

## *Empresa 4.0 y la integración de servicios de acuerdo con las directrices de ISO 55001 y la Gestión de Activos en el Ciclo de Vida (I) (entrega 2)*

*Adolfo Sanz Izquierdo*

*CEO EDC Partners*

*Ingeniero Naval, MBA, DEA Organización de empresas, vicepresidente Ashrae Spain Chapter*

*adolfo.sanz@grupoedc.net*

*Este artículo, se realiza en dos entregas, en la primer de ellas se revisa el IoT y el paradigma Industria 4.0, en la segunda entrega se analiza su aplicación a la Gestión de Activos Físicos siguiendo los requerimientos de la norma ISO 55001. (entrega 2)*

### **Introducción**

Desde finales del siglo XVIII la sociedad se ha visto sometida a lo que hemos denominado revolución industrial, con cuatro fases definidas con claridad, cada una de ellas, por si misma, es una revolución dentro de la revolución y, pronto estaremos en una quinta

Es sencillo explicar cada una de las fases de la revolución industrial en base a los avances tecnológicos que se han alcanzado en cada una ellas esta sencillez, oculta otros aspectos, si cabe más importantes, en relación con su impacto en la sociedad, no solo, en cada fase se han desarrollado grandes avances tecnológicos, también, se han producido cambios muy importantes en los modelos de relación de la sociedad lo que ha supuesto una gran transformación social.

Cuando en 1760 Adam Smith publica su trabajo La Riqueza de las Naciones, apunta dos premisas muy claras:

- “Si queremos ser más ricos, tenemos que producir más.”
- “La riqueza de las naciones está basada en las personas que la componen”

La primera de las premisas es de general aceptación, la segunda, menos conocida, nos indica claramente que las personas y su formación inciden, de forma directa, en la riqueza de las naciones.

Hoy, estamos preparando la quinta revolución industria y, nadie duda que las velocidades de cambio se producen en ventanas temporales cada vez más cortos. Este artículo pretende extender el paradigma Industria 4.0 a la gestión de activos físicos del sector terciario.

Al igual que el concepto Industria 4.0 pretende mejorar la flexibilidad de manufacturación en aspectos como customización masiva, mejor calidad e incremento de la productividad. El reto es ¿podemos trasladarlo a los servicios?

## ¿Como puede industria 4.0 ser útil a un modelo de gestión de activos según ISO 55001?

*“Un activo es algo que posee valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero” (ISO 55000)*

La norma ISO 55000 identifica los factores a considerar cuando se desarrolla un Plan de Gestión de Activos, estos factores son:

- *“Naturaleza y propósito de la organización;*
- *Contexto operacional de la organización*
- *Las Restricciones financieras y requisitos reglamentarios; que deba de cumplir*
- *Las necesidades y expectativas de la organización y sus partes interesadas”.*

Las actividades de operación y mantenimiento (O&M) de un edificio, comprenden los servicios a entregar en él; entre ellos, las actividades de mantenimiento que aplicar. son una parte importante de ellos. Todas las actividades de servicios y mantenimiento que se desarrollen estarán diseñadas de manera específica para el activo y para la función de dos parámetros clave: i) la/s función/es a que se destina el uso del edificio y ii) el desempeño que se requiere del activo para que las personas y equipos que lo usan, pueda desarrollar su tarea de forma cómoda, segura y sin interrupciones.

Es posible generar un modelo de Gestión de Activos Físicos, siguiendo las directrices de ISO 55000, 1, 2, apoyado en las TIC, de manera que sea un modelo de buen gobierno y transparencia para las actividades de O&M del activo.

El modelo, puede aportar beneficios en diversas áreas de la organización, sin ánimo de ser exhaustivos, entre ellos, destacamos:



Figura 2: Las siete direcciones ISO 55001 (Fuente ISO 55001)

La implementación de un modelo de gestión para la operación y mantenimiento del edificio (O&M) requiere desarrollar una estructura que responda a los retos que debe de afrontar ahora y en el futuro., si desarrollamos un modelo de gestión siguiendo las indicaciones de ISO 55001, se deben de desarrollar las siete direcciones que, la norma establece. y que aparecen identificados en la figura 2.

### Area financiera

- Gestión de Riesgos efectiva y eficiente que reduce las pérdidas financieras
- Desempeño financiero, se preserve el valor de los activos sin comprometer los objetivos de la organización. y se pueden obtener reducciones en las primas de seguro.
- Toma de decisiones en el/los activos, basada en información y con un balance adecuado de costos, riesgos, oportunidades y desempeños
- Planificación de inversiones a medio y largo plazo

### Area de desempeño de los activos (Medida del desempeño)

- A través de la revisión y mejora continua de los procesos, los procedimientos, el desempeño del activo se mejora, de forma continua, para alcanzar los objetivos de la

organización que permiten obtener mejoras de la eficiencia y de la eficacia del modelo.

- Derivado del punto anterior, se pueden alcanzar mejoras en los resultados y los servicios que superen las expectativas de las partes interesadas, entre las cuales, se encuentran los clientes

#### **Area de cumplimiento de los requisitos aplicables. Compliance**

- Toda organización debe de cumplir con una serie de requisitos que pueden ser encuadrados en uno de los siguientes grupos: legales, estatutarios, regulatorios y voluntarios.
- La adopción de un Sistema de Gestión de Activos facilita la demostración de su cumplimiento y da como resultado una mejora en la reputación de la organización que, alcanza a los Stakeholders, los clientes están más satisfechos y se genera un flujo de confianza debida a la transparencia exhibida.

#### **Area Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y sostenibilidad**

- RSC es un claro exponente del área de cumplimiento, y la demostración del compromiso de la organización con la conservación de recursos y sus acciones para, entre otras, reducir emisiones que afecten al cambio climático.
- RSC, exhibe el compromiso de la organización con la sociedad y demuestra como esta desarrolla su comportamiento ético. en las prácticas de gestión del negocio.
- La demostración de una gestión eficaz de los efectos que a corto y largo plazo desarrolla la organización, contribuye mejor su sostenibilidad y del desempeño de sus operaciones.

#### **Sobre el diseño de la Operación y el Mantenimiento (O&M)**

El disponer de un modelo de toma de datos y registro de actividades que garantice la trazabilidad de estas, aporta valiosa información que servirá no solo para monitorizar y controlar los elementos sujetos a mantenimiento y que este se ha realizado de forma adecuada y en tiempo, reduciendo los mantenimientos demorados, también será una herramienta útil para la planificación estratégica y la toma de decisiones que ello implica.

#### **Industria 4.0 y los modelos de O&M: ¿Qué es el mantenimiento y por qué se realiza?**

El diccionario de Real Academia Española define el mantenimiento como:

*“Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industria etc, puedan seguir funcionando adecuadamente”*

Esto implicaría que el mantenimiento debería ser las acciones tomadas para evitar que un dispositivo o alguno de sus componentes falle o para reparar el equipo por causa de la degradación normal producida con el funcionamiento del elemento y, mantenerlo en buen estado de funcionamiento.

Establezcamos, en primer lugar, que entendemos por Operación y Mantenimiento siguiendo el manual de mejores prácticas de FEMP que nos explica que las mejores prácticas son las

decisiones y acciones relacionadas con el control y el mantenimiento de la propiedad y de su equipamiento. Sin intención de ser exhaustivos, incluyen:

- Acciones para definir la programación de las actividades a realizar
- Definición e implementación de procedimientos y su control
- Acciones destinadas a optimización de trabajos
- Acciones destinadas a optimización de sistemas ;
- Realización de rutinas de ajuste y comprobación
- Acciones preventivas sobre las instalaciones
- Acciones predictivas sobre las instalaciones programadas o no con intención de evitar el fallo de un equipo o de disminuir su tasa de aparición ganando, de esta forma, en eficiencia fiabilidad y seguridad.

La eficiencia operativa en el ciclo de vida en que un activo está siendo usado por una organización, se alcanza a través de la combinación rentable de métodos preventivos, predictivos y tecnologías de mantenimiento centradas en la confiabilidad, junto con la calibración, seguimiento y capacidades de administración de mantenimiento computarizadas.

La estructura integrada de O&M que se representa en la figura de la derecha, establece un marco completo con todos los elementos que requiere ISO 55001,

El modelo integrado, tiene un área de Administración como garante de la custodia de la documentación que se desarrolla en los otros ejes de la estructura integradas.

La ingeniería de soporte genera actividades a implementar para conservar el valor del activo, forma a los empleados, en la operación la implementa en el sistema, la mantiene e introduce cambios si necesario, usando la técnica PDCA (Círculo de Deming)



Figura 2 Desarrollo de una estructura integrada de O&M

El enfoque de gestión de activos basado en el Ciclo de Vida, no se limita a definir cuando se requiere reemplazar un elemento de la construcción, el enfoque es la adopción de un modelo sistemático de actuación a través de cual podemos balancear, durante toda la vida útil del activo, los costes debidos al mantenimiento, la operación y el reemplazamiento de elementos.

Es frecuente que se busque la minimización del capital para crear el activo, ello supone que no se tendrán en consideración los costes que debe afrontar el activo en su ciclo de vida, esto hace que se desarrollen proyectos que son inviables por la magnitud que alcanzan, a medio y a largo plazo, los costes no evaluados.

*El análisis de costes en el Ciclo de Vida de un activo proporciona una herramienta potente para la realización de las previsiones financieras a corto y largo plazo, estas serán tanto más ajustadas en función del grado de eficiencia que se haya alcanzado durante la etapa de diseño.*

Industria 4.0 aplicada a los servicios supone, para los fabricantes y los integradores el reto de aceptar la inclusión de los elementos necesarios, en general sensores, que, permitan que, través del uso de las TIC, con tecnologías inalámbricas, se puedan monitorizar y controlar los procesos de entrega de servicios y el desempeño de los sistemas y elementos mecánicos

de una manera sencilla y constante que, ayude a extender los límites del ciclo de vida de cada uno de ellos.

Con todo ello, la organización dispone de una potente herramienta con que hacer frente a los cambios que puedan darse, tanto planificados, como los inesperados; con independencia de si estos cambios son temporales o permanentes, y sin que ello suponga un cambio en el funcionamiento previsto de los activos o de sus partes, que obliguen al sistema a adaptarse, de forma automática o manual y, en tiempo real, a las nuevas demandas.

La adaptación manual aludida, supone que:

- Debe haber alguien con la autoridad suficiente para autorizar los cambios en los parámetros para afrontar los cambios acaecidos y no interferir en los usos del activo. Esto nos lleva a definir la matriz de roles y responsabilidades que requiere ISO 55001 a la que se recomienda anexar una matriz de autoridades. en adelante, nos referiremos a ella como (R&R+A)
- Los operadores del sistema deben de reunir los conocimientos y habilidades necesarios en primer lugar para interpretar que está sucediendo e informar acerca de qué actuaciones se pueden realizar para la adaptación a la nueva situación.

En este punto, hay dos aspectos a destacar:

- las políticas de la organización para la realización de actividades proactivas de formación, que permitan a los operadores del sistema decidir si, se ha producido un cambio inesperado.
- Informar de ellos de acuerdo con lo establecido en (R&R+A)  
El informe debe incluir una descripción sucinta del evento, de las alternativas disponibles para su solución y cuanto tardaran en solucionarse y que alternativa se propone y por qué adoptar esta recomendación.

### **Sobre la toma de datos y la generación de información útil para la toma de decisiones.**

Para poder tener la oportunidad de tomar las mejores decisiones relativas a la operación del edificio, se requiere que existan en sistemas de medición y control de aquellos parámetros que afecten al funcionamiento eficiente y eficaz del activo. Esto supone que además de los sensores de los equipos que, en general, ofrecerán información específica interna del elemento; se requiere obtener otras informaciones relevantes que, por su propia naturaleza debe ser obtenida de otra forma.

La instalación de contadores eléctricos, de agua y otros debe ser acometida en función de las necesidades de operación y en aquellos puntos que nos permitan optimizar el funcionamiento del activo y usar protocolos estandarizados de operaciones y mantenimiento (O&M) y de medición y verificación (M&V).

Las acciones encaminadas a la gestión de la energía podemos agruparlas medidas para mejorar el uso de las energías y medida para la conservación de la energía.

Lo normal es que sean efectivas aunque las inversiones de capital (CAPEX), para acometerlas, no debe presuponerse que sea la solución más rentable. En un hipotético caso, en el que se desarrollen medidas para mejorar la eficiencia energética y estas se mejoran en un 20% sobre los valores actuales, lo que es un ahorro notable. pueden ser una mala solución si produce

un cambio en el comportamiento de los empleados que reduzca su productividad, y esto, puede suponer una cantidad muy superior al ahorro cuando cuantificamos su valor económico.

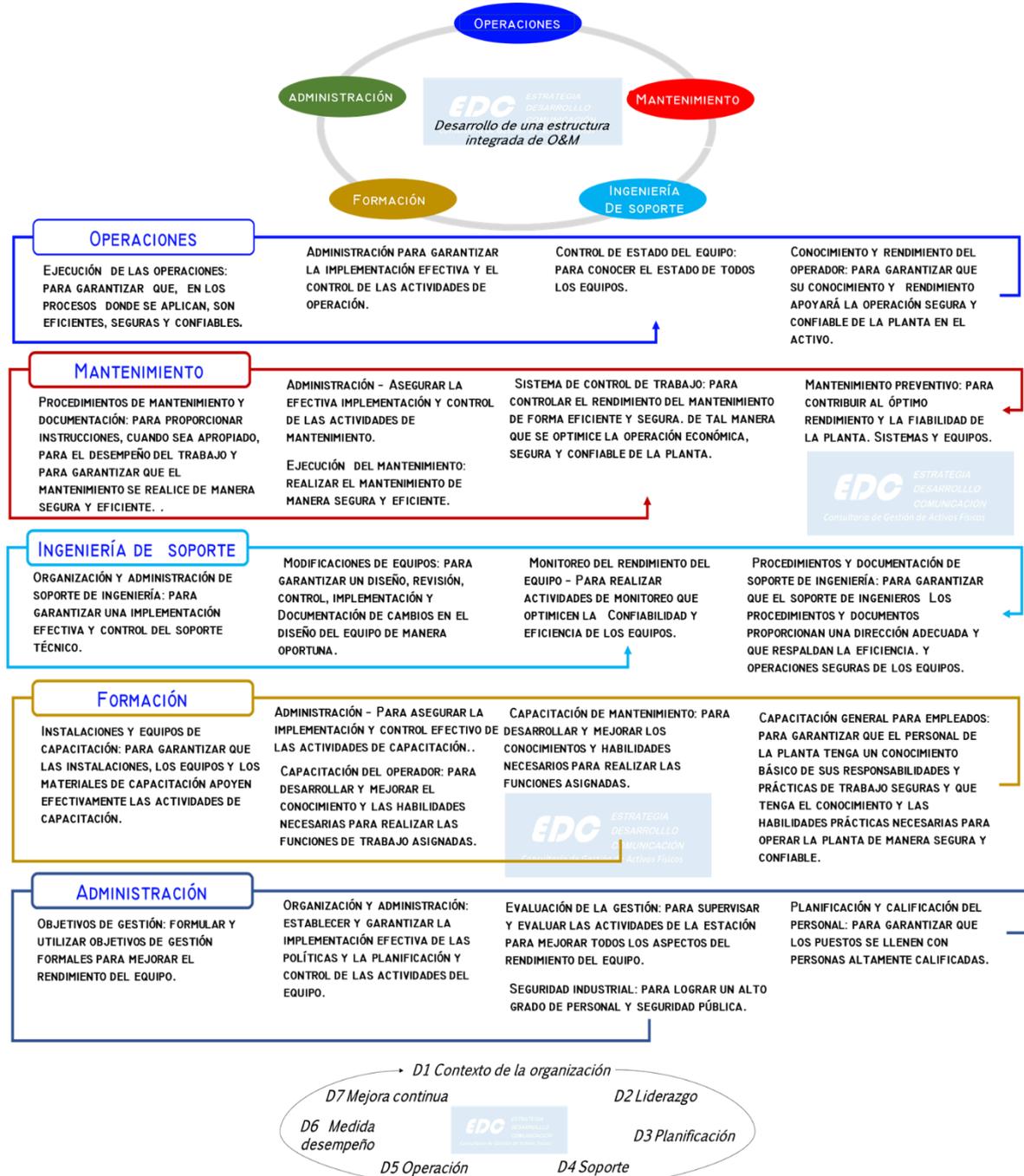


Figura 4: Las dimensiones del Sistema de Gestión de Activos y la estructura de gestión integrada

### Cambios en la cadena de suministro y puesta en valor de activos intangibles. La co-creación de valor cliente - proveedor

La integración vertical y horizontal de las cadenas de suministro se facilitará mediante el aumento de la conectividad digital y se impulsan los procesos de concreción de valor.

El análisis de la cadena de valor nos ayudará en el reto de producir valor a partir de los elementos intangibles que la componen [1], [2]

Un servicio se produce cuando una compañía usa sus conocimientos y habilidades en beneficio de otros [37], [38], podemos realizar productos a medida del cliente (customizados) o creados en colaboración con el cliente (concreción) [25] y de aquí el paso siguiente es el suministro de soluciones integrales. A través de compañías las de integración vertical y los integradores de sistemas [8]. Los clientes pagaran por comprar un paquete que le garantizan operaciones sin problemas [8]. Las compañías solo se pueden diferenciar en sus ofertas aportando ventajas inimitables pasamos de una lógica centrada en el producto (GDL) a una lógica centrada en los servicios SDL [31], [32], [33], [34], [35]

Desde su perspectiva, el cliente considera que obtiene algo mediante la compra y uso de productos o servicios de una compañía, y esto es lo que denominamos valor para el cliente. Cuando una compañía crea un mayor valor añadido que sus competidores tiene una ventaja competitiva [30], y [36] de esta forma los clientes pasan a ser una fuente de ventajas competitivas. El cliente decide el valor que le produce un producto o servicio pretendemos evolucionar de una oferta de intercambio a una oferta de valor [7] para ello, comprometemos al cliente en el para el desarrollo de nuevos productos y servicios, y utilizando aproximaciones sucesivas. Para crear el modelo de valor [5]. No es fácil evolucionar de una economía de productos a una de servicios [25] y pueden surgir conflictos en la organización. Una clara definición de los mercados y los objetivos ayudará a evitar errores y facilitará el proceso de cambio. que de forma inevitable, se producirá.

En base a las dimensiones del gráfico 2, la nueva situación ha producido un cambio que afecta al contexto de la organización y, por ello, se debe evaluar su incidencia en el sistema de gestión de activos y, en todas las dimensiones que le afecte. Además, para poner en valor los intangible ,tenemos que ir más allá e identificar las redes de valor.

## **El análisis de la Cadena de Valor: Redes de Valor**

### **Conversión de intangibles en tangibles**

La Gestión de Activos contiene aspectos intangibles, por ello, la búsqueda de repuestas a la pregunta ¿cómo podemos convertir activos intangibles en formas de valor es una constante en la literatura académica [4], y de aplicación a nuestro caso.

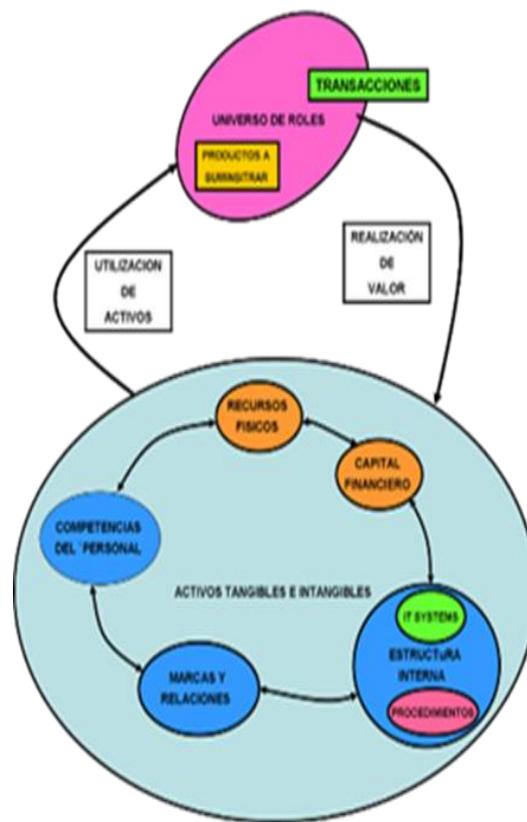
La capacidad de una compañía para convertir activos intangibles en formas de valor podemos potenciarla mediante el análisis de la cadena de valor, una forma simple es trasladar conocimiento, que es claramente un intangible, en servicios de consultaría, que es un servicio tangible y de valor.

Los mecanismos de conversión son una compleja red de redes y roles, y, nos basaremos en una definición amplia de cadena de valor que la definiremos como: un conjunto de roles que interaccionan y, en esas interacciones, se comprometen intercambios de activos tangibles e intangibles en forma de bienes y servicios y por medio de esos intercambios se alcanzan los objetivos económicos o sociales de los participantes, de esta forma la cadena de valor se transforma en red de valor [4] . Esta definición encaja con un modelo de gestión de activos. y se “push” potencia cuando en él usamos Industria 4.0 e IoT. y, es de aplicación, tanto en un modelo “push” (mejores datos sobre las preferencias de consumo que permite a los productores anticipar mejor las preferencias) como en un modelo “pull” interactuando

con el cliente para que exprese sus preferencias y participe de forma activa en la co-creación del activo. Es de esperar que habrá un aumento en las plantillas de productos digitales para que los consumidores u otras empresas construyan su soluciones a medida.

El mundo de la fabricación física se abrirá a los recién llegados, a las nuevas empresas y a las pymes. Las barreras de entrada deben disminuir con barreras de aprendizaje más bajas (por ejemplo, habilidades como diseño, producción o conexión con expertos), barreras de infraestructura más bajas (por ejemplo, la democratización de equipos de herramientas para hacer prototipos) o un mejor acceso a la financiación (por ejemplo, crowdfunding, capital de riesgo) y menores riesgos de comercialización (por ejemplo, fabricación bajo pedido).

*El Análisis de la Cadena de valor VNA, (Value Network Análisis.) es una forma de unir las diferentes interacciones que específicamente se dan en las redes de creación de valor hacia los objetivos financieros y no financieros. El análisis, nos permite: disponer de una perspectiva diferente para mejorar el entendimiento de los roles de creación de valor y de relaciones tanto internas como externas sobre las cuales se soportan las organizaciones. y, de una visión más dinámica de cómo los activos tanto financieros como no financieros pueden convertirse en formas intangibles de valor en la que su impacto en las relaciones es positivo. Explica cuál es la forma más efectiva de valor de cada rol y la forma en que utilizamos los activos tanto tangibles como intangibles para crear valor.*



Este análisis, permitirá disponer de un análisis sintético de cómo un tipo de valor ha cambiado su naturaleza convirtiéndose en otro. Cuando hablamos de activos como el conocimiento, se debe ser consciente que tanto los activos intangibles como los conocimientos, como activo intangible, se comportan de manera diferente a los recursos físicos y sería un error tratar a estos como aquellos. En toda relación de intercambio, nos encontraremos que intervienen tanto activos tangibles como intangibles, la proporción en que unos y otros se encuentran puede variar de un caso a otro, esto es lo habitual y no es corriente que los intercambios se den sobre tipos únicos de activo. [4]

**Figura 5 Evolución de la cadena de valor hacia redes de valor Elaboración propia siguiendo a [4]**

El reto a que nos enfrentamos es la creación de valor a partir de los intangibles, hay una teoría que está ganando aceptación, [1], [2], [13] que mantiene que los activos intangibles se han incrementado y apalancado a través de acciones realizadas deliberadamente.

El concepto de marca con buena reputación se ha ampliado y alcanza a otros elementos de las organizaciones en especial la de aquellos ligados al concepto de RSC. La Responsabilidad Social Corporativa agrupa los activos de Responsabilidad Social y Responsabilidad Medioambiental. Estamos empezando a entender los activos intangibles y como crean valor a partir de ellos., según [4], los activos intangibles disponen de dos caminos para alcanzar el mercado y hacerlos tangibles.:

- ↳ Mediante su conversión en unidades monetarias.
- ↳ Mediante su conversión en un soporte que pueda ser susceptible de ser intercambiable y por tanto negociable.

Existe un intercambio cuando se producen dos o más transacciones recíprocas, se puede considerar responsables a ambas partes de la ejecución efectiva de las transacciones que se realizan directamente o las que de manera indirecta estas originan. Tenemos la posibilidad de desarrollar métricas de rendimiento para estas transacciones. Entre las métricas para medir la calidad de la transacción están:

- ⇒ *Velocidad en realizar la transacción.*
- ⇒ *Oportunidad en realizar la transacción en ese momento.*
- ⇒ *Volumen económico de la transacción realizada.*
- ⇒ *Utilidad de la transacción realizada.*

La figura 5, representa la evolución de la cadena de valor hacia redes de valor analizada por [1], [2], [3], [4] El objetivo es usar las redes de valor como elemento director de la conversión de activos intangibles a tangibles. El uso de la cadena de valor se está popularizando y está siendo adoptado por muchas compañías.

Las cadenas de suministro completas estarán conectadas en red a través de CPPS, desde la logística de entrada hasta el almacenamiento, la producción, el mercadeo y las ventas hasta la logística de salida y los servicios posteriores. Esto crea transparencia y flexibilidad en todas las cadenas de suministro, desde la compra hasta la producción y las ventas. y se extiende más allá alcanzando a las actividades de O&M Esto supone cambios en el contexto que influyen en el contexto de la organización.

Las adaptaciones específicas del cliente se pueden realizar no solo en la producción sino también en el desarrollo, pedido, planificación, composición y distribución de productos, lo que permite y facilita la presencia del cliente en el proceso de producción. y se trasladan a las actividades de Operación y Mantenimiento cuando el cliente recibe el control del activo. Factores como la calidad, el tiempo, el riesgo, el precio y la sostenibilidad ambiental deben manejarse de manera dinámica, en tiempo real y en todas las etapas de la cadena de valor. y, todo ello afecta al contexto de la organización.

### **Cambios en la información y las decisiones de> quién produce, cómo, dónde y cuándo, se realiza esa producción**

Los sistemas de producción y las cadenas de suministro, cada más integrados en la digitalización del sistema, recopilarán y transmitirán grandes cantidades de datos que podrán ser de productos, servicios o de ambos. El reto se centra en extraer aquellos datos y patrones que sean de utilidad para la gestión de los activos y que puedan transformarse en información documentada para la toma de decisiones,

Los datos y la información que están disponibles en todas las etapas del ciclo de vida de un producto o de un servicio, permitirán procesos nuevos y más flexibles, desde el modelado hasta los prototipos en la etapa del producto. y datos de funcionamiento en la fase de O&M. La transformación de la fabricación basada en la tecnología y la creación de un nuevo ecosistema de acuerdo con Industria4.0 impactará en:

**¿Qué se debe de producir?:** La transformación de los procesos de fabricación permitirá a los productores responder mejor a la creciente demanda de personalización para las necesidades individuales o específicas.

**¿Por qué se debe de producir?:** Se producirá aquello que la sociedad demande, lo que no tiene demanda no se producirá

**¿Quién debe producirlo? y ¿dónde debe de producirse?; ¿Puede industria 4.0 cambiar al proveedor habitual?** Las organizaciones deberán competir entre ellas para definir quien lo fabrica, es un proceso maduro aplicado desde hace años por industrias como la automovilística, la propia competición definirá la segunda de las cuestiones.

Industria 4.0 favorece que la producción se realice lo más cercano al uso, esto puede afectar a la fabricación off-shore, y devolver parte de la producción a sus lugares de origen. Esto, es previsible que suceda ya que al no ser necesaria una mano de obra intensiva y de bajo coste, esta deja de ser una ventaja competitiva para los países que han tomado esta dirección y ahora la ventaja competitiva ha cambiado a tener menos personal y, de mayor cualificación. La última pregunta es importante por tanto en cuanto supone la posibilidad de una gran pérdida de empleos. Nadie sabe qué ocurrirá, de hecho, no se puede hablar de que exista un consenso, aceptado de forma general, sobre el futuro del empleo en los sistemas de producción y en las cadenas de valor bajo el paradigma Industria 4.0.

Hay quienes opinan que se crearán muchos empleos como resultado de la mayor demanda de trabajadores altamente cualificados, como ingenieros mecánicos, desarrolladores de software y analistas de datos. Al mismo tiempo, se reconoce que habrá un cambio en los trabajos de baja cualificación y posiblemente muchos desaparezcan ante el nuevo modelo de fabricación Y, surgirán soluciones de intermediación, centradas en el consumidor, que se configurarán como un lugar donde el consumidor accede para satisfacer sus necesidades. El “personal – shopper”, es probable sea la primera de esta forma de medicación que se conoce y que, puede extenderse a otras áreas de actividad.

**¿Cómo debe de producirse?:** El cliente tendrá un papel relevante en la especificación de como producir el elemento que se demanda.

**¿Cuándo se debe de producir?** La respuesta a esta pregunta es importante para reducir stocks y entregar el elemento cuando, en realidad, se necesita. De esta forma se liberarán capitales que, de otra forma, quedarían bloqueados.

Estos cambios son relevantes para la formulación de políticas de gestión de activos, ya que afecta directamente al contexto de la organización y a la planificación de la O&M

### **Industria 4.0 y las tecnologías subyacentes y las necesidades de formación**

Industria 4.0 será una fuente de crecimiento económico significativo en el futuro. En estos momentos, aún nos queda camino por recorrer ,y la implementación real de Industria 4.0 para que sea una realidad, debe de afrontar unos supuestos críticos que, suponen que en el momento de la implementación, deba prestarse atención a:

- a) Las tecnologías subyacentes deben tener un estado de madurez suficiente para su aplicación y adaptación al mundo real, deben ser viables desde el punto de vista económico y aceptables por la sociedad en general

- b) Las organizaciones públicas y privadas deben disponer de recursos financieros y no financieros suficientes para asegurar la inversión requerida. en:
- nuevas tecnologías,
  - actividades de I + D,
  - infraestructura y
  - educación: se necesitan trabajadores cualificados y con formación suficiente para diseñar, operar y gestionar sistemas de producción de Industria 4.0 y ello incluye el desarrollo de software y el análisis de datos.
- "No hay inversión más rentable que la del conocimiento"*  
*Benjamín Franklin*
- c) Disponer de sistemas digitales fiables y accesibles para las empresas
- d) Los sistemas de comunicación e infraestructura de red: deben responder a estándares que garanticen el intercambio de datos entre las partes implicadas.
- e) La propiedad y el acceso a los datos de los consumidores e industrias deben estar regulados.
- f) La propiedad intelectual debe ser regulada y estar protegida a través de las fronteras nacionales.

#### ISO 55001 e Industria 4.0

Los cambios similares a los de la fabricación se llevarán a cabo en otras industrias como la energía, la automoción y la infraestructura. Estas industrias "inteligentes" interactuarán entre sí para crear un "ecosistema" de la industria 4.0, y es probable que los cambios futuros en una industria afecten a otras.

Muchos defensores de la industria 4.0 también asumen que la sustitución de trabajadores por robots autónomos en todo el sistema es inevitable.

El argumento de que la optimización a través de la tecnología siempre superará económicamente al trabajo humano es una suposición sólida dado que el costo del trabajo podría disminuir con la "competencia" de los robots.

Y también es probable que surjan nuevos tipos de trabajo, y hay espacio para discutir qué efecto será mayor

*Es cierto que hay experiencias de robots que sustituyen a las personas, el empleo de vehículos autoguiados y los almacenes robotizados son ejemplos que no podemos silenciarlo, tampoco nos olvidamos de equipos de uso doméstico como las aspiradoras robot y otras aplicaciones para el hogar.*

*En Estados Unidos, hay compañías dedicadas a desarrollar aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA). y se está trabajando en el desarrollo de un robot que pueda ser usado, de forma segura y fiable para entregas en interiores, estos robots necesitarán del desarrollo de software que permita su implementación y gestione el sistema de robots implementado. Son un paso más allá de los vehículos autoguiados y los almacenes robotizados ya que las actividades a realizar, aunque repetitivas, por su naturaleza (entrega de algo en cualquier punto del edificio), el robot deberá encontrar su camino. y, el robot, sin duda, habrá eliminado puestos de trabajo de baja cualificación y, de forma simultánea, ha creado otros puestos de trabajo que requieren una mayor cualificación de los que los ocupen,*

*El balance, no tiene por qué ser negativo, en cualquier caso,*

Nos remitimos a los comentarios sobre los teoremas de incompletitud de Gödel y el pensamiento de Turing expuesto con anterioridad y que dejamos a interpretación del lector.

### Contexto de la organización

El análisis del contexto debemos realizarlo considerando como afecta el nuevo paradigma a la organización y, dado que las velocidades de cambio serán muy elevadas, debe considerarse el realizar revisiones periódicas programadas y no programadas cuando se produzcan sucesos que así se prevean o sucesos inesperados que así lo aconsejen.

En su conjunto, tanto el contexto interior como el exterior sufren cambios de forma continua y hay que monitorizarlos.

### Liderazgo

El liderazgo, que debe demostrar la alta dirección, en este análisis lo limitamos a comentar solo dos aspectos críticos que son:

- ⇒ Lo que afecta a la disposición de los recursos necesarios que se definen en la planificación
- ⇒ la definición de la matriz de roles y responsabilidades ya comentada y los niveles de autoridad de los integrantes.

Para aquellos casos en que existan servicios externos, se debe de identificar la (R&R+A) de los participantes

El liderazgo exigirá que la alta dirección se esfuerce por retener el talento y generar planes de formación adecuados para acompañar la evolución en el que la organización está inmersa

### Planificación

La planificación, establece que actividades se deben de realizar y cuando se deben de acometer y cuáles son los recursos necesarios para realizar el plan definido. El disponer de información relevante nos permitirá ajustar las necesidades del activo que a su vez nos permitirán realizar una mejor planificación de los recursos disponibles.

*Una correcta Planificación está basada en una correcta, y realista, previsión de los costes que la organización, debe enfrentar y puede asumir*

Al planificar, se pueden emplear reglas informales tales como coger el presupuesto del año anterior e introducir un factor de corrección lineal o no. Otra técnica es hacer un presupuesto de base cero, donde los gastos reales y las dotaciones presupuestadas se equilibren y se incluya una partida por contingencias inesperadas. Hay otras técnicas, una de ellas es comparar los costes del edificio con otros similares (benchmarks) y analizar las desviaciones que puedan aparecer. el uso de esta práctica se admite que tiene una serie de ventajas como disponer de una visión analítica del objetivo, disponer de unos indicadores guía para aplicar en el activo que se quiere presupuestar y que permitan realizar el presupuesto a través de unos parámetros normalizados como puede ser el coste por m<sup>2</sup> u otro que sea de utilidad. Si nos decantamos por usar esta metodología, se debe tener en cuenta que es probable que no existan dos edificios iguales en sus usos y horarios. Esto supone que, es muy recomendable, completar la comparación con un análisis de sensibilidad e intentar conocer como nos afectan

las diferencias que podamos conocer en ese momento de activo para el que se realiza el presupuesto y el activo base de la comparación.

La metodología que consideramos más idónea para aplicar a la gestión de activos físicos es la de gestionar el edificio en base a su ciclo de vida, entendiendo que cuando nos referimos al Ciclo de Vida, lo consideramos como el espacio temporal durante el cual una organización lo opera y mantiene para alcanzar los objetivos de su negocio.

Basándonos en la figura 1, el lector podrá ver que hay elementos sobre los que el servicio a realizar son acciones de mantenimiento de elementos específicos y otros que son servicios, como la limpieza que no actúan sobre un elemento específico y actúa sobre todo el conjunto del activo. En el primer caso tendríamos los equipos mecánicos, eléctricos y otros que tienen una vida útil que se puede estimar así como las actividades a realizar sobre él para facilitar la alcance e incluso supere, en el segundo caso, más general,

### **Soporte**

La alta dirección, en demostración de su liderazgo debe facilitar el acceso a los recursos que se requieren para desarrollar la planificación realizada e incentivar la colaboración interdepartamental, a través de Industria 4.0 y el IoT, la información será muy fluida y ayudará a una mayor comunicación y colaboración entre las diferentes áreas implicadas.

El apoyo a desarrollar un modelo de planificación bajo el paradigma Industria 4.0 con base en el IoT es, también, una demostración del liderazgo

### **Operación**

La operación implementará en el activo todo lo que se ha planificado y para aquellos para lo que se dispone de los recursos necesarios para ello. A menudo, la planificación supera los recursos y hay que priorizar la fase de soporte debe filtrar los casos que no se pueden acometer.

### **Medida del desempeño**

Todas las actividades que se realicen deben de llevar métricas que permitan evaluar el nivel de desempeño alcanzado, estas métricas podrán ser en forma de Indicadores clave de rendimiento (KPI) y los acuerdos de nivel de servicio alcanzado con los proveedores externos (ANS / SLA)

### **Mejora continua**

La alta dirección, analizará la información obtenida del desempeño de las actividades de O&M y propondrá mejoras en un proceso PDCA

En un próximo artículo nos referiremos a la Gestión en el Ciclo de Vida del Activo

### **Referencias:**

1. Allee V. (2000a) "The value evolution" Journal of Intellectual Capital vol. 1 pp. 17-32
2. Allee, V. (2000b) "Reconfiguring the Value Network" Journal of business Strategy, vol. 21 No 4 July/August-
3. Allee, V. (2002) "A value network approach for measuring and modelling intangibles". Transparent Enterprise Conference Madrid.
4. Allee, V., (2008) "Value Network Analysis and Value conversion of Tangibles and Intangible Assets", Journal of International Capital Vol. 8 No. 1 pp. 5-24
5. Anderson, J.C. and Narus, J. A., (1998) "Business Marketing: Understand What Customer Value". Harvard Business Review November-December.
6. Brous, P., Janssen, M., Schraven, D., Spiegelner, J., & Duzgun, B. C. (2017). Factors Influencing Adoption of IoT for Data-driven Decision Making in Asset Management Organizations. In IoTBDS (pp. 70-79).

7. Butz Jr, H. E. and Goodstein, L. (1996) "Measuring Customer Value: Gaining the Strategic Advantage" *Organizational Dynamics* Volume 24 Issue e, winter pp 63-77
8. Davies, A., Brady, T. and Hobday, M. (2006) "Charting a Path Toward Integrated Solutions". *MT Sloan Management Review*, Spring Vol. 47 No.3
9. Dunbrack, L., Ellis, S., Hand, L., Knickle, K., & Turner, V. (2016). *IoT and Digital Transformation: A Tale of Four Industries*. IDC White Paper.
10. Evans, R., Haryott, R., Haste, N., & Jones, A. (2004). *The long-term costs of owning and using buildings*. Sebastian Macmillan: *Designing Better Buildings: Quality and Value in the Built Environment*. Taylor & Francis, 42-50.
11. Fuller, S., & Petersen, S. (1996). *Life-cycle costing manual for the federal energy management program*, NIST Handbook 135(No. Handbook (NIST HB)-135).
12. He, J., Liu, H., & Salvo, A. (2019). Severe air pollution and labor productivity: Evidence from industrial towns in China. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 173-201.
13. Henderson, H. y Sethi, S. (2000) "Ethical markets: growing the Green Economy" Chelsea Green Publishing Company.
14. ISO 15686:2008
15. ISO 55000:2014
16. ISO 55001:2014
17. ISO 55002:2014
18. Kadge, S., Hasan, C., Zilani, A. Q., & Jain, Y. (2016). Asset Management based on Internet of Things. *International Journal of Computer Applications*, 137(10).
19. Kinnunen, S. K., Ylä-Kujala, A., Marttonen-Arola, S., Karri, T., & Baglee, D. (2016). *Internet of Things Technologies to Rationalize the Data Acquisition in Industrial Asset Management*
20. Krstić, H., & Marenjak, S. (2012). Analysis of buildings operation and maintenance costs. *Građevinar*, 64(04.), 293-303.
21. Mattern, F., & Floerkemeier, C. (2010). From the Internet of Computers to the Internet of Things. In *From active data management to event-based systems and more* (pp. 242-259). Springer, Berlin, Heidelberg.
22. Muhonen, T. (2015). *Standardization of industrial internet and iot (iot-internet of things)-perspective on condition-based maintenance*. University of Oulu, Finland.
23. *None. Operations & Maintenance Best Practices - A Guide to Achieving Operational Efficiency Release 3.0*. United States
24. Oliva R. y Kallenberg R. (2003) "Managing the transition from products to services" *International Journal of Service Industry Management*. Vol. 14 Issue: 2 pp. 160 – 172
25. Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big data*, 1(1), 51-59.
26. Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004). Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of interactive marketing*, 18(3), 5-14.
27. Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia Cirp*, 52, 173-178.
28. REGLAMENTO DELEGADO (UE) No 244/2012 DE LA COMISIÓN
29. Rießmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
30. Slater, S. F.; Narver, J. C. (2000) "Intelligence Generation and Superior Customer Value" *Academy of Marketing Science Journal*, winter pp 120-127
31. Vargo, S. L. y Lusch, R. F. (2008a) "From goods to service(s): Divergence and convergences of logics". *Industrial Marketing Management*. Vol. 37, Issue 3, May pp. 254-259
32. Vargo, S. L. y Lusch, R. F. (2008b) "Service Dominant Logic: continuing the evolution?" *Journal of the Academy Marketing Science* No 36, pp. 1-10
33. Vargo, S. L. y Lusch, R. F. (2008c) "Why "Service"?" *Journal of the Academy Marketing Science* No 36, pp 25-38
34. Vargo, S. L., Nagao K., He Y., Morgan, F. W., (2007b) "Satisfiers, Dissatisfiers, Criticals and Neutrals: A Review of Their Relative Effects on Customer (Dis) Satisfaction" *Academic of Marketing Science Review*, Volume 11, number 2
35. Vargo, S. L.; Maglio, P. P. y Akaka, M. A. (2008d) "On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective" *European Management Journal* No 26, pp 145-152
36. Walter, A.; Ritter, T. y Gemünden, H. G. (2001) "Value Creation in Buyer-Seller Relationships: Theoretical Considerations and Empirical Results from a Supplier's Perspective" *Industrial Marketing Management*, Vol. 31 pp 365-377.
37. Wu, S., & Clements-Croome, D. (2007). Ratio of operating and maintenance costs to initial costs of building services systems. *COST ENGINEERING-ANN ARBOR THEN MORGANTOWN-*, 49(12), 30.
38. Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630.