instalaciones e infraestructuras periféricas.

- Proceso multi-etapa:

Los autores Mailvaganam and Alexander [21], desarrollaron un sencillo proceso secuencial para la reparación de edificios que es susceptible de aplicación a cualquier infraestructura.

- Sistema de puntos acumulativos:

Shen and Lo [22] entendían que para poder tomar decisiones correctas a la hora de gestionar una infraestructura tan compleja como un edificio, conformado por un elevado número de sistemas que interactúan entre sí, es fundamental establecer prioridades.

Y este es el principal objetivo de este modelo, que mediante un sistema de puntuación pretende priorizar las diferentes necesidades de renovación teniendo en cuenta tres criterios:

1. La condición física del edificio
2. La importancia de la función del edificio
3. La influencia en la organización de los que emplean el edificio

Suelen definirse diferentes subcriterios para cada criterio general y se aloran según la importancia relativa que se le dé a cada uno. Por ejemplo, si valoramos un criterio con una escala del 1 al 10 y otro con una escala del 1 al 5, está claro que el primer criterio tendrá el doble de peso en el resultado final que el segundo valorado. Como podemos ver este método sólo sirve para establecer prioridades, no permite realizar ningún tipo de valoración económica o de costes de mantenimiento.

- Sistema multi-atributo:

Este modelo fue desarrollado por el autor Speeding et al. [23][24], de la Universidad de West England, y pretende ir un paso más allá que el sistema de puntos acumulativos del que hemos hablado anteriormente.

Este método está basado en la realización de un estudio concienzudo sobre los diferentes métodos empleados para determinar prioridades de mantenimiento en una serie de proyectos llevados a cabo por la administración pública en Inglaterra y Gales. Como resultado de este estudio se determinaron una serie de atributos a valorar la hora de establecer prioridades:

1. Importancia del edificio en la organización
2. Importancia del uso del edificio
3. Efectos del uso sobre los trabajadores
4. Efectos del uso sobre las estructuras
5. Efectos sobre la provisión de servicios

El peso relativo de cada criterio  $C_i$  es  $W_i$ , y a cada atributo se le asigna una puntuación  $(S_{j1}, S_{j2}, \dots, S_{jn})$ . El índice de prioridad o la puntuación total,  $S_j$ , se calcula según la ecuación:

$$S_j = S_{j1} * W_1 + S_{j2} * W_2 + \dots + S_{jn} * W_n$$

Claramente, el proceso aplicado, así como los diferentes pesos asignados puede variar en función del tipo de empresa que aplique este sistema o del tipo de edificio valorado.

- Estimación de costes y necesidades:

Los autores Caccavelli and Gender [25] desarrollaron una metodología para resumir las condiciones actuales de un edificio y estimar el coste y las necesidades de renovación teniendo en cuenta la responsabilidad desde el punto de vista energético. Esta metodología está compuesta por el análisis de 50 elementos del edificio que se clasifican en diferentes tipos y se codifican según su estado. Los códigos utilizados son:

1. En buenas condiciones
2. Ligero deterioro
3. Deterioro medio
4. En malas condiciones (requiere sustitución)

- Modelo prototipo:

Para algunos autores como McDougall and Hinks [26], los indicadores económicos y financieros no eran lo suficientemente satisfactorios a la hora de analizar el desempeño de un edificio y su mantenimiento al no estar los principales aspectos del mantenimiento incluidos en los indicadores.

De esta forma, basándose en esta idea, investigadores de la Universidad australiana de Queensland han desarrollado un modelo prototipo que facilita la toma de decisiones respecto a la adquisición, venta, mantenimiento y revisión de la cartera de activos y edificios de una empresa. Este modelo se basa en el uso de dos indicadores, que son:

1. *Property Standard Index (PSI)*: este indicador está basado en una serie de factores principalmente relacionados con el estado físico del edificio como son: su antigüedad, sus condiciones de construcción, las necesidades de renovación, el coste de adaptación a la instalación de nuevos sistemas, etc.
2. *Hold/Sell Index*: este indicador es bastante complejo y nos pretende dar una idea sobre qué decisión estratégica tomar con un determinado edificio. En otros artículos viene extensamente desarrollado [27], pero a grandes rasgos lo que hace es analizar numerosos factores como el estado físico, su impacto en la empresa, los costes asociados a su uso, la necesidad del mismo, etc., y a partir de estos proporciona un valor

que nos permite tomar una decisión con más o menos certeza en función de su magnitud.

### 3.4.2. *Análisis basado en KPIs*

Las infraestructuras y edificios suelen estar compuestos de un número elevado de instalaciones de diferentes y variadas características, la instalación eléctrica, la de calefacción, ventilación y refrigeración, la de saneamiento, la de protección frente a incendios, la de control de gases, etc. Todas ellas requieren de un control especial adaptado a sus necesidades, lo que complica el control y la monitorización del rendimiento global del edificio.

Además de las diferentes instalaciones existen otros aspectos como la estructura, los acabados tanto interiores como exteriores y otros que se deben tener en cuenta también y se deben analizar debidamente.

La necesidad de controlar el estado y rendimiento de los edificios derivó en el desarrollo de herramientas específicas [28] o KPIs que se pueden clasificar en cuatro grandes bloques, que desarrollaremos en el siguiente capítulo:

- Asset Development
  - *Facility Coefficient (FC<sub>y</sub>)*
  - *Occupancy coefficient (OC<sub>y</sub>)*
- Performance Management
  - *Building Performance Indicator (BPI)*
- Maintenance
  - *Annual Maintenance Expenditure (AME)*
  - *Normalized Annual Maintenance Expenditure (NAME)*
  - *Maintenance Efficiency Indicator (MEI)*
- Organization and Management
  - *Manpower Source Diagram (MSD)*
  - *Managerial Span of Control (MSC)*

### 3.5. *Mantenimiento de activos en el Facility Management*

Los importantes cambios que se produjeron en el entorno económico en la década de los 70, entre los que destacan la globalización, el encarecimiento de los factores productivo o el alto ritmo de desarrollo tecnológico, acabaron determinando un nuevo mercado de bienes y servicios con unas características completamente diferentes.

Esto también afecta de alguna manera a la Gestión de Edificios, ya que la aparición de nuevas prioridades competitivas como coste, plazos, calidad, servicio, flexibilidad e innovación, desembocarían en el desarrollo de nuevos paradigmas productivos como el JIT (Just in Time), FMS (Flexible Manufacturing System), CIM (Computer Integrated Manufacturing), Lean Manufacturing, etc. Cada uno de estos paradigmas necesitan de una serie de herramientas o metodologías que permitirían adecuar los sistemas productivos a sus necesidades, herramientas que también son utilizadas en la Gestión de Edificios.

La mayoría de estas técnicas están enfocadas a la producción, entre ellas el SMED (Single Minute Exchange of Die), la adaptación a la demanda o Shojinka, la estandarización de las operaciones, el control autónomo de defectos o Jidoka, etc.

Sin embargo, algunas herramientas podrían resultar de aplicación en este ámbito, como es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que desarrollaremos a continuación [29]:

El mantenimiento es una fuente de gasto muy importante en el Facility Management o Gestión de Edificios, por esta razón se busca implementar técnicas como el TPM que pretenden aumentar el gasto en mantenimiento para poder reducir luego otros costes derivados de reparaciones o adquisición de nuevos activos para sustituir a los defectuosos.

Tradicionalmente ha existido una clara separación entre los operarios de producción y los de mantenimiento, lo que acaba provocando una falta de comunicación que deriva en programas de mantenimiento preventivo ineficientes que no logran eliminar todos los problemas de los activos. El TPM propone la participación del trabajador en las tareas de prevención y corrección de anomalías, proponiendo operaciones de mantenimiento, adoptando medidas contra averías, detectar y reparar defectos menores, etc. Esto permite disminuir la frecuencia de las averías, reducir la gravedad de los defectos, el total de los costes de mantenimiento, etc.

El TPM suele venir definido por 8 pilares, en los cuales sustenta su correcto funcionamiento, estos pilares son



**Figura 3.4:** Pilares del TPM

*Fuente: Dirección de Operaciones, 4º GIOI [23]*

A la hora de implementar un programa de TPM se plantean una serie de retos importantes como conseguir el compromiso de toda la organización, la adaptación del personal a los cambios, la concienciación del mismo, etc.

Los activos son cada vez más complejos, con un componente tecnológico que cambian rápidamente. A pesar del incremento de dicha automatización, el mantenimiento sigue dependiendo del factor humano, a pesar de que es necesario formar a los trabajadores y proporcionarles la formación y conocimientos para una implementación efectiva del TPM.

De forma orientativa se pueden contemplar una serie de pasos necesarios para implementar un programa de TPM:

1. Decisión por parte de la **Alta Dirección** de poner en marcha un programa de TPM. La Alta Dirección debe mentalizar y dar la importancia requerida inicialmente para conseguir llevar a cabo el programa de forma exitosa.
2. Campaña de **formación e información** a todos los niveles de la empresa. Es fundamental que no solo los trabajadores comprendan las reglas y el funcionamiento del TPM, para ello es fundamental que la totalidad de la estructura jerárquica esté concienciada acerca del cambio.

3. Creación de organizaciones para **promover el TPM**, entre ellas pueden estar: Comités de Gerencia, Comités departamentales o Grupos de análisis de cada tema.
4. Definición y emisión de las **políticas básicas y las metas** del programa TPM. Se recomienda la realización de un análisis de las diferentes operaciones de la empresa, a fin de medir la efectividad real de las políticas de mantenimiento existentes. Como conclusión de esta etapa se fijan metas y se propone un programa para alcanzarlas.
5. Se comienza a detallar un **Plan Maestro del desarrollo del TPM**, que se materializa en un programa que incluya todas las actividades, etapas y subetapas del proceso.
6. **Puesta en marcha** oficial del programa TPM.
7. **Análisis de mejora** de la efectividad de los distintos activos. Es vital definir y establecer un sistema de información que permita llevar un registro y analizar los datos obtenidos.
8. Se define el sistema y se forman **grupos autónomos de mantenimiento** que llevan a cabo las actividades que se les han asignado. Los requerimientos en esta etapa inicial llevarán consigo un aumento de la carga de trabajo, algo que será temporal.
9. Se lleva a cabo el **proceso de formación** programado, destinado a mejorar los conocimientos y habilidades de los trabajadores.
10. Se consolida la **implantación total del TPM**, creándose estímulos a los logros internos del mismo en los diferentes departamentos de la empresa.

A lo largo del desarrollo de este proceso, es común la contratación de una empresa externa especializada. Este servicio de consultoría especializada tiene como objetivo ir implantando con éxito en fases sucesivas el mantenimiento productivo total.





## 4. Desarrollo de KPIs para la Gestión de Edificios

Los autores Sarel Lavy e Igal M. Shohet en diversos artículos como “Integrated maintenance management of hospital buildings: a case study” o “Hard facilities and performance management in hospitals”, presentan una serie de KPIs que en este trabajo serán adaptados y complementados para dotar a la Gestión de Activos de un conjunto de indicadores útiles para cualquier tipo de edificio.

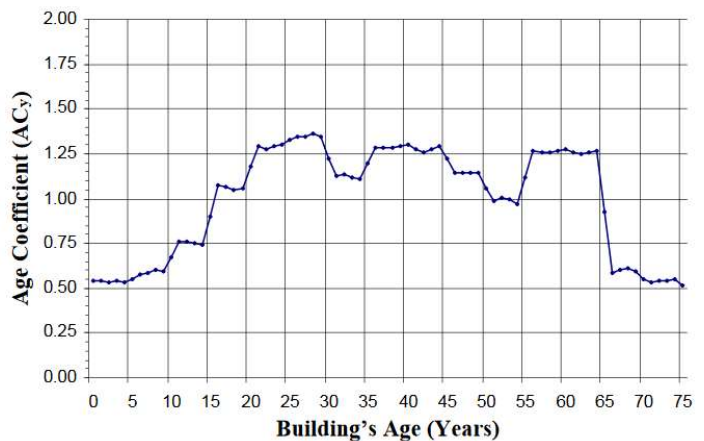
Los indicadores pueden clasificarse según el ámbito al que hagan referencia:

### 4.1. Asset Development

Es necesario contextualizar los distintos KPIs en función del tipo de edificio objeto de estudio, valorando en cada caso las diferencias que habrá en el deterioro del activo a lo largo del tiempo. Para realizar esto utilizaremos el **Facility Coefficient** ( $FC_y$ ), que se trata de un coeficiente ajustable en función de una serie de parámetros, como son:

- **Antigüedad del edificio:** obviamente se tendrá en cuenta la modernidad u obsolescencia de las instalaciones e infraestructuras consideradas, desde un punto de vista funcional y tecnológico. Para evaluar la antigüedad desde un punto de vista objetivo, podemos cuantificarla mediante el **Age coefficient** ( $AC_y$ ).

Age of Building [Years]	Age Coefficient $AC_y$
5	0.55
10	0.67
15	0.90
20	1.18
25	1.33
30	1.22
35	1.20
40	1.30
45	1.22
50	1.05



**Figura 4.1:** Valores del  $AC_y$  en función de la antigüedad del edificio

Fuente: Lavy, S. and Shohet, I.M.: *Integrated maintenance of hospital buildings: a case study.*

[18]

- **Entorno en el que se encuentra:** es importante distinguir entre entornos terrestres y marinos, debido al efecto que estos últimos tienen en los costes de mantenimiento anuales y en el ciclo de vida de los edificios.
- **Nivel medio de ocupación:** nuevamente, este factor afecta tanto al coste de mantenimiento anual, como al ciclo de vida, sobretudo en el caso de componentes que están expuestos a condiciones moderadas o intensivas de servicio. De igual forma que ocurría con la antigüedad, el nivel de ocupación puede cuantificarse mediante el **Occupancy coefficient ( $OC_y$ )**.

Building age	In-land			Marine		
	Occupancy					
	Low	Normal	High	Low	Normal	High
5	0,37	0,42	0,51	0,4	0,45	0,54
10	0,45	0,53	0,66	0,47	0,56	0,68
15	0,83	0,86	1,03	0,85	0,88	1,06
20	1,14	1,2	1,49	1,21	1,26	1,55
25	1,07	1,2	1,36	1,16	1,29	1,45
30	1,03	1,08	1,11	1,07	1,12	1,15
35	1,27	1,35	1,6	1,26	1,34	1,58
40	1,52	1,53	1,79	1,54	1,55	1,8
45	1,19	1,4	1,5	1,25	1,46	1,57
50	0,95	1,3	1,21	0,99	1,34	1,26
55	1,19	1,23	1,29	1,22	1,26	1,32
60	1,16	1,23	1,6	1,2	1,28	1,64
65	0,7	0,84	1,05	0,74	0,88	1,09
70	0,41	0,42	0,51	0,45	0,46	0,55
75	0,4	0,39	0,5	0,43	0,43	0,53

**Figura 4.2:** Valores del  $FC_y$  para diferentes casos

Fuente: *Shopping Centres Maintenance Management Performance (J. Moreira )*[30]

## 4.2. Performance Management

### 4.2.1. Building Performance Indicator (BPI)

El **Building Performance Indicator (BPI)** indica el estado físico en el que se encuentra el edificio, así como las condiciones de utilización de sus diferentes componentes y sistemas. Califica los edificios en una escala de 0 a 100 puntos, obteniendo así una medida cuantitativa de su estado funcional.

Para analizar cada edificio se lleva a cabo un estudio de los siguientes diez sistemas:

- Estructura
- Acabados exteriores
- Acabados interiores
- Instalación eléctrica
- Instalación de calefacción, ventilación y refrigeración
- Instalación de saneamiento
- Instalación de protección frente a incendios
- Ascensores
- Instalaciones de baja tensión
- Instalaciones de control de gases

Cada sistema es estudiado y clasificado de igual forma que el BPI, en una escala de 0-100, que contempla tanto su estado físico como su funcionamiento. Para evitar en la medida de lo posible influencias subjetivas en el cálculo, se intenta detallar al máximo el cálculo de cada valor para conseguir obtener un valor numérico lo más ajustado posible. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$P_k = C_k * W(C)_k - F_k * W(F)_k + P_k * W(PM)_k$$

1. Condición actual del sistema:  $C_k$
2. Fallos que afectan al servicio del sistema:  $F_k$
3. Actividades preventivas llevadas a cabo en el sistema para asegurar su funcionamiento:  $PM_k$
4. Peso de la condición actual en el sistema  $k$ :  $W(C)_k$
5. Peso de los fallos en el sistema  $k$ :  $W(F)_k$
6. Peso del mantenimiento preventivo en el sistema  $k$ :  $W(PM)_k$

\*Para todo sistema  $k$ :  $W(C)_k + W(F)_k + W(PM)_k = 1$

$C_k$	100	60	40	20
Performance	Perfect	Damage	Failure	Poor
$F_k$	100	60	40	20
Frequency of failure	0 times in 12 months	2 times in 12 months	6 times in 12 months	12 times in 12 months
$PM_k$	100	60	40	20
Implementation frequency	12 times in 12 months	6 times in 12 months	2 times in 12 months	0 times in 12 months

**Figura 4.3:** Valores orientativos de  $C_k$ ,  $F_k$  y  $PM_k$

Fuente: *Shopping Centres Maintenance Management Performance (J. Moreira) [30]*

La combinación de estos tres elementos nos acaba dando como resultado final, la puntuación del sistema completo  $P_k$ .

El proceso de cálculo de los diferentes pesos de los distintos sistemas de los que se compone el edificio también tiene una serie de connotaciones que debemos conocer. Con objeto de profundizar aún más en el análisis, se contempla que del peso  $W_k$  obtenido, puede desagregarse según dos categorías:

1. Nivel de servicio, teniendo en cuenta el estado físico y la frecuencia de fallos observada en un determinado sistema del edificio.
2. Mantenimiento preventivo e inspecciones periódicas del sistema (teniendo en cuenta recursos materiales y mano de obra).

Building System	Weight of physical performance and failures	Weight of periodical maintenance
Structural elements	90	10
Interior finishing	70	30
External envelope	75	25
Fire detection and fire fighting	75	25
Communication and surveillance	50	50
Lifting and handling	60	40
Electrical	50	50
HVAC	50	50
Water and waste water	75	25

**Figura 4.4:** Valores orientativos de los diferentes  $W_k$  en un centro comercial

*Fuente: Shopping Centres Maintenance Management Performance (J. Moreira) [30]*

Los valores de la figura superior son orientativos y aplicados a las características específicas de un edificio como un centro comercial, sin embargo, nos dan una idea de cómo se aplica la metodología hasta ahora presentada. Por ejemplo, el 90% asignado al aspecto físico de los elementos estructurales implica que se trata de un sistema que apenas tiene necesidades de mantenimiento periódico en comparación con el impacto de los fallos en dichos elementos.

A la hora de establecer estos porcentajes suele tenerse en cuenta la ratio entre el coste del ciclo de vida de un sistema y el total de los costes de ciclo de vida del edificio. Consecuentemente, los elementos estructurales tendrán el mayor peso, seguidos de los acabados externos y los acabados interiores.

El peso de cada sistema se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$W_k = \frac{\sum_{j=1}^n (R_{kj} + M_{kj} + C_{kj})}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m (R_{kj} + M_{kj} + C_{kj})}$$

En la cual:

$n$  = Número de sistemas del edificio

$k$  = Código del sistema

$W_k$  = Peso del sistema

$j$  = Código del componente en el sistema  $k$

$m$  = Número de componentes  $j$  en el sistema  $k$

$R_{kj}$  = Coste de reemplazo del componente  $j$  en el sistema  $k$  al final de su ciclo de vida previsto

$M_{kj}$  = Coste anual de mantenimiento del componente  $j$  en el sistema  $k$

$C_{kj}$  = Coste de reinstalación del componente  $j$  en el sistema  $k$

Con toda esta información ya podríamos proceder al cálculo del BPI a través de la siguiente ecuación:

$$BPI = \sum_{n=1}^{10} P_k * W_k$$

$BPI$  = Building Performance Indicator (0-100)

$P_k$  = Puntuación del sistema  $k$  (0-100)

$W_k$  = Peso del sistema  $k$  en el cálculo del BPI

BPI	BPI>80	70<BPI<80	60<BPI<70	BPI<60
Condition and performance	Good or reasonable	Systems in marginal conditions	Progressive deterioration	Deteriorated
Actions to be taken	None	Preventive actions	Corrective actions	Renew or decommissioning

**Figura 4.5:** Rango de valores del BPI

Fuente: Lavy, S: and Shohet, I.M.: *Integrated maintenance of hospital buildings: a case study.* [18]

Claramente los valores del BPI variarán en función del tipo y de las características del edificio considerado, por lo que los rangos presentados podrían variar.

Para acabar con el análisis relativo al BPI conviene realizar una matización al respecto. De acuerdo a datos extraídos del estudio de numerosos edificios e infraestructuras, el gasto en mantenimiento y mano de obra dedicado a los sistemas electromecánicos es aproximadamente del 90 %. Este hecho en ocasiones no puede verse reflejado en la magnitud del BPI total debido al bajo peso que tienen estos sistemas frente a la totalidad del edificio, para evitar este problema y poder distinguirlos perfectamente, se aconseja usar los siguientes indicadores parciales:

- $BPI_{SE}$  (*Building Performance Indicator for Structural Elements*)
  - incluye solo los tres primeros sistemas: elementos estructurales y acabados, tanto exteriores como interiores.

- $BPI_{EE}$  (*Building Performance Indicator for Electromechanical Elements*) - incluye los sistemas eléctricos: sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, saneamiento, detección de incendios, vigilancia y comunicación, transporte y ascensores, etc.

### 4.3. Maintenance

Pasamos a tratar indicadores que no están directamente relacionados con las características físicas y el estado del edificio, sino que más bien hacen referencia a la evaluación del desempeño de las políticas de gestión llevadas a cabo.

Los indicadores presentados en este ámbito tienen que ver con la eficiencia de las medidas tomadas en el ámbito del mantenimiento, y son principalmente tres: **Annual Maintenance Expenditure (AME)**, **Normalized Annual Maintenance Expenditure (NAME)**, y **Maintenance Efficiency Indicator (MEI)**.

#### 4.3.1. Annual Maintenance Expenditure (AME)

El **Annual Maintenance Expenditure (AME)** hace referencia simplemente al gasto anual en mantenimiento realizado en un determinado edificio o instalación. Su cálculo es bastante sencillo, se obtiene de la suma de los costes de materiales, reparaciones, y de la desagregación en términos unitarios de los costes de personal relacionado con labores de mantenimiento, ya sea contratado o subcontratado.

Para facilitar la comparación con otros indicadores y su uso como veremos más adelante, la unidad en la que lo expresaremos será dólares americanos por metro cuadrado de edificio [**\$US/m<sup>2</sup>**].

#### 4.3.2. Normalized Annual Maintenance Expenditure (NAME)

A partir del AME, se desarrolló el **Normalized Annual Maintenance Expenditure (NAME)**, las diferentes condiciones de los distintos tipos de edificios, hacía difícil la comparación directa de gastos de mantenimiento, al poder estos variar en función de la antigüedad, el nivel de ocupación y el entorno.

Por ello, se utiliza como corrección el **Facility Coefficient (FC<sub>y</sub>)** del que hablamos anteriormente, obteniendo así una perspectiva más global que tiene en cuenta el gasto en mantenimiento en función de la naturaleza y estado del edificio:

$$NAME = \frac{AME}{FC_y}$$



### 4.3.3. Maintenance Efficiency Indicator (MEI)

Por último, tenemos el **Maintenance Efficiency Indicator (MEI)**, que expresa la eficiencia de las medidas implementadas en el ámbito del mantenimiento. Su cálculo está basado en el **AME** y en el **BPI**, teniendo en cuenta tanto el gasto como el estado del edificio.

En función de los datos disponibles podemos calcularlo de dos maneras, en el caso de que tengamos únicamente el valor total del **Facility Coefficient (FC<sub>y</sub>)**, nos basaremos en el **NAME** para calcularlo, resultando la expresión:

$$MEI = \frac{AME}{BPI * FC_y} = \frac{NAME}{BPI}$$

Sin embargo, también existe la posibilidad de que no dispongamos del **Facility Coefficient (FC<sub>y</sub>)** de forma explícita, por lo que podríamos valernos de algunos de los parámetros que se emplean a la hora de calcularlo, como son:

- **Age coefficient (AC<sub>y</sub>)**
- **Occupancy coefficient (OC<sub>y</sub>)**
- **Prices index (i<sub>c</sub>)**

$$MEI = \frac{AME}{AC_y} \times \frac{1}{BPI} \times \frac{1}{OC} \times i_c$$

Las unidades del **MEI** son [**\$US/ <sup>2</sup> x BPI unit**].

A continuación, presentamos los diferentes rangos de valores que se contemplan para este indicador y las consecuencias de los mismos:

- **MEI < 0,37**: en este caso podemos estar ante un caso de baja inversión en mantenimiento, de situación inapropiada de deterioro del edificio, o de ambas.
- **0,37 < MEI < 0,52**: representa la situación ideal para la gestión del mantenimiento de un edificio, indicando una adecuada utilización de los recursos.
- **MEI > 0,52**: indica que se han destinado demasiados recursos para el desempeño actual, lo que implica un bajo aprovechamiento de los mismos. Esto puede deberse a que se ha realizado una inversión muy elevada o a que la situación del edificio no es la apropiada. Cualquiera de las dos es una situación indeseable en todo caso.

Este indicador es muy útil ya que proporciona información muy valiosa a la hora de tomar decisiones estratégicas en lo relativo a la efectividad de la implementación del mantenimiento. Además, también puede utilizarse este indicador para priorizar la toma de decisiones en casos de limitación de recursos.

Al igual que ocurría para el caso del BPI, es posible efectuar una serie de correcciones teniendo en cuenta el elevado porcentaje del mantenimiento destinado a sistemas electromecánicos:

- $MEI_{SE}$  (*Maintenance Efficiency Indicator for the set of structural systems*) - incluye solo los tres primeros sistemas: elementos estructurales y acabados, tanto exteriores como interiores.
- $MEI_{EE}$  (*Maintenance Efficiency Indicator for the set of electromechanical systems*) - incluye los sistemas eléctricos: sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, saneamiento, detección de incendios, vigilancia y comunicación, transporte y ascensores, etc.

## 4.4. *Organization and Management*

En este caso vamos a ver una serie de indicadores relacionados con las decisiones de la empresa desde el punto de vista de la organización y la gestión. Decisiones que tendrán una notable influencia en los costes de mantenimiento y otros costes asociados a la gestión de los edificios.

### 4.4.1. *Manpower Source Diagram (MSD)*

El primero de ellos es el *Manpower Source Diagram (MSD)*, que expresa la composición del personal de mantenimiento distinguiendo entre el contratado por la propia empresa y el subcontratado a proveedores externos de servicios (“outsourcing”).

Este indicador surgió a raíz de la necesidad de determinar los costes asociados a las distintas modalidades de contratación debido a las diferencias observadas entre ellas en función de las características y la naturaleza del negocio y el edificio. Numerosos *case studies* presentados por doctores en ingeniería civil *Sarel Lavy* e *Igal M. Shohet* demuestran que es posible determinar una composición óptima a través del estudio del estudio de las diferentes alternativas posibles. Por ejemplo, en el caso de hospitales, se puede observar como para niveles de ocupación estándares y bajos, la priorización de la subcontratación podría suponer unos ahorros alrededor del 8 %, mientras que en caso de que los niveles de ocupación fueran elevados, optar por personal contratado implicaría un ahorro del 6 % en gastos de mantenimiento.

De forma general para cualquier tipo de edificios, las recomendaciones en cuanto a la composición del diagrama de recursos serían:

- **Casos de ocupación alta:** además de hoteles u hospitales con un porcentaje elevado de camas ocupadas, también se incluiría aquí aquellos edificios por sus características sean frecuentemente transitados o visitados por un número elevado de personas, como podrían ser centros comerciales, edificios de oficinas, etc.

El uso de personal contratado en estos casos se debe al acelerado deterioro del interior y de algunas instalaciones y sistemas del edificio debido al uso bajo condiciones de servicio intensivas. Este deterioro provoca que sea necesario continuamente tener disponibilidad de trabajadores de mantenimiento, situación en la que el personal contratado ofrece potenciales ahorros.

- **Casos de ocupación estándar o baja:** de igual forma que en el caso anterior, podemos aplicar el nivel de ocupación a hospitales u hoteles, pero además existen cierto tipo de instalaciones que podrían experimentar un deterioro más progresivo que permite que la subcontratación sea una mejor opción.

El *Manpower Source Diagram (MSD)* se calcula como el porcentaje que representan los costes de subcontratación frente al total de gastos anuales en mantenimiento:

- *Total outsourcing expenditure (TOE)*

$$MSD = \frac{TOE}{NAME}$$

#### 4.4.2. *Managerial Span of Control (MSC)*

Otro indicador frecuentemente utilizado en este ámbito es el *Managerial Span of Control (MSC)*, un KPI que podría ser definido como la ratio existente entre el número de directivos, gerentes, managers o, en definitiva, responsables, y la cantidad de personal directamente subordinado a los mismos. Este indicador de gestión refleja la habilidad de los managers o directivos para poner de acuerdo a las distintas partes o departamentos de la empresa.

Su uso podría ayudar a identificar posibles situaciones de descontrol o de falta de comunicación que podrían tener una repercusión negativa para los intereses de la empresa. Como hemos comentado anteriormente, se calcula de la siguiente manera:

$$MSC = \frac{\text{number of managers}}{\text{number of subordinates}}$$

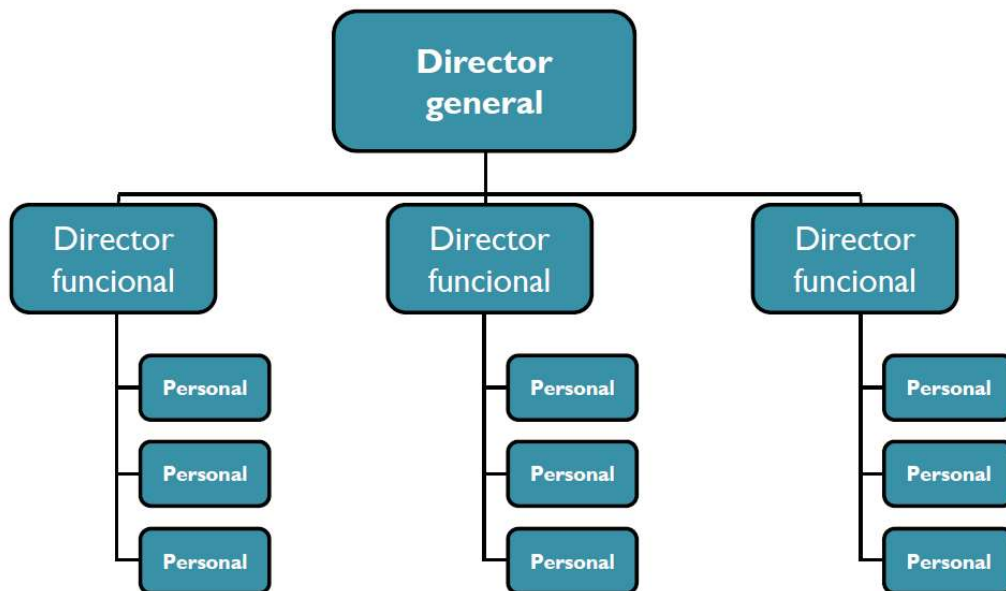
Mientras que un *MSC* elevado podría suponer un elevado ahorro de costes, podría terminar originando problemas de comunicación y control. Por otro lado, tener un *MS* bajo pese a aumentar los costes de personal, podría ayudar a ahorrar en otro tipo de gastos, mejorando la planificación y el control del día a día.

Tradicionalmente no se consideraba el *Managerial Span of Control (MSC)* como un KPI para medir el desempeño en la Gestión en este caso de edificios, sin embargo, se comienza a considerar en la actualidad

debido a la importancia que ha ido adquiriendo la implementación de diferentes esquemas o estructuras organizativas.

El MSC se emplea como apoyo a la hora de definir estructuras organizacionales adecuadas para llevar a cabo una Gestión de Activos eficiente. Se debe intentar adaptar la estructura a las necesidades y características de la empresa, para ello existen distintas opciones que tendremos que considerar:

- Estructura funcional: se trata del modelo clásico de organización caracterizado por la existencia de superiores claramente definidos para cada empleado. Tiene como **ventajas** la existencia de departamentos diferenciados con especialistas en cada función, así como una jerarquía y canales de comunicación claros.



**Figura 4.6:** Estructura funcional

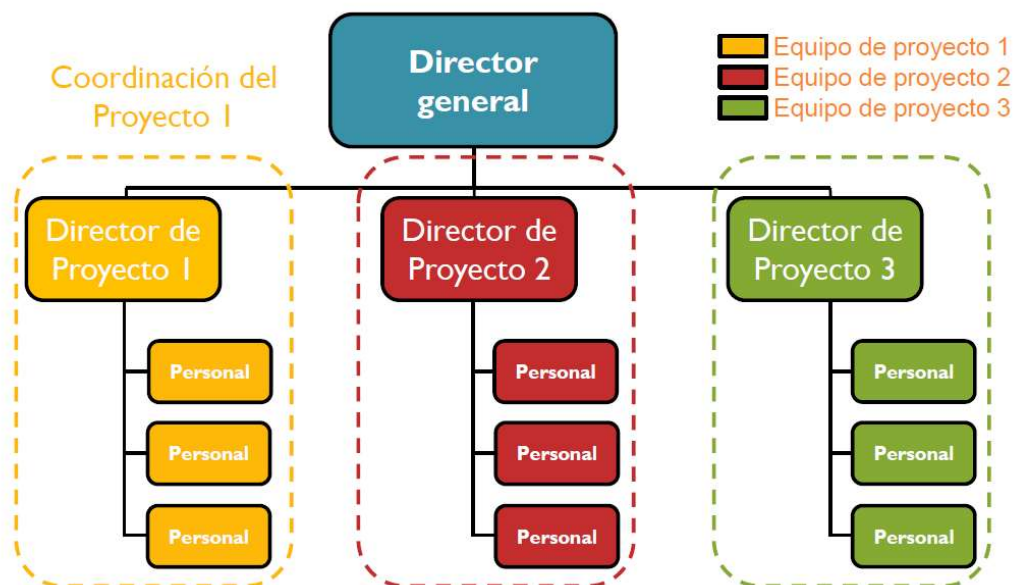
*Fuente: Gestión de Recursos Humanos. PMBOK [5]*

Sin embargo, esta estructura también tiene **inconvenientes**, en ocasiones los departamentos pueden encargarse exclusivamente de su función, olvidándose del conjunto y perdiendo así cualquier posible beneficio para la empresa derivado de la interacción entre las distintas partes.

Este tipo de estructura se caracteriza por un **MSC** bastante **pequeño**, lo que implica que el número de trabajadores directamente subordinados a un directivo es relativamente elevado.

- Estructura divisional u orientada a proyectos: esta estructura aparece cuando las empresas alcanzan un gran tamaño o bien se dedican a llevar proyectos de gran envergadura en distintos sectores o ámbitos.

Este modelo supone la creación de unidades organizativas que funcionan de manera más o menos independiente, lo que tendrá sus **ventajas**. De esta forma el director de la unidad o del proyecto tendrá mucha más autonomía y autoridad, dependiendo todos los miembros de la misma directamente de él. Esto permitirá a la empresa responder en alto grado a sus objetivos en distintos ámbitos y a las necesidades del cliente, al estar estrictamente dedicado a ello.



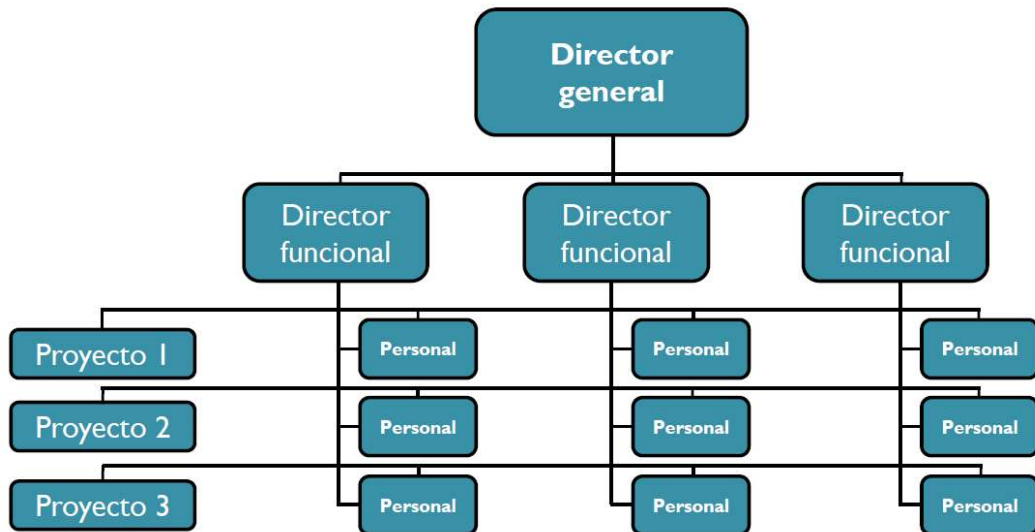
**Figura 4.7:** Estructura divisional

Fuente: Gestión de Recursos Humanos. PMBOK [5]

Igual que ocurre con el modelo anterior, también tenemos una serie de **inconvenientes** en este caso, como son: la posible pérdida de eficiencia global, la posible duplicidad de tareas y recursos, o la baja sinergia entre unidades que implican pocas oportunidades para compartir conocimientos y experiencias entre distintos equipos, lo que implica una pérdida importante de *know-how*.

En términos cuantitativos, el **MSC** para estos casos es bastante **elevado**, por norma general en la mayoría de las empresas los proyectos son de una envergadura inferior a todo un departamento funcional, por lo que el número de trabajadores directamente subordinados del director de proyecto será mucho menor.

- **Estructura matricial:** en este caso se combinan las dos estructuras anteriores por medio de una matriz en la que se crean equipos de proyectos o pertenecientes a distintas unidades de negocio que comparten los recursos de las unidades funcionales. De esta forma cada trabajador tiene la responsabilidad de contribuir al mismo tiempo al éxito de la empresa en general y de su unidad de negocio o proyecto en particular.



**Figura 4.8:** Estructura matricial

*Fuente: Gestión de Recursos Humanos. PMBOK [5]*

Este modelo se caracteriza por tener una mayor flexibilidad organizativa y un uso más eficiente de los recursos, aunque en ocasiones pueden surgir conflictos entre funciones y unidades, lo que podría ocasionar desavenencias entre directores de una unidad de negocio y responsables funcionales.

Debido a sus características es complicado establecer un nivel de **MSC** correspondiente con este tipo de estructuras, ya que éste dependerá de la forma en la que se organice la empresa. En función del nivel de autoridad podemos tener estructuras matriciales de tres tipos:

- Débil:** se establecen coordinadores del proyecto que están subordinados al director de la unidad funcional, quedando su autoridad muy limitada. Este tipo es el que presenta el mayor **MSC** de las tres opciones.
- Equilibrada:** en este caso se comparten responsabilidades entre el director de proyecto y el de la unidad funcional. En términos de **MSC** implica un valor menor al caso anterior.

- c) **Fuerte:** la mayor autoridad en lo relativo al proyecto o unidad de negocio para este caso reside únicamente en el director del propio proyecto. Esta es la opción que presenta el menor **MSC** de las tres, muy cercano a los valores correspondientes a una estructura funcional.

Al tratarse de un valor relativo, debe no solo analizarse en términos absolutos, sino que es necesario tener en cuenta las características de la empresa y de la actividad de negocio considerada antes de hacer nuestras valoraciones y tomar decisiones al respecto.



## 5. Gestión Financiera en el *Facility Management*

En términos generales, el *Facility Management* está enfocado a la parte técnica del mantenimiento, perdiéndose en ocasiones la oportunidad de mejora existente en el ámbito económico-financiero.

Se pueden encontrar fuentes de mejora de la rentabilidad en el proceso de obtención de la financiación necesaria para el desarrollo de una empresa. Antes de comenzar es necesario tener claros dos conceptos básicos, como son:

- **CapEx (*Capital expenditure*): presupuesto de inversión**

El CapEx incluye la inversión en la compra de un activo productivo o en la mejora de los ya existentes. Este presupuesto suele suponer en torno a un 25% del total, y se realiza para:

- Adquirir o mantener los derechos de propiedad sobre un determinado activo
- Solucionar problemas con activos ya existentes.
- Modificar un activo para su utilización en un determinado negocio.
- Restaurar un activo o adaptarlo a una nueva aplicación.

En la siguiente figura podemos ver como a la hora de realizar un proyecto, se incurre en una serie de costes de investigación, diseño, desarrollo, adquisición, construcción, etc., de los cuales se espera obtener una expectativa financiera o económica en un futuro.



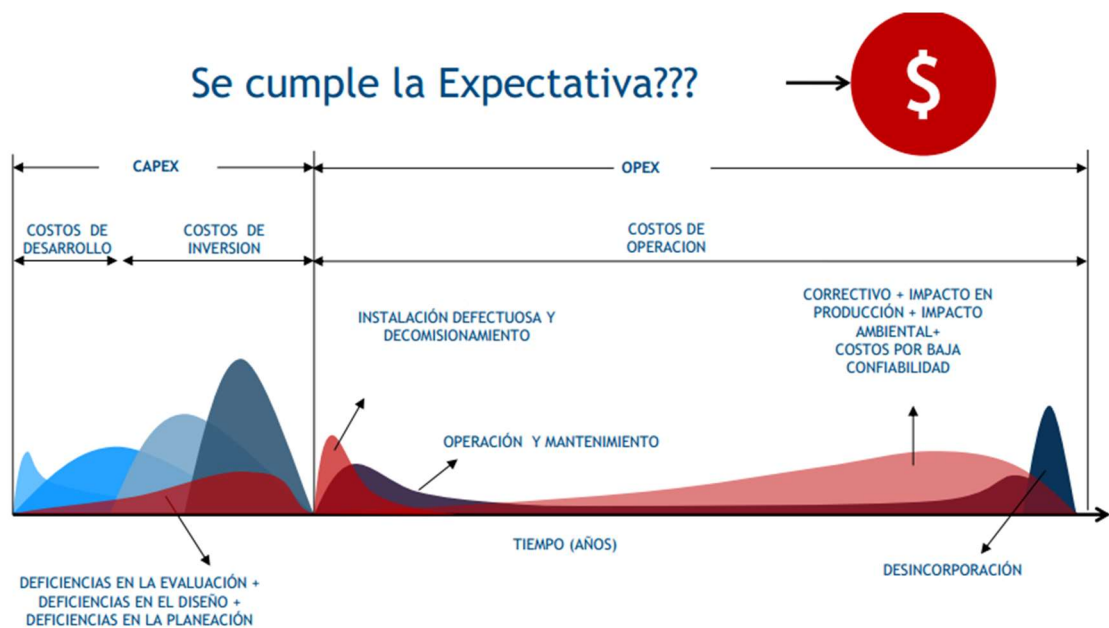
**Figura 5.1:** CapEx y expectativa financiera/económica

Fuente: *Gestión Económica y Financiera. PMBOK [5]*

- **OpEx (*Operations expenditure*):** presupuesto de explotación

El OpEx es un coste permanente que se genera a lo largo del ciclo de vida de un producto, negocio o sistema y que es fundamental para asegurar su funcionamiento. Los gastos de operación incluyen gastos propios del día a día, como son los que tienen que ver con gastos de contabilidad, derechos de licencia, mantenimiento y reparación, limpieza, publicidad, suministros, gastos de oficina, etc.

Suelen suponer en torno a un 75%, en contrapartida al 25% del CapEx, algo que en parte es debido al mayor periodo de tiempo en el que se prolonga, como podemos ver en esta figura.



**Figura 5.2:** OpEx y expectativa financiera/económica

Fuente: *Gestión Económica y Financiera. PMBOK [5]*

El *Facility Management* tiene como objetivo optimizar estos costes operacionales para conseguir aumentar así la rentabilidad de las inversiones realizadas.

A continuación, podemos ver las características principales comentadas de ambos presupuestos en la siguiente tabla resumen:

	CapEx	OpEx
<b>Definición</b>	Presupuesto invertido en la generación de beneficios futuros. Se incurre en un coste de capital cuando se gasta dinero en adquirir o mejorar activos productivos.	El presupuesto operacional hace referencia a los costes ordinarios en los que se incurre durante el desarrollo del negocio.
<b>También conocido como</b>	Presupuesto de capital, Gasto de capital, <i>Capital Expenditure</i> .	Presupuesto operacional, Gasto operacional, Presupuesto de ingresos.
<b>Tratamiento contable</b>	No se puede deducir íntegramente en el periodo en el que tienen lugar. Los activos tangibles sufren una depreciación y los intangibles una amortización.	Se pueden deducir completamente en el periodo en el que tienen lugar.
<b>En Real Estate</b>	Coste en el que se incurre al adquirir una propiedad.	Costes de mantenimiento y operación de la propiedad adquirida.
<b>Ejemplos</b>	Adquirir o renovar edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, patentes, etc.	Salarios, gastos de mantenimiento y reparación, <i>utilities</i> , alquileres, gastos administrativos, etc.

**Figura 5.3:** Comparativa resumen: CapEx y Opex

Fuente: *Elaboración propia*

De esta forma, el proceso de obtención de financiación mencionado suele ser el siguiente: inicialmente se crea un presupuesto de inversiones (CapEx), que es presentado al comité ejecutivo dirigido por el director de finanzas. Este comité evalúa y selecciona los proyectos que serán realizados en función de diversos factores. En estos factores o criterios se incluye la prioridad para la

empresa, según objetivos, cultura y valores, la perspectiva económica, el enfoque estratégico, etc.

Este análisis se realiza a través de herramientas financieras para calcular los riesgos, las rentabilidades, los beneficios, etc., siendo el máximo objetivo la búsqueda de la mayor rentabilidad posible. El problema del enfoque actual es que este análisis es realizado por expertos economistas que, a pesar de disponer de un muy importante conocimiento económico y financiero, pueden no disponer de un conocimiento más técnico del proyecto.

Por tanto, es fundamental la intervención de los profesionales dedicados al *Facility Management*, que aseguren una correcta interpretación del contenido técnico del proyecto, permitiendo así una mejor valoración y comprensión de los riesgos, la correcta determinación de beneficios directos e indirectos, la desviación de gastos de explotación tras la implantación, etc. El objetivo de esto es dotar al proyecto de un valor añadido real.

En el sector empresarial, un porcentaje elevado de los costes provienen del uso de espacios, el mantenimiento de los activos, el consumo de energías, el desgaste de infraestructuras, etc. Por ello, es necesario optimizar estos elementos de naturaleza técnica para conseguir aumentar el rendimiento económico.

Todo lo comentado nos lleva a plantearnos, qué herramientas fundamentales de análisis financiero existen y cuáles son las más apropiadas para cada caso. De esta forma, procedemos a desarrollar algunas de las existentes y analizaremos su contribución a la gestión de activos.

### 5.1. *Plazo de recuperación (Payback)*

El Plazo de Recuperación o Payback es el método existente más sencillo para valorar inversiones. Este método estático se define como el plazo que se tardará en recuperar el desembolso inicial efectuado, calculándose a través de la suma de los flujos de caja sin actualizar. Obviamente cuanto menor sea el valor del Payback, mejor será la inversión.

En el caso de que los flujos de caja fueran iguales cada año, la fórmula de cálculo será la siguiente:

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

$I_0$  = inversión inicial del proyecto

$F$  = valor de los flujos de caja (iguales cada año)

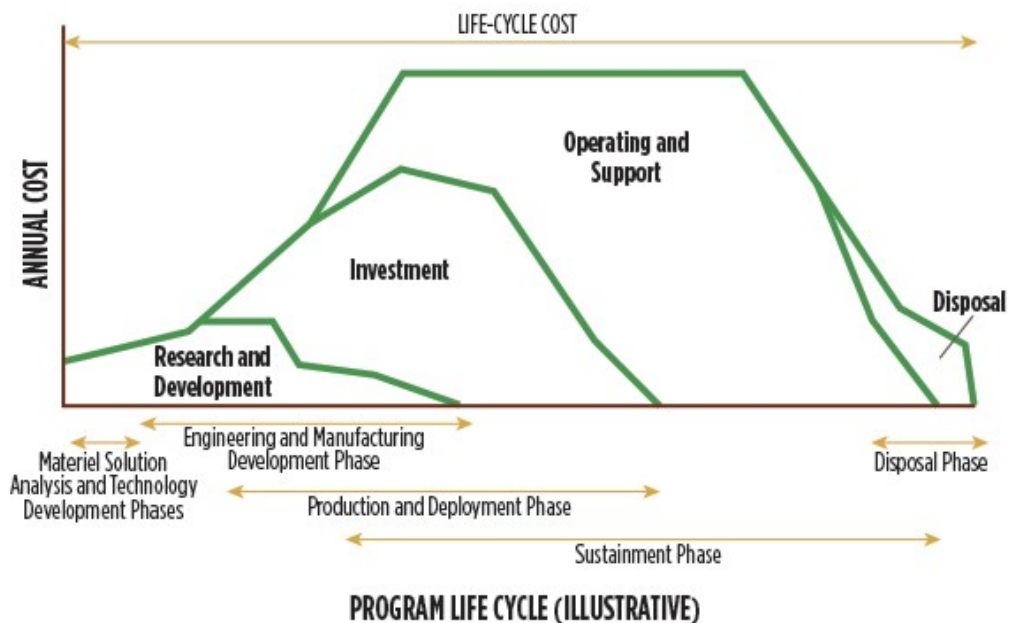
La principal ventaja de este método es su sencillez, permitiendo valorar inversiones rápidamente, sobretodo en casos en los cuales nos encontramos ante situaciones de elevada incertidumbre en los que nos interesa saber cuándo recuperaremos la inversión.

Sin embargo, el hecho de que sea tan sencilla, hace que presente numerosas limitaciones: no proporciona ningún tipo de medida de la rentabilidad, no tiene en cuenta beneficios o pérdidas que puedan surgir a posteriori del periodo de recuperación, no considera la temporalidad de los distintos flujos monetarios, etc.

Por todo esto, se suele emplear como apoyo a otros métodos más complejos y avanzados que veremos a continuación

## 5.2. Coste del ciclo de vida (*Life Cycle Costing, LCC*)

El coste de ciclo de vida (CCV) analiza la totalidad de costes que tienen lugar a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo. Estos costes incluyen desde el coste de adquisición, hasta los operativos y de mantenimiento que se van produciendo durante el periodo de explotación y final desmantelamiento. También se tienen en cuenta a la hora de realizar este análisis los impuestos, costes administrativos, subsidios, etc. En la siguiente figura podemos apreciar algunos de los componentes del total de coste del ciclo de vida:

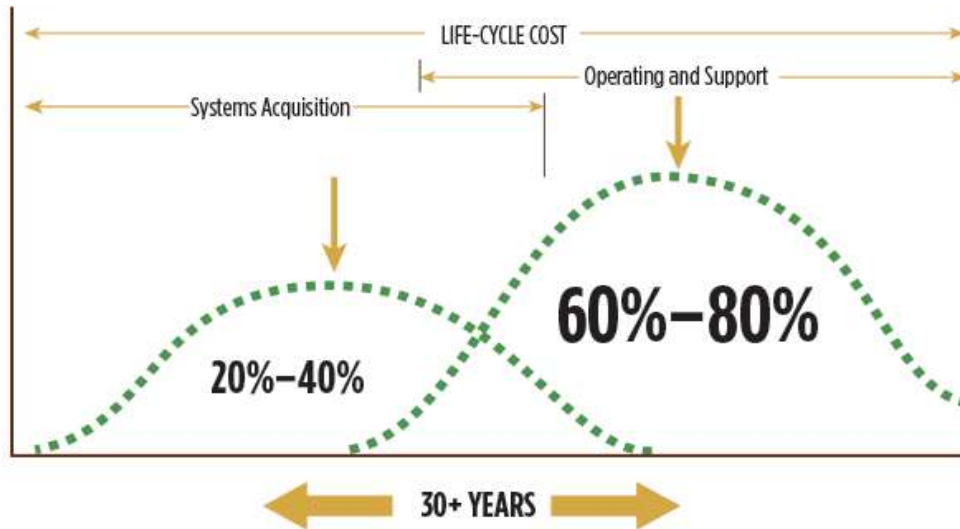


**Figura 5.4:** Componentes del LCC

*Fuente: Acquisitions Logistics Guide (3rd edition)*

La inversión inicial es importante pero solo constituye una parte de los costes totales relacionados con el activo y su explotación a largo plazo. A la hora de valorar un proyecto no solo se deben tener en cuenta desembolsos iniciales, ya que estos podrían compensarse de alguna manera con otro tipo de costes operativos o de mantenimiento.

Es más, atendiendo a la siguiente figura, podemos observar que los costes de operación y mantenimiento suelen ser en promedio mucho mayores que los de adquisición, encontrándose los primeros en torno al 60%-80% y los últimos en torno al 20%-40%.



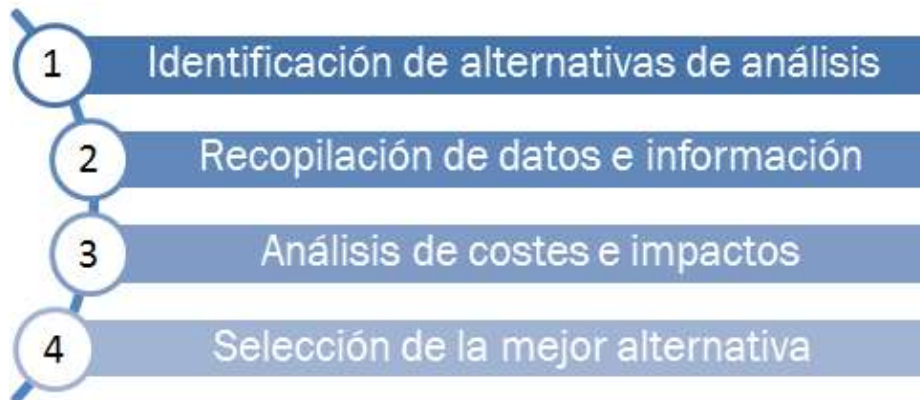
**Figura 5.5:** Proporción de los componentes del LCC  
Fuente: *Acquisitions Logistics Guide (3rd edition)*

Este suele ser un error recurrente a la hora de llevar a cabo una valoración efectiva de la viabilidad o rentabilidad de una inversión, el hecho de no tener en cuenta costes importantes que surgirán en un futuro y que son fundamentales para el funcionamiento del activo. Algunos de estos costes pueden ser:

- Coste de transporte.
- Coste de los equipos de emergencia necesarios para el funcionamiento del activo.
- Coste de equipos para la gestión y análisis de fallos.
- Coste de la no calidad.
- Coste de la probabilidad de accidente.
- Coste de la probabilidad de perjuicios medioambientales.
- Coste de duplicidades en el trabajo.
- Multas, tasas y sanciones por fallos del activo.



Para conseguir llevar a cabo un análisis del coste de ciclo de vida tenemos que atravesar las etapas contempladas en la siguiente figura:



**Figura 5.6:** Etapas del LCC

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.1. Identificación de alternativas de análisis

A la hora de analizar cualquier tipo de activo, tendremos que tener en cuenta las recomendaciones surgidas del análisis de incidentes, fallos y no conformidades.

La empresa debe establecer, implantar y actualizar procesos y procedimientos para el manejo y la investigación de fallos, incidentes y no conformidades asociados con los activos, los sistemas de activos y el sistema de gestión de activos. Estos procesos y procedimientos deben definir la responsabilidad y autoridad para:

- Mitigar** las consecuencias que surgen de un fallo, incidente o no conformidad.
- Investigar** fallos, incidentes y no conformidades para determinar sus causas raíces.
- Evaluar** la necesidad de acciones preventivas para evitar que ocurran fallos, incidentes y no conformidades.
- Comunicar** a las partes interesadas, cuando convenga, los resultados de las investigaciones y las acciones correctivas y/o preventivas identificadas

Las investigaciones deben ser ejecutadas dentro de una escala de tiempo coherente con las consecuencias reales o potenciales del fallo, incidente o no conformidad.



Antes de proceder a la identificación de las alternativas de análisis, es necesario definir claramente los términos que nos ocupan:

- **Fallo:** pérdida de la función principal u operatividad de un activo.
- **Incidente:** evento o suceso que no forma parte de la operativa estándar de un determinado activo y que causa, o puede ausar una interrupción del servicio o una reducción de la calidad.
- **No conformidad:** incumplimiento o desviación de lo previsto por un requisito.

Son numerosos los métodos existentes para investigar la naturaleza de estos fallos, incidentes y no conformidades, algunas de las cuales ya hemos analizado anteriormente en la gestión de riesgos. Algunas de estas son: Análisis de Criticidad, *Reliability Centred Maintenance* (RCM) [12], *Risk Based Inspection* (RBI) [13], Análisis Causa Raíz (RCA) [9], etc.

### 5.2.2. *Recopilación de datos e información*

Esta etapa como su propio nombre indica consiste en recopilar la información necesaria para poder conocer el funcionamiento de los activos que son objeto del análisis de ciclo de vida.

Los datos necesarios dependerán de las características de activo y el uso que se pretenda dar al mismo, aunque en líneas generales se buscarán los siguientes:

- Inversión y coste del capital.
- Valor de recuperación del activo.
- Depreciación del activo.
- Tasa de descuento.
- Vida útil original según diseño o fabricante.
- Costos inherentes: operación y mantenimiento.
- Costos relativos (por baja confiabilidad): número de ocurrencia por fallos anuales, precios de hidrocarburos, pronósticos de producción y cálculo de costes por fallos.
- Tasa de impuestos.
- Disponibilidad media.
- Tiempo total de funcionamiento.
- Tiempo empleado en el mantenimiento.
- Número esperado de fallos durante la vida útil.
- Tiempo medio hasta el primer fallo del sistema.
- Fiabilidad, mantenibilidad y expectativa de vida.

### 5.2.3. Análisis de costes e impactos

Además de la información recopilada hasta el momento, es fundamental el análisis económico para fundamentar el proceso de toma de decisiones. Existen diferentes herramientas para realizar dicho análisis, entre las que se encuentran el **VAN** (Valor Actual Neto), **TIR** (Tasa Interna de Rentabilidad) y el **CAUE** (Coste Actual Uniforme Equivalente), que procedemos a explicar a continuación.

#### - Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en valor absoluto, es decir, expresa la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas.

Análíticamente se expresa como la diferencia entre el desembolso inicial (no actualizado por generarse en el momento inicial) y el valor actualizado al mismo momento, de los cobros y los pagos futuros, a los que se denomina flujos de caja.

$$VAN = - \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n} = -A + \sum_{j=1}^n \left[ \frac{Q_j}{(1+k)^j} \right]$$

$k$  = tipo de descuento

$n$  = número de años (vida de la inversión)

$A$  = desembolso inicial

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  = flujos netos de caja de cada periodo

El VAN se emplea para determinar la viabilidad de las inversiones y para priorizarlas. Su interpretación es relativamente sencilla, son viables aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo, lo que implica que generan más cobros que pagos. Entre las inversiones con  $VAN > 0$  claramente interesa decantarse por los que nos ofrecen un valor mayor.

#### - Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

Se define la Tasa Interna de Rentabilidad como tipo descuento para el cual el VAN de una inversión es nulo. Es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir, en porcentaje.

Se calcula igualando la fórmula del VAN presentada a cero y despejando el tipo de descuento  $k$ , que será el TIR de la inversión. Igual que el VAN, la TIR sirve para determinar si una inversión es viable, que ocurre cuando ésta es superior a la rentabilidad que se exige a la inversión, y también se emplea en la priorización de las mismas, entre las que se escogerá aquellas con una TIR más elevada.

- Coste Actual Uniforme Equivalente (CAUE)

Este indicador es a menudo empleado en la evaluación de proyectos de inversión, que consiste en la actualización de todos los ingresos y desembolsos a una cantidad anual uniforme equivalente.

Se puede calcular de la siguiente manera:

$$CAUE = VAN * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

$i$  = tasa de interés

$n$  = número de periodos a evaluar

Se calcula el CAUE para cada año de vida y se elige el menor, de esta forma tenemos el año en el que se debe reemplazar el activo desde un punto de vista económico. Es decir, este año de menor CAUE determina la vida económica del activo.

#### **5.2.4. Selección de la mejor alternativa**

Finalmente, y tras tener en cuenta todos los condicionantes de las diferentes opciones estudiadas, se escoge aquella con el mejor rendimiento, el menor coste y la mayor expectativa.

### 5.3. Retorno de la inversión (*Return on Investment, ROI*)

El retorno de la inversión o rentabilidad nos compara el beneficio obtenido en relación a la inversión realizada, ofreciéndonos una idea del rendimiento que tiene la empresa desde el punto de vista financiero.

En función de las características del negocio o de la empresa, se contempla la posibilidad de considerar diferentes tipos de beneficios en el proceso de cálculo, como el BAI (Beneficio Antes de Impuestos), el BAI<sub>I</sub> (Beneficios antes de Intereses), etc.

$$ROI = \frac{\text{Utilidad neta o Ganancia}}{\text{Inversión}} \times 100$$

Para justificar la necesidad y ventajas de llevar a cabo la implantación de técnicas de *Facility Management*, vamos a recurrir a un estudio hipotético basado en técnicas de *benchmarking* que nos dará una idea aproximada de cómo se ve afectado positivamente el ROI.

Partiendo de una empresa ficticia a la que suponemos las siguientes características objeto de estudio:

- Número de puestos de trabajo (PT): 40.000
- Localización de inmuebles: 80% Madrid y 20% resto de España
- Régimen de ocupación: alquiler

Además de los siguientes datos de carácter inmobiliario:

Superficie media dedicada a un PT	18,9 m <sup>2</sup>
Precio alquiler Madrid	27 €/m <sup>2</sup>
Precio alquiler Resto	15 €/m <sup>2</sup>
Precio medio ponderado	31,4 €/m <sup>2</sup>
Madrid: 80%	Resto: 20%

De acuerdo a lo comentado, podemos calcular un total de 1.256.000 m<sup>2</sup> de área alquilable en función de los puestos de trabajo (40.000 PT x 31,4 m<sup>2</sup> de media por PT).

De esta forma podemos calcular el total de coste de alquiler mensual y extrapolarlo a doce meses para obtener el anual:

- COSTE TOTAL ALQUILER/AÑO = 370.771.200 € / AÑO

Los beneficios de la implantación del Facility Management no sólo se limitan al ámbito inmobiliario, sino que también se pueden obtener importantes ahorros en costes operativos o de mantenimiento, que procedemos a calcular a continuación.

Tenemos los siguientes datos extraídos del benchmarking de SEFM (Sociedad Española de Facility Management), que han sido actualizados de acuerdo al incremento del IPC:

Coste promedio MANTENIMIENTO	39,2 €/m <sup>2</sup>
Coste promedio LIMPIEZA	27,7 €/m <sup>2</sup>
Coste promedio SUMINISTROS	27,6 €/m <sup>2</sup>
Coste promedio VIGILANCIA	41,6 €/m <sup>2</sup>
Coste promedio GASTOS COMUNES	66 €/m <sup>2</sup>

Por tanto, realizando los cálculos pertinentes podemos llegar a los siguientes resultados:

Gasto anual medio estimado ALQUILER / m <sup>2</sup>	295,2 €/m <sup>2</sup>
Gasto anual medio estimado EXPLOTACIÓN / m <sup>2</sup>	202,2 €/m <sup>2</sup>
Total Gasto anual medio estimado	497,2 €/m <sup>2</sup>
Promedio m <sup>2</sup> estimados por PT	31,4 m <sup>2</sup> /PT
Total Coste medio anual estimado por PT	295,2 €/PT
<b>COSTE ANUAL TOTAL ESTIMADO</b>	<b>624.480.000 €</b>

Partiendo del análisis y estudio de experiencias de proyectos anteriores basados en Facility Management, podemos determinar un porcentaje de ahorro entre el 5% y el 20%, por lo que estimando una media del 12,5% de ahorro tendríamos:

- Ahorro anual: 78.060.000 €

Este sencillo estudio paramétrico nos demuestra que es posible alcanzar niveles de ahorro considerables que afectarán positivamente al ROI de la empresa. Para ello es imprescindible que se incorporen al proyecto las políticas y herramientas más adecuadas en función de las características del mismo. Así lograremos optimizar globalmente nuestros recursos, inmuebles y patrimonio de acuerdo a nuestras necesidades particulares, proporcionándonos la información necesaria para un proceso de toma de decisiones exitoso.

### 5.4. Coste basado en actividades (Activity Based Costing, ABC)

Una empresa para llevar a cabo su proceso productivo necesita llevar a cabo una serie de actividades que consumen recursos, con el objetivo de obtener bienes y servicios. Tradicionalmente se procede a estimar el coste de las diferentes actividades para a continuación asignarlas a las diferentes fuentes de coste a los que va destinado el resultado de dichas actividades.

El modelo de cálculo de costes es fundamental para una empresa, ya que estos son los que acabarán determinando la viabilidad del negocio, determinando el grado de productividad y eficacia de los recursos. A la hora de elegir el modelo adecuado para nuestra empresa debemos fijarnos en la cadena de valor de la empresa, procediendo a distribuir los costes de la manera menos arbitraria posible.

El Activity Based Costing no plantea un modelo de cálculo tradicional, sino que constituye una herramienta fundamental de análisis estratégico, tanto para la organización empresarial como para la adquisición y explotación de activos.



**Figura 5.7:** ABC vs Métodos tradicionales

*Fuente: Elaboración propia*

El ABC en lugar de asignar los costes indirectos a los activos o productos, lo hace a las actividades que se realizan para producir dichos productos, permitiendo una mayor exactitud a la hora de asignar los costes.

Según todo lo comentado, una vez decidido emplear un sistema de contabilización de costes ABC, se tiene que poner el énfasis en las actividades, resaltando lo siguiente:

1. Significar la necesidad de control de las actividades en vez de los recursos.
2. Intentar satisfacer la totalidad de los requerimientos que imponga el cliente, que será el encargado de determinar qué actividades debemos realizar,
3. Analizar las actividades como partes integrantes del proceso de negocio, no de forma aislada.
4. Eliminar aquellas actividades que no aporten valor a la organización.
5. Enmarcar la totalidad de las actividades en un plan de actuación global.
6. Mantener un objetivo de mejora permanente en el desarrollo de las actividades, buscando constantemente mejorar su desempeño.

Para llevar a cabo un análisis ABC es importante tener claro el concepto de actividad, que puede definirse como un conjunto de acciones o tareas que generan costes, orientadas a la obtención de un producto destinado a satisfacer las necesidades de los clientes. Además, podemos clasificar las actividades según lo previsto en la siguiente figura:



**Figura 5.8:** Clasificación de las actividades según ABC

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez identificadas y definidas las actividades, tendremos que definir los posibles factores de imputación de costes, a través de los cuales podemos

medir cómo se incurre en el coste, permitiendo la incorporación de los costes de las actividades al coste de los activos.



### **5.5. Coste total de propiedad (*Total Cost of Ownership*)**

Podríamos definir el TCO como un modelo empleado para optimizar el proceso de análisis de costes y beneficios asociados a la adquisición, desarrollo y explotación de activos. Por tanto, supone una importante ayuda a la hora de evaluar los costes directos e indirectos relacionados con cualquier activo de capital.

Desde un punto de vista ideal, lo que pretende el TCO es ofrecer un coste que además de considerar el precio de adquisición de un activo, incluyera los relacionados con el uso y mantenimiento del mismo, como los costes de capacitación y formación, costes asociados con fallos y no conformidades, gastos en energía, desarrollo, control de calidad, reparaciones, etc.



## 6. Conclusiones

En la actualidad sigue existiendo un gran desconocimiento sobre el manejo y gestión de activos físicos que suponen un elevado porcentaje del total de activos propiedad de una empresa. Tener una información correcta y completa del funcionamiento de estos activos, se podrán elaborar estrategias, políticas y planes de gestión en función de las necesidades propias de la empresa tanto a corto como a largo plazo.

Para llevar a cabo una adecuada gestión de los activos físicos de una compañía, es necesario identificar y contar con la mayor información posible de todos ellos, disponiendo de descripción, estado, ubicación física, valor, vida útil, depreciación, etc. Toda esta información se empleará para desarrollar un Sistema de Gestión de Activos, que se deberá articular según lo previsto en el trabajo: estructuras, roles y responsabilidades, gestión de la subcontratación, formación, prevención y competencias, gestión de la comunicación, gestión de riesgos, requisitos legales, estatutarios y otros, etc.

La correcta aplicación de este sistema de gestión según los estándares de especificaciones como la PAS 55:2008 o de normas internacionales de calidad como la ISO 55000:2014, permitirá a la empresa optimizar el ciclo de vida de sus activos para ofrecer un mayor rendimiento de los mismos de una manera segura, socialmente beneficiosa y ambientalmente responsable. Así, el principal objetivo es la combinación óptima de costes, riesgos relacionados con los activos, el rendimiento y la situación de los activos y sistemas de activos a través de todo el ciclo de vida.

La probada importancia desde el punto de vista económico y financiero de este tipo de gestión provocó la aparición del *Facility Management*, disciplina encargada de gestionar los edificios y sus servicios asociados, componente fundamental de la totalidad de activos de las empresas.

El cambiante entorno económico actual hace necesaria la implementación de nuevas tendencias y prácticas, siendo recurrente el ahorro de costes en un foco tan importante como la gestión de edificios. Los beneficios de aplicar técnicas de *Facility Management* son numerosos, entre ellos encontramos la mejora de la comunicación, el aprovechamiento de sinergias, la simplificación de estructuras de roles y responsabilidades, la disminución de conflictos, la integración y coordinación de todos los servicios, etc.

Es fundamental caracterizar de forma cuantitativa los beneficios del *Facility Management*, para ello una parte importante de este trabajo consiste en el desarrollo de una serie de indicadores que nos permitirán no sólo evaluar los

resultados, sino tener la información suficiente para poder tomar decisiones desde el punto de vista estratégico. Estos indicadores abarcan distintos ámbitos de estudio con objeto de suponer un conjunto de herramientas completo que incluye: desarrollo de activos, gestión del desempeño, mantenimiento y organización y gestión.

## Bibliografía

- [1] Organización Internacional de Normalización. Norma de Calidad ISO 55000:2014
- [2] Publicly Available Specification number 55. British Standard Institution. PAS 55:2008
- [3] Sistemas OEE: Technology to improve. Cálculo del *Overall Equipment Effectiveness*. Disponible en:  
<http://www.sistemasoe.com/oe/para-principiantes/98-calcul-oe>
- [4] Boletín Digital IFMA España. Disponible en:  
<http://ifma-spain.org/boletin-digital/>
- [5] Dirección de proyectos. 4º Grado de Ingeniería en Organización Industrial.
- [6] Asociación Española para la Calidad, AEC. Metodología HAZOP. Disponible en:  
<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/hazop>
- [7] NTP 679: Análisis Modal de Fallos y Efectos. AMFE. Disponible en:  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_679.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf)
- [8] Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. Disponible en: [http://web.imiq.org/attachments/345\\_15-26.pdf](http://web.imiq.org/attachments/345_15-26.pdf)
- [9] Metodología de Análisis Causa-Raíz. Instrumento para la búsqueda e implementación de soluciones. Disponible en:  
[http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_SCO\\_Analisis\\_Causa\\_Raiz.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Causa_Raiz.pdf)
- [10] NTP 328: Análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos. Disponible en:  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_328.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_328.pdf)
- [11] NTP 333: Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del “Árbol de fallos y errores”. Disponible en:  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_333.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_333.pdf)
- [12] *Reliability Centred Maintenance*. Disponible en:  
[http://www.mainsaver.com/pdf/Reliability\\_Centered\\_Maintenance\\_White\\_Paper.pdf](http://www.mainsaver.com/pdf/Reliability_Centered_Maintenance_White_Paper.pdf)
- [13] American Petroleum Institute, *API RP 581 Risk-Based Inspection Technology 2nd ed., Washington, D.C.: American Petroleum Institute, 2008*.
- [14] Organización Internacional de Normalización. Norma de calidad ISO 9001.
- [15] IFMA España (International Facility Management Association)
- [16] SEFM (Sociedad Española de Facility Management)

- [17] Integrating Infraestructure and Clinical Management in PPPs for Health Care
- [18] Public Private Partnerships in Infraestructure Resource Center  
<http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/es/asociaciones-publico-privadas/acuerdos>
- [19] “Outsourcing and Offshoring in the 21st Century: A Socio-Economic Perspective”. H. Kehal
- [20] Building renovation decision support model. Proceedings of the 5<sup>th</sup> international conference on computing in civil and building engineering, ANAHEIM, Ca, USA, 1547-54
- [21] Mailvaganam, N.P. and Alexander, Y.: Procedural sequence in the Repair of Buildings. Journal of Thermal Envelope and Building Science, 23 (4), 349-61, 2000.
- [22] Shen Q.P: and LO K.K.: Priority Setting Maintenance Management – An Analytic Approach, The Hong Kong Polytechnic University, 1999.
- [23] Spedding, A., Holmes, R. and Shen, Q.P.: Priority planned maintenance in county authorities. International Conference on Planned Maintenance Rehabilitation, Reliability and Quality Assurance, Cambridge, UK, 6-7 April, 172-8, 1995.
- [24] Shen Q.P. and Spedding, A.: Priority setting in planned maintenance – practical issues in using the multi-attribute approach. Building Research and Information, 26(3), 169-80, 1998.
- [25] Caccavelli, D. and Genre, J.L: Diagnosis of degradation state of building and cost evaluation of induced refurbishment works. Energy-and-Buildings, 31(2), 159-65, 200.
- [26] McDougall, G. and Hinks, J.: Exploring the issues for performance assessment in Facilities Management Proceedings of the International Symposium on Facilities Management and Maintenance, Brisbane, Australia, 251-9, 2000.
- [27] O’Shea, T., Then, D.S. and Tucker, S.N.: The development of a property standard index – Queensland Department of Housing. Proceedings of the CIBW70 International Symposium on Facilities Management and Maintenance, Brisbane, Australia, 49-55, 2000.
- [28] Lavy, S: and Shohet, I.M.: Integrated maintenance of hospital buildings: a case study.
- [29] Dirección de operaciones. 4º Grado de Ingeniería en Organización Industrial
- [30] Moreira J.: Shopping Centres Maintenance Management Performance