

# Capítulo 2

## Estrategia Tecnológica

Mireia Dilmé i Martínez de Huete

### 2.1 Introducción

La industria 4.0 es la digitalización sistemática de los procesos de una organización (mantenimiento, producción o gestión) con el fin de recopilar, almacenar y analizar sus datos. Mediante la exploración de nuevos enfoques de producción, la Industria 4.0 proporciona a las empresas un modelo económico diferente impulsado por las nuevas tecnologías.

La cuarta revolución industrial (Industria 4.0) y su transformación digital derivada va más allá de los desafíos dentro de la organización: optimizar los procesos, los departamentos y el ecosistema empresarial de una era hiperconectada.

La tecnología no proporciona valor a un negocio por sí mismo. En cambio, como está escrito en un reciente artículo de MIT Sloan Management *"el valor de la tecnología proviene de hacer negocios de manera diferente porque la tecnología lo hace posible"* [1].

Se acabaron los días en los que las empresas implementan elementos digitales y los consideran únicamente como proyectos tecnológicos independientes. En estos días, las empresas deben considerar la implementación de la tecnología como una estrategia. Considere el software Customer Relationship Management (CRM) como un ejemplo. Es fácil pensar en CRM como una aplicación de software o incluso como una base de datos para simplemente realizar un seguimiento de la interacción de una empresa con sus clientes, pero en la práctica no lo es. CRM es en realidad una metodología de negocio: organiza, automatiza y sincroniza los procesos de negocio (ventas, marketing, atención al cliente y soporte técnico). CRM aporta una capa de inteligencia que permite a una empresa comprender realmente a sus clientes, su situación, sus preferencias, y luego usar esto para planificar y diseñar estrategias comerciales. Con todo, para aprovechar el potencial de CRM y muchas otras

---

M. Dilmé i Martínez de Huete (✉)  
Eurecat, Barcelona, España  
Correo electrónico: mireia.dilme@eurecat.org

© Los Autores 2020  
J.C. Chaplin et al. (eds), *Fabricación digital para pymes*

tecnologías, debe definirse una estrategia, un conjunto de objetivos y una hoja de ruta de la combinación e interacción de todas las tecnologías en una empresa.

La transformación digital requiere enfoques innovadores con respecto al cambio cultural, tecnológico, operativo y estratégico.

El presente capítulo se centra en los desafíos y las acciones clave que una empresa debe tener en cuenta para llevar a cabo un exitoso viaje de transformación digital hacia una industria inteligente y conectada.

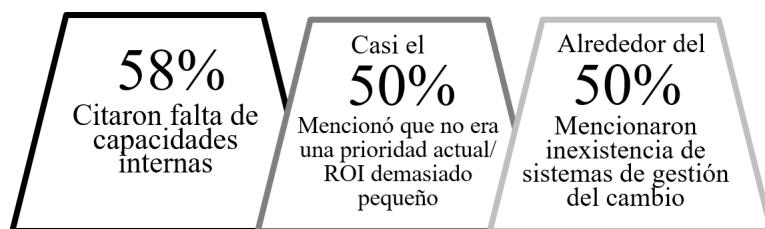
Este capítulo aclara que la Industria 4.0 implica la transformación digital de la industria con la integración y digitalización de todos los procesos industriales que conforman la cadena de valor, caracterizada por su adaptabilidad, flexibilidad y eficiencia que permite cubrir las necesidades del cliente en el mercado actual.

El capítulo introduce las razones subyacentes detrás de la creación de hojas de ruta tecnológicas, y los pasos necesarios para llevar a cabo un diagnóstico seguido de la generación, priorización y planificación de la adopción de la I4.0 y oportunidades de transformación digital. Finalmente, se presentarán los pasos clave para pasar de la definición a la acción una vez definida la hoja de ruta.

## 2.2 El camino hacia la transformación digital

La industria manufacturera está presenciando actualmente una transformación a medida que avanza cada vez más hacia la Fabricación Digital, a menudo conocida como Industria 4.0, fabricación inteligente o fábrica del futuro. La mayoría de las empresas están respondiendo a este movimiento hasta cierto punto, aunque a menudo con cautela. Atrapados en las operaciones empresariales cotidianas, muchas PYME y grandes empresas están luchando por comprender las necesidades tecnológicas actuales y futuras, impulsar las prioridades comerciales y definir planes de implementación tecnológica. En la mayoría de los casos, no saben visualizar el paradigma de la Industria 4.0 (que abarca la digitalización inherente de los procesos de producción) a su situación específica.

Ciertamente, cualquier transformación digital puede ser desafiante: necesita ser eficiente en los recursos, aprovechar las capacidades internas y tener la aceptación de los empleados. La Figura 2.2-1 refleja las principales barreras a la digitalización, identificadas a través de una encuesta europea sobre pymes realizada por Canon Research.

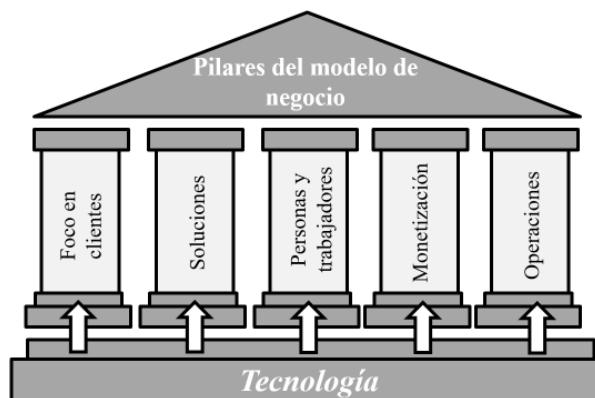


**Figura 2.2-1** ¿Qué está restringiendo la transformación empresarial [2]?

Sin embargo, las PYMEs deberían ver la transformación hacia la Industria 4.0 como una oportunidad, ya que tienen una gran ventaja en términos de agilidad: para ellas es mucho más fácil y rápido cambiar enfoques y recursos que para las grandes empresas que luchan con infraestructura masiva, grandes equipos y largos contratos de servicio con proveedores.

Incluso si una PYME ya ha tomado la decisión más importante de todas, adoptar la transformación digital, la gran cantidad de opciones de inversión disponibles, las tecnologías en las que confiar y las decisiones que tomar pueden ser abrumadoras. Cómo y por dónde empezar puede ser desalentador. Para guiar los esfuerzos corporativos, las hojas de ruta tecnológicas pueden ser una herramienta crucial para aclarar la preparación tecnológica de una organización y ayudar a priorizar las áreas adecuadas en las que enfocarse al construir una estrategia tecnológica. Además, también se puede utilizar para identificar, planificar y definir eficazmente oportunidades digitales en todas las áreas del negocio.

De hecho, a medida que pasan los años, el mundo de la tecnología se inclina cada vez más hacia las empresas, lo que hace que sea prácticamente imposible que una gran cantidad de estrategias de negocios se separen de la estrategia tecnología de la empresa en sí. La tecnología proporciona nuevas formas de crear y capturar valor, así como nuevos potenciales líneas de ingresos. La combinación adecuada de información, tecnología digital, conocimientos empresariales y activos físicos puede constituir una ventaja competitiva en los pilares clave del modelo de negocio (mejorar las relaciones con los clientes, mejorar los productos y servicios ofrecidos, crear nuevos flujos de ingresos, aumentar la eficiencia de las operaciones, etc.). Debido al impacto drástico que la tecnología puede tener en el éxito de una empresa, debe considerarse como **uno de los pilares transversales que definen** el modelo de negocio único de una organización. Ver Figura 2.2-2 .



**Figura 2.2-2** La tecnología como parte de los pilares del modelo de negocio.

### 2.2.1 Planificación estratégica

La creación de hojas de ruta (*Roadmapping*) es un proceso de planificación estratégica que ayuda a identificar, alinear y comunicar una necesidad empresarial (*Know Why – Saber porque*), convertida en un plan de acción realista (*Know What – Saber el que*) y los recursos de apoyo necesarios (*Know How – Saber cómo*) durante un período de tiempo específico (*Know When – Saber cuándo*). Todo esto se resume en la Figura 2.2-3.

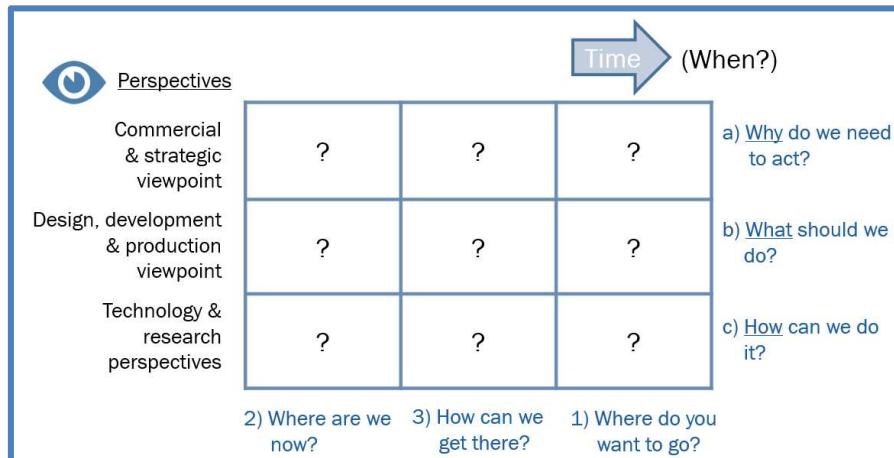


**Figura 2.2-3** Las cuatro preguntas clave de una estrategia tecnológica.

El mapeo estratégico (roadmapping) y la planificación tecnológica como un proceso se desarrollaron inicialmente durante la década de 1970. Motorola se convirtió en una de las primeras compañías en el mundo en desarrollar un enfoque formal de mapeo tecnológico. Hacían uso de la estrategia de roadmapping (hoja de ruta) con el fin de mejorar y guiar sus desarrollos de productos. Además de eso, Motorola utilizó la hoja de ruta tecnológica como una herramienta de comunicación: para informar y alinear las necesidades de sus clientes objetivo y su fuerza de trabajo con los nuevos productos disruptivos que se desarrollarían. Alrededor de la década de 1990 se expandió a la industria electrónica y de semiconductores y desde entonces se ha expandido exponencialmente a muchas otras industrias.

Hay muchos tipos de hojas de ruta que se pueden utilizar en una organización y seleccionar en función del objetivo final. Algunos ejemplos incluyen hojas de ruta de mercado y estrategia, planificación de activos de conocimiento, hojas de ruta de productos y planificación de las TIC. Las hojas de ruta se pueden presentar en una amplia gama de formatos, por ejemplo, gráficos (flujos), texto, gráficos, tablas y barras.

La hoja de ruta final puede tomar muchas formas, aunque generalmente el enfoque es una representación gráfica que proporciona una visión estratégica de alto nivel. El proceso de elaboración de una hoja de ruta es más importante que la propia hoja de ruta. El punto de partida es el futuro: donde su empresa pretende estar. A partir de ahí se mueve hacia atrás, definiendo las iniciativas, inversiones, asociaciones y recursos que necesitan ser establecidos.



**Figura 2.2-4** Marco de hoja de ruta simplista [3].

Una hoja de ruta visual simplificada se representa en la Figura 2.2-4.

De todas las hojas de ruta potenciales, una *hoja de ruta tecnológica* (o hoja de ruta de transformación digital) le permite representar la tecnología actualmente disponible para una organización durante un período de tiempo, así como las mejores opciones tecnológicas que podrían desarrollarse o adquirirse en un período de tiempo específico. En muchos sentidos, una hoja de ruta tecnológica puede interpretarse como un sistema GPS para un camino de estrategia digital: permite a las empresas ver dónde están, dónde quieren ir y cómo llegar allí. Por lo tanto, ayuda a las organizaciones a planificar qué, cuándo y por qué se incorporarán ciertas tecnologías, evitando errores costosos e incluso planificando que las tecnologías se vuelvan obsoletas.

Algunos de los principales beneficios de las hojas de ruta de la tecnología son:

- Facilita la integración de la tecnología en un negocio.
- Se aplica a procesos, productos, relaciones con los clientes y gestión de activos.
- Facilita el consenso sobre las necesidades y las tecnologías necesarias para satisfacer esas necesidades.
- Proporciona un mecanismo para pronosticar, planificar y coordinar los desarrollos tecnológicos.
- Ayuda a identificar nuevas oportunidades de negocio y a explotar la tecnología.

Hay muchas maneras en que una empresa o industria puede crear, definir e implementar una hoja de ruta tecnológica. Sin embargo, las hojas de ruta tecnológicas consolidadas comparten características comunes. Las consideraciones clave al crear una hoja de ruta tecnológica se muestran en la siguiente Figura 2.2-5.

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA CREACIÓN DE HOJAS DE RUTA	
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Identificar y priorizar</b> las necesidades comerciales y de mercado.
<input checked="" type="checkbox"/>	Obtenga valor a medida que avanza, establezca <b>fases del proceso</b> y garantice la <b>entrega temprana de beneficios</b> . Por tanto, considere incluir iniciativas que generen beneficios a corto plazo ya en el inicio del plan (para fomentar la motivación del equipo en el seguimiento de las otras iniciativas incluidas en la hoja de ruta).
<input checked="" type="checkbox"/>	Asegurar la <b>aceptación y el apoyo</b> / respaldo de la alta dirección.
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Asignar recursos</b> (apoyo, tiempo y recursos económicos).
<input checked="" type="checkbox"/>	Preste especial atención al <b>impacto en las personas</b> (habilidades, proceso, cultura y cambio organizacional).
<input checked="" type="checkbox"/>	Cree la hoja de ruta como una <b>actividad de equipo</b> , incluya diversos puntos de vista y conocimientos para enriquecer el plan. El proceso puede necesitar de un facilitador.
<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenga la hoja de ruta <b>simple y concisa</b> .
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Repita y aprenda de la experiencia</b> . Al desarrollar las iniciativas incluidas en la hoja de ruta, utilice los conocimientos críticos adquiridos con el tiempo para modificar y hacer que la hoja de ruta sea aún más concisa.
<input checked="" type="checkbox"/>	Esté preparado para ajustar la hoja de ruta si es necesario. La hoja de ruta debe ser <b>flexible</b> y de alguna manera adaptarse al entorno en constante cambio.
<input checked="" type="checkbox"/>	Haga la hoja de ruta <b>accesible</b> para toda la organización.
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Colabore con las partes interesadas relevantes</b> . Aprovechar los recursos externos, como los consultores, puede ser una forma eficaz de acceder a conocimientos y experiencias valiosos, lo que le ayudará a evitar dificultades y aprender del éxito de los demás.

**Figura 2.2-5** Lista de verificación para la creación de la hoja de ruta.

Además, las hojas de ruta sugeridas deberían responder a 4 preguntas clave:

1. *¿POR QUÉ?*

Es importante describir la situación actual de la empresa centrándose en las dimensiones que impactarán la hoja de ruta.

- Analizar empresa, definir
- Canvas, DAFO, vigilancia tecnológica

2. *¿QUÉ?*

Definir la visión y misión de la empresa y los objetivos estratégicos para alinear las iniciativas a implementar en la hoja de ruta.

- Identificación de la posición actual y la posición deseada
- Nivel de madurez tecnológica

### 3. *¿CÓMO?*

Describir las acciones e iniciativas a llevar a cabo. Estos pueden ser proyectos tecnológicos, nuevos modelos de negocio, cambios organizativos y modificaciones en los procesos operativos, cambios en las relaciones con clientes y proveedores u otra actividad. También se debe incluir la descripción de los requisitos técnicos, costos y tiempo de ejecución, resultados esperados, KPI, medidas de control, recursos, posibilidad de obtener financiación... Estas actividades serán pasos en el camino crítico. También es importante describir si estas iniciativas requieren una prueba de concepto o prototipo, y las implicaciones de su escalabilidad.

- Definir iniciativas. Crear hojas para describir cada iniciativa, priorizar metodologías, definir KPI, crear grupos de trabajo, monitorear el logro de objetivos

### 4. *¿CUÁNDO?*

Representación de la hoja de ruta en forma de diagrama o esquema con los proyectos o iniciativas planificados y secuenciados a lo largo del tiempo. La hoja de ruta debe incluir estados objetivo intermedios o hitos en el proceso que la empresa logrará asegurando que el proceso de cambio está en curso.

- Calendarización

El proceso de creación de la hoja de ruta puede ayudar a los clientes a comprender qué amenazas y oportunidades podría suponer digital para el negocio y en qué grado. También puede ayudar a las organizaciones a obtener una mejor visión de dónde provienen sus oportunidades y amenazas, y qué estrategias y acciones se necesitan dentro de su organización para construir una ventaja competitiva en un entorno empresarial digital en rápida evolución.

Como en cualquier estrategia, tenemos que definir el “*¿qué?*”. Ese es nuestro punto de partida. *¿Cuál* es nuestra situación actual y hacia dónde queremos ir cuando se trata de tecnología? Y entonces, el “*¿cómo?*”. *¿Cuáles* son nuestras prioridades estratégicas y nuestros procesos (estructura organizativa, toma de decisiones, sistemas de incentivos y normas y valores)?

Aunque la hoja de ruta tecnológica es un documento de gobernanza, debe actualizarse periódicamente a medida que el negocio evoluciona. Es un documento que debe ser revisado a medida que el marco externo e interno de la empresa cambia con nuevas oportunidades y retos que pueden cambiar la estrategia.

## 2.3 Enfoques de la hoja de ruta tecnológica

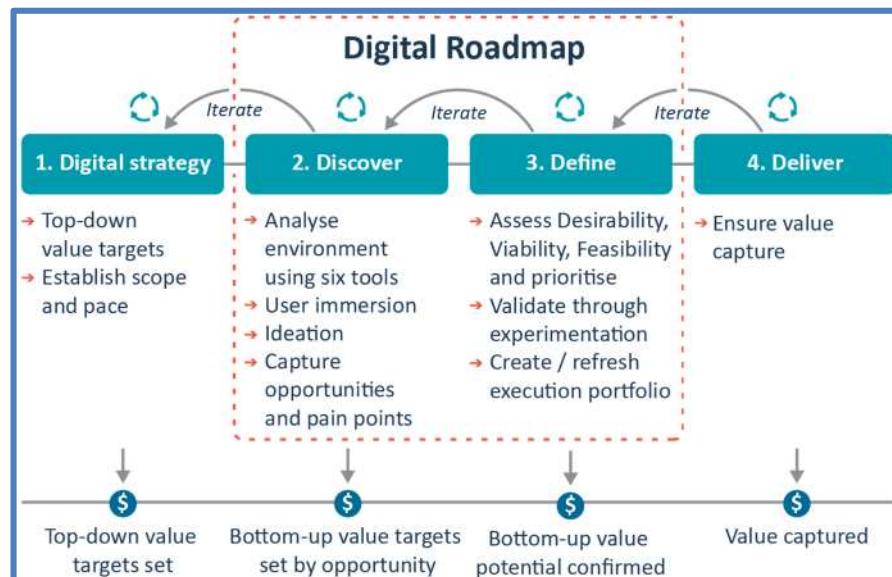
Como se discutió anteriormente, las metodologías para crear hojas de ruta de transformación digital / tecnología son muy diversas.

A continuación se presentan 4 ejemplos resumidos de diferentes enfoques que pueden guiar el desarrollo de una hoja de ruta de transformación digital.

### 2.3.1 Partners in Performance

Partners in Performance, una firma global de consultoría de gestión, propone un enfoque que desarrolla rápidamente una hoja de ruta digital centrada en el valor, priorizada y procesable que permite a una empresa:

- Identifique lo que realmente valoran los clientes (y otros usuarios, como los empleados).
- Comprender el mercado y la competencia, incluidos los posibles sustitutos de fuera de la industria.
- Aplicar las tecnologías adecuadas, en el contexto adecuado.
- Crear alineación organizativa y configurar para el éxito de la ejecución.



**Figura 2.3-1** Hoja de ruta propuesta de Partners in Performance [4].

Puede encontrar más información sobre la metodología de la hoja de ruta de Partners in Performance en <https://www.pip.global/es/services/digital-roadmap>

### 2.3.2 Navvia

Navvia, empresa especializada en herramientas de modelado de procesos de negocio, propone 5 mejores prácticas para establecer la hoja de ruta de transformación digital:



**Figura 2.3-2** Navvia propuso hoja de ruta [5].

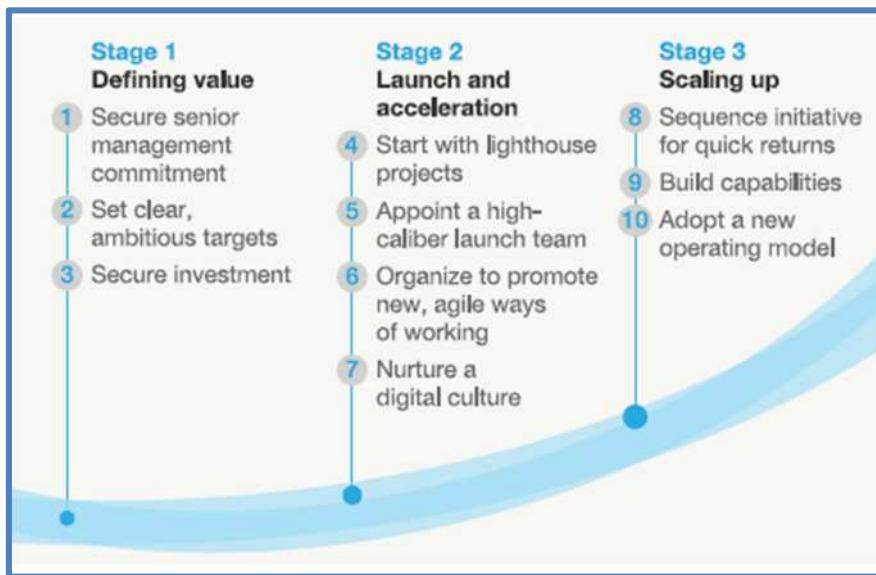
1. Defina cómo se ve el éxito para su empresa.
2. Separe el cambio en partes manejables.
3. Coseche el valor a medida que avanza, en lugar de esperar hasta el final.
4. Centrarse en los impactos en las personas (cultura, proceso, habilidades y cambio organizacional).
5. Ajuste el curso si es necesario (el entorno cambia continuamente).

Puede encontrar más información sobre la metodología de la hoja de ruta de Navvia en <https://navvia.com/digital-transformation-roadmap/>

### 2.3.3 Mckinsey&Company

Mckinsey&Company, una firma global de consultoría de gestión, propone 10 principios rectores de una transformación digital divididos en 3 etapas principales:

1. *Definición de valor*: Coloque la transformación digital en el centro de su agenda. Realice inversiones significativas y establezca objetivos claros y ambiciosos.
2. *Lanzamiento y aceleración*: considere cuidadosamente con qué proyectos comenzar y apóyelos con los recursos necesarios. Los requisitos previos incluyen un equipo de lanzamiento de alto calibre a menudo dirigido por un director digital (CDO), la consideración de la estructura organizativa y el fomento de una cultura digital.
3. *Escalado*: Cuando la empresa tiene un puñado de iniciativas en funcionamiento y comienza a capturar valor, este es también el momento de impulsar la transformación y hacer todo a mayor escala. La secuencia reflexiva de las iniciativas posteriores es clave para ello. Además, se deberá prestar mucha atención a la construcción de más capacidades y, finalmente, se requerirá un modelo operativo completamente nuevo.



**Figura 2.3-3** Diez principios rectores de una transformación digital [6].

Puede encontrar más información sobre la metodología de la hoja de ruta de McKinsey en <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/a-roadmap-for-a-digital-transformation>

#### 2.3.4 Eurecat

Eurecat, el Centro Tecnológico de Cataluña, tiene un enfoque para mejorar la competitividad de las empresas a través del desarrollo de un plan de transformación que les permita incorporar la digitalización en su ADN. Definir una nueva estrategia basada en la incorporación de nuevas tecnologías digitales que permita la optimización de costes y la generación de nuevos modelos de negocio. La Figura 2.3-4 muestra los 5 pasos sugeridos en esta metodología:



**Figura 2.3-4** Pasos clave de una hoja de ruta tecnológica.

1. *Diagnóstico*: Análisis externo de tecnologías y tendencias en el sector. Análisis interno a través de entrevistas presenciales con el equipo relevante.
2. *Estrategia*: Definir la visión digital de la empresa. Establecer objetivos estratégicos.

3. *Iniciativas*: Generar oportunidades e iniciativas para impulsar la digitalización para cada una de las dimensiones: productos, procesos, tecnología e infraestructura, ecosistema, cultura y organización, e información y datos.
4. *Planificación*: Establecer un plan de transformación digital minimizando los riesgos y maximizando el impacto para la empresa.
5. *Comunicación e implementación*: Comunicar la estrategia de transformación digital de la empresa. Sensibilizar e inspirar sobre la transformación digital. Implementar las iniciativas de la hoja de ruta.

Puede encontrar más información sobre la metodología de la hoja de ruta de Eurecat en

[http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/02\\_Projectes/documents/SmartCAT\\_Model-madresa-I4.0.pdf](http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/02_Projectes/documents/SmartCAT_Model-madresa-I4.0.pdf)

## 2.4 Proceso de la hoja de ruta tecnológica

En esta sección se presentan más detalles sobre el proceso de generación de oportunidades de la I4.0/digitalización, su priorización y la planificación para acordar una hoja de ruta que definirá la estrategia de la compañía.

Para ilustrar el pensamiento y exemplificar con más detalle la metodología secuencial de la hoja de ruta, se presenta y describe a continuación el mencionado modelo de transformación digital/en I4.0 desarrollado por el centro tecnológico EURECAT.

### 2.4.1 Paso 1: Diagnóstico

Un *diagnóstico* es una herramienta clave que permite a una empresa comprender su estado actual, así como las áreas donde debe enfocar sus esfuerzos para emprender la transformación digital y el camino progresivo hacia la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0. El diagnóstico puede tomar muchas formas y resultados (informes, grupos de trabajo, entrevistas, auditorías externas, sesiones de trabajo, etc.). Entre ellos, los modelos de madurez son un buen ejemplo de un diagnóstico.

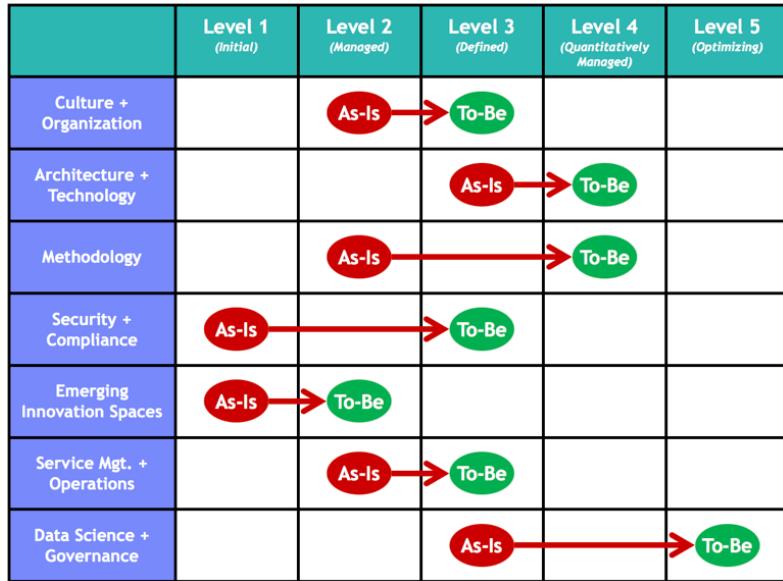
Los modelos de madurez proponen diferentes niveles de madurez para diferentes dimensiones dentro de la operación de la empresa. Por lo tanto, estos modelos permiten establecer el grado de implementación y desarrollo de soluciones de Industria 4.0 en diferentes áreas de negocio, desde recursos humanos hasta arquitecturas informáticas o procesos de producción.

Varias empresas de consultoría y empresas líderes del mercado han desarrollado modelos de madurez de transformación digital. Algunos ejemplos destacados incluyen:

- *Modelo de madurez de transformación digital PWC [7]*:
  - Modelo de madurez de capacidad empresarial en Industria 4.0.

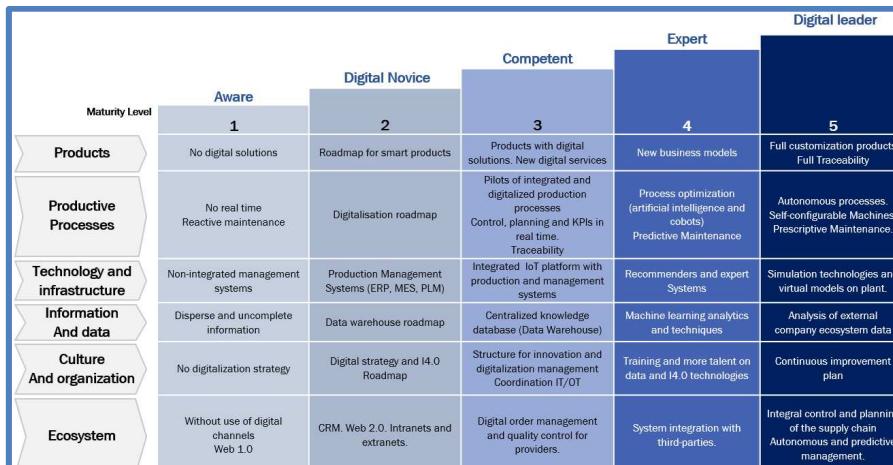
- Se basa en conclusiones derivadas de una encuesta de 2.000 encuestados de trabajadores en empresas líderes, representadas por nueve sectores industriales y 26 países.
- Las áreas clave que el modelo analiza incluyen modelos de negocio digitales y acceso de clientes, digitalización de productos, integración de cadenas de valor, datos y análisis, arquitectura ágil de TI, seguridad, aspectos legales e impuestos, organización, trabajadores y cultura digital.
- *Modelo de madurez Bosch [8]:*
  - Modelo de madurez de la Internet de las cosas: Cómo tener éxito en un mundo conectado.
  - Se centra en las claves de planificación para abrazar la transformación digital.
  - Las áreas clave que el modelo analiza incluyen usuarios, empresas, cosas y socios.
- *Rockwell Automation: El modelo de madurez de empresa conectada [9]:*
  - Modelo de madurez de la organización conectada.
  - Se centra en hacer que las redes de TI sean más inteligentes con el objetivo de mejorar las capacidades de las organizaciones y disminuir los costos. También incluye perspectivas de gestión del cambio cultural.
- *PTC (Axeda): Modelo de madurez del producto conectado [10]:*
  - Modelo de madurez de un producto comercial conectado.
  - Representa la progresión de las tecnologías de IoT y el retorno progresivo que la empresa podría esperar a través de la expansión de sus capacidades.
- *Switzerland Global Enterprise (S-GE): Modelo de madurez de la industria 4.0 [11]:*
  - Modelo de madurez de la Industria 4.0 enfocado en áreas clave de éxito.
  - Las áreas clave que el modelo analiza incluyen productos y servicios, acceso al mercado y al cliente, cadena de valor, procesos, arquitectura de TI, aspectos legales, seguridad, riesgos e impuestos, cultura y organización.

Los modelos de madurez están representados en niveles y áreas de acción, como se muestra en el ejemplo en la Figura 2.4-1. Una característica común de los modelos es que van desde una etapa inicial, en la que una empresa tiene un comportamiento tradicional con un uso muy básico de las tecnologías, hasta la situación ideal de una empresa industrial totalmente digitalizada, que es capaz de aprovechar al máximo las tecnologías de la Industria 4.0 para la optimización de sus procesos industriales. De esta manera, se describe un proceso de evolución en el que cada área debe avanzar. Los niveles entre describen una progresión continua donde cada nivel posterior puede ser identificado por criterios y características específicas. No es necesario que una empresa alcance el nivel más alto en todas las áreas, cada empresa debe definir el nivel de progreso deseado en función de su estrategia de negocio.



**Figura 2.4-1** Hoja de ruta simplificada para la madurez de las capacidades (tal cual, como será). Fuente: Ejemplo de nivel de madurez de TI. Estudio práctico de IBM Cloud IT maturity level example. IBM Cloud practices. Derechos de la imagen del autor. <https://www.ibm.com/garage/method/practices/think/it-maturity-model/>.

Siguiendo el modelo de madurez creado por Eurecat, se ilustra una estructura sugerida en Figura 2.4-2



**Figura 2.4-2** Modelo de madurez en Industria 4.0. Creado por Eurecat para la iniciativa SmartCatalonia. Derechos de la imagen del autor [12].

Este modelo de madurez identifica 5 niveles o grados de adopción de I4.0. Estos niveles van desde un mínimo (Nivel 1 – Consciente) con ausencia de digitalización en la organización hasta una integración completa (Nivel 5 – Líder Digital) y a diferentes niveles de digitalización en todos los procesos incluyendo la toma de decisiones apoyada por el análisis de datos.

Los niveles de madurez definidos son:

1. *Consciente*: En general, los diferentes departamentos funcionales de la empresa trabajan de forma aislada y no tienen acceso a información integrada de producción y producto. A pesar de trabajar con sensores, controladores y sistemas de monitoreo y control que permiten la automatización puntual, la empresa no genera conocimientos basados en datos empíricos sobre los procesos productivos de la empresa, ni en los productos y sus servicios asociados, como el mantenimiento, la gestión de stock o la gestión de proveedores. Esta falta de conocimiento limita la capacidad real de dar un salto adelante y mejorar la productividad, la calidad ofrecida, la respuesta a la demanda, la innovación de productos, o el establecimiento de nuevos modelos de negocio con nuevos servicios, entre otros. Por lo tanto, la empresa muestra dificultades para satisfacer las necesidades del cliente a medio y largo plazo con una relación calidad/precio competitiva con respecto a la competencia.
2. *Iniciado*: La empresa es capaz de monitorear y recopilar datos asociados con los procesos de producción y / o el rendimiento de sus productos y / o servicios en tiempo real. Disponer de esta información permite a la empresa obtener un conocimiento real (basado en datos) sobre sus procesos de producción, productividad, control de calidad y/o rendimiento de productos y/o servicios. Gracias a este conocimiento, la empresa es capaz de definir e implementar un primer conjunto de indicadores (KPI) para una mejor toma de decisiones.
3. *Competente*: La empresa es capaz de gestionar de forma integrada y con cierto nivel de automatización los diferentes procesos en la planta a nivel de producción, productividad, control de calidad y mantenimiento junto con el resto de sistemas de gestión corporativos como ERP, CRM o PLM. La integración de la información no solo se produce a nivel de fábrica, sino también a nivel de producto. Gracias a esto, la empresa habilita y ofrece soluciones avanzadas para la gestión y el control automatizados del producto para el cliente.
4. *Experto*: La empresa implementa la mejora en procesos automatizados. Es capaz de optimizar procesos, introduciendo cierta inteligencia a través de la generación de nuevos conocimientos gracias al tratamiento de la información y datos recogidos. Esto se traduce en una mayor eficiencia y productividad, un producto de mayor calidad (por ejemplo, una gran reducción en el número de productos defectuosos por lote) y la satisfacción de las necesidades del cliente. En resumen, se traduce en una mayor competitividad.

5. *Líder digital*: La compañía implementa la mejora continua para continuar avanzando tanto el concepto de la fábrica inteligente como el producto inteligente. La compañía forma parte de un ecosistema integrado con sus socios y proveedores que le da la opción de competir a un nivel mucho más alto, lo que de otro modo no sería posible. La empresa es capaz de explotar la valiosa información y el conocimiento adquirido como resultado de su negocio a través de nuevos modelos de negocio.

Este nivel superior (Digital Leader) da como resultado lo que se conoce como la fábrica inteligente y representa el salto hacia un sistema totalmente conectado y flexible que significa la oportunidad de generar un mayor valor tanto dentro de las cuatro paredes de la fábrica como a través de la red de suministro. Este nivel ideal de digitalización se describe como un sistema flexible que puede auto-optimizar el rendimiento a través de una red más amplia, auto-adaptarse y aprender de las nuevas condiciones en tiempo real o casi real, y ejecutar de forma autónoma todos los procesos de producción [13]. Es importante señalar que pocas empresas están operando actualmente en este nivel.

Al mismo tiempo, el modelo de madurez I4.0 desarrollado por Eurecat incluye 6 áreas de actuación o dimensiones dentro de la empresa en las que será necesario tomar medidas para llevar a cabo la adopción de I4.0:

1. *Productos, Servicios y Nuevos Modelos de Negocio*: La creación de productos en una industria conectada es diferente de la industria tradicional. La Industria 4.0 proporciona las herramientas necesarias para modificar el producto generado en función de los cambios en la demanda, tanto en términos de volumen como de variabilidad. Hay un cambio de la producción centrada en el producto a la producción centrada en el cliente. A esto se suma la posibilidad de generar nuevos servicios basados en datos e información y el uso de tecnologías, que representan un gran valor añadido para el cliente.
2. *Procesos Productivos*: Actividades realizadas de forma recurrente en actividades comerciales. En el caso de la industria, estos incluyen, entre otros, el diseño, la producción, el control de calidad, el seguimiento y el control de stock. Implementar la automatización y digitalización de procesos permitirá una visión global de toda la cadena de valor, maximizando la eficiencia y flexibilidad al producir más y mejor en menos tiempo.
3. *Tecnología e infraestructura*: La transformación en la industria 4.0 requiere un amplio conjunto de infraestructuras digitales. Estas infraestructuras incluyen:
  - Elementos de software: *sistemas de procesamiento de datos; plataformas para integrar los procesos de la empresa* (clientes, stocks, pedidos, gasto energético, tiempo de producción y eficiencia), etc.

- *Elementos de hardware*: sensores, PLC, codificadores, etc., que proporcionan conectividad a las diferentes máquinas y equipos con el fin de capturar, almacenar, monitorear y analizar la información generada.
4. *Información y Datos*: Los datos son la clave para el control, la gestión y la toma de decisiones en la Industria 4.0. Por esta razón, las empresas deben entender y gestionar los datos como uno de sus activos más importantes. Los datos deben gestionarse activa y estratégicamente a lo largo de toda la cadena de valor en todas las etapas de su ciclo de vida. Definir e implementar un plan para la recopilación, almacenamiento, análisis, valoración e intercambio de datos se vuelve básico y necesario para el éxito de la implementación de la industria 4.0. Al mismo tiempo, se debe encontrar un equilibrio entre el intercambio y la protección de los datos, garantizando su seguridad en todo momento.
5. *Cultura y Organización*: La transformación digital requiere un cambio de mentalidad en toda la empresa que a su vez necesita nuevos modelos organizativos en los que la implicación de la gerencia sea clave. Existe la necesidad de establecer nuevos roles que permitan la correcta implementación de iniciativas de digitalización plenamente alineadas con los objetivos estratégicos. Además, la digitalización exige una especialización en TI en todos los niveles de la organización. La contratación de personal cualificado en este campo, así como la promoción de programas de capacitación de calificación al personal existente es clave en una correcta transformación en la Industria 4.0.
6. *Ecosistema (Clientes, Proveedores y Socios)*: Las empresas forman parte de estructuras y cadenas de valor más grandes, que necesitan el intercambio de información y, por lo tanto, la integración de datos, procesos y sistemas de gestión con el objetivo de ofrecer más valor, más calidad y más eficiencia. Este intercambio constante de datos entre actores (proveedores, clientes...) requiere la correcta protección. Por lo tanto, es necesario establecer alianzas que definan nuevos marcos de cooperación en los que todas las partes puedan beneficiarse superando posibles barreras iniciales. Además, es necesario tener en cuenta el lugar central que los clientes y sus demandas ocupan en el ecosistema.

Por lo tanto, el modelo de madurez proporciona una visión de todas las capacidades, ayudando a una empresa a priorizar las áreas de enfoque y mejorar alineados con su resultado deseado y las ambiciones digitales.

Para construir el modelo de madurez e identificar en qué nivel se encuentra la empresa, tanto las reflexiones internas y externas en profundidad son altamente valiosas.

### **Análisis interno en profundidad**

Un análisis interno es esencial para comprender el estado digital actual de la empresa. Es importante emprender el análisis con tantos roles como sea posible para

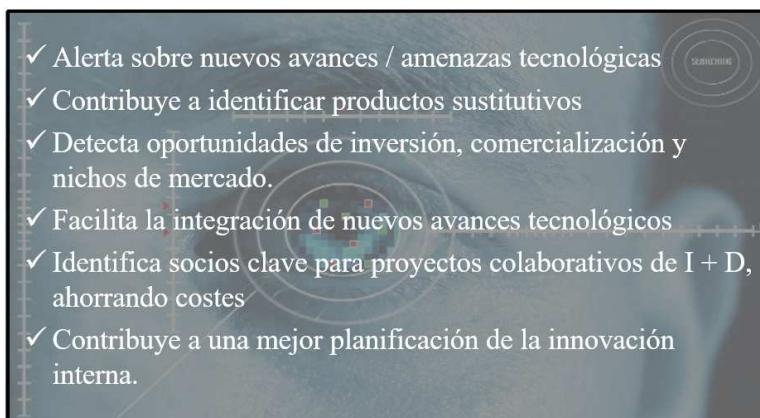
conseguir la situación real de la empresa; entrevistar solo al equipo directivo podría conducir a una percepción equivocada de la realidad. Obtener información de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo en todas las dimensiones de la empresa (las 6 áreas en el modelo de madurez descrito anteriormente) permitirá a una empresa identificar dónde se necesita más tecnología y transformación organizativa y dónde se requiere inversión.

Un taller participativo puede ser un método útil para incluir a representantes de diferentes áreas de la empresa y discutir juntos la situación de la empresa, incluso llegar a un acuerdo. Pero la mejor manera de identificar la situación actual, necesidades, deficiencias y áreas de mejora es a través de entrevistas en profundidad con los responsables de las diferentes áreas funcionales de la empresa – encuentros personales con las diferentes personas involucradas en las actividades del día a día. La realización de entrevistas individuales llevará a conocer las limitaciones de cada equipo, las necesidades de información del equipo, las horas invertidas en hojas de cálculo y documentos impresos, la falta de comunicación con otras unidades, la falta de software informático para ser eficiente e incluso soluciones y proyectos en mente pero nunca implementados.

#### **Análisis externo: vigilancia tecnológica**

El análisis interno debe complementarse con el conocimiento de la realidad del medio ambiente, el seguimiento de las innovaciones y desarrollos tecnológicos que se están produciendo, centrándose en su área de negocio, y conocer las oportunidades y amenazas que se les presentan.

El monitoreo, estudio del mercado y la vigilancia tecnológica harán que la empresa conozca las tendencias en el sector, el estado de la técnica de la tecnología y los cambios en el horizonte que podrían tener impacto. Este proceso favorece la implementación de nuevos proyectos, el éxito en la generación de nuevos productos y el éxito en la toma de decisiones sobre tecnologías de interés.



**Figura 2.4-3** Beneficios de la vigilancia tecnológica.

## Search engines

### Search engines & meta search engines

- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.izquick.com](http://www.izquick.com)
- [www.polymeta.com](http://www.polymeta.com)
- [www.dogpile.com](http://www.dogpile.com)
- [www.metacrawler.com](http://www.metacrawler.com)
- [www.biznar.com](http://www.biznar.com) Deep web Technologies
- <http://search.creativecommons.org/>
- [www.kwmap.com](http://www.kwmap.com)

### Scientific articles search engines

- [www.mednar.com](http://www.mednar.com) Deep web Technologies
- [www.worldwidescience.org](http://www.worldwidescience.org)
- [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)

## Databases

### Statistics

- EUROSTAT (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)
- OECD statistics (<http://stats.oecd.org/>)
- UNESCO Institute for Statistics (<http://www.uis.unesco.org>)
- Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>)

### Market studies

- Research and Markets ([www.researchandmarkets.com](http://www.researchandmarkets.com))
- Frost and Sullivan (<http://www.frost.com>)
- MARKETSandMARKETS ([www.marketsandmarkets.com](http://www.marketsandmarkets.com))
- SABI (<http://sabi.bvdep.com>)

## Automation tools

### Google tools

- Search trends : <https://trends.google.es/trends/>
- Tracking and reporting of website traffic: <https://analytics.google.com>
- Creation of alerts for specific topics: <https://www.google.es/alerts#>
- Academic and scientific articles: <https://scholar.google.es/>

### Dashboard tools

- Netvibes: <https://www.netvibes.com>
- Twitter deck: <https://tweetdeck.twitter.com/>

## Databases

### Thesis

- Ministerio de Educación: Information about spanish thesis <https://www.educacion.gob.es/teseo>
- TDX: Doctoral thesis online <https://www.tdx.cat>

### R&D centres

- MIT <https://news.mit.edu>
- Fraunhofer [https://fraunhofer.de/en/research/Ccurrent\\_research.html](https://fraunhofer.de/en/research/Ccurrent_research.html)
- Eurecat <https://Eurecat.org/en/news>

Subscription fees

## Databases

### Scientific databases

- SciFinder (chemistry) <https://scifinder.cas.org/scifinder>
- Web of Knowledge [www.accesowok.fecyt.es](http://www.accesowok.fecyt.es)
- Science Direct <http://www.sciencedirect.com>
- Wiley on line library [www.onlinelibrary.wiley.com](http://www.onlinelibrary.wiley.com)
- Scoopit [www.scoop.it](http://www.scoop.it)
- Scopus <http://www.scopus.fecyt.es>
- Nature [www.nature.com](http://www.nature.com)
- Kompass <http://es.kompass.com/>

### R&D projects

- CORDIS: <http://cordis.europa.eu>



## RSS

### RSS (Really Simple Syndication)

- What if they do not have a RSS? We need a html-RSS conversor
- Feedity: <https://feedity.com/>
- Feed43: <https://feed43.com/>

Netvibes: <https://www.netvibes.com/en>

Ex:

[https://www.fraunhofer.de/en/research/current\\_research.html](https://www.fraunhofer.de/en/research/current_research.html)  
<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/Actualidad/>

**Figura 2.4-4** Mecanismos simples de vigilancia.

Una estrategia de vigilancia tecnológica exitosa también traza estrategias futuras basadas en los conocimientos recopilados. Para llevar a cabo la vigilancia tecnológica existen herramientas de vigilancia que ayudan a recopilar datos de diversas fuentes y gestionar el gran volumen de información, clasificando la información en áreas de interés para la empresa para que pueda ser analizada. Ejemplos de mecanismos de vigilancia simples se pueden encontrar en la Figura 2.4-4

También es importante destacar que las patentes pueden ser una gran fuente de información valiosa. Alrededor del 95% de las solicitudes de patente que se han presentado desde 1883 están disponibles en el dominio público<sup>†</sup>. Asignar recursos específicos para analizar las bases de datos de patentes no solo puede ayudar a las empresas a analizar su competencia y obtener información sobre las tecnologías más avanzadas, sino también a garantizar que no se gasten recursos monetarios en I+D ya desarrollados. Algunos estudios (*Enric Escorsa, 2015*) señalan que cada año se gastan 50.000 millones de € en toda la UE en nuevas I + D en desarrollos que ya están patentados. De hecho, el 80% de la información técnica puede encontrarse adecuadamente en las bases de datos de patentes.

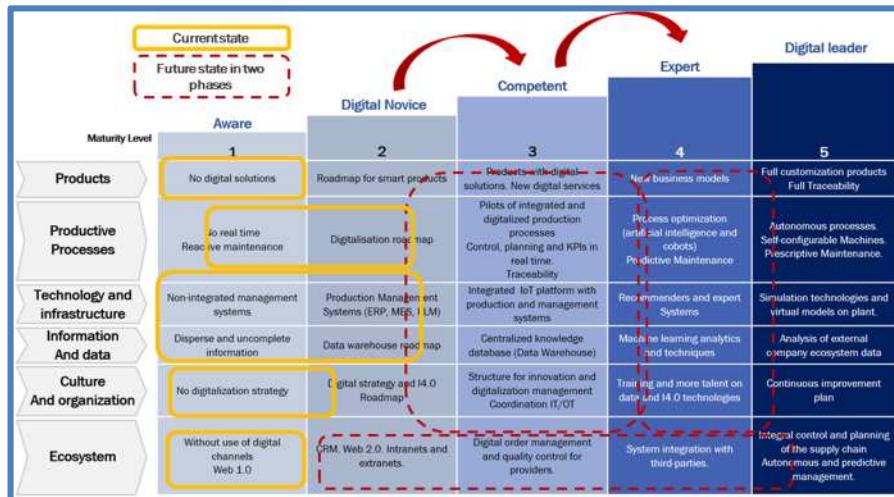
#### 2.4.2 Paso 2: Estrategia

Complementado a conocer su realidad digital actual y, a su vez, su nivel actual para cada dimensión del modelo de madurez, la empresa debe definir su ambición y estrategia para la transformación digital: “*¿a dónde quieres ir y qué intentas hacer?*” Al definir el estado futuro a alcanzar, es importante tener en cuenta que el objetivo no es alcanzar el nivel máximo de digitalización y que todos los niveles no deben progresar necesariamente al mismo nivel. Cada dimensión debe progresar al nivel que coincida con las ambiciones digitales y la estrategia de la propia empresa. Herramientas y técnicas como el análisis DAFO [14], las Cinco Fuerzas de Porter [15] y Canvas [16], entre otras son útiles para ordenar y visualizar los resultados obtenidos en el proceso de diagnóstico.

Una vez que se completa la evaluación del estado actual y la definición de la visión futura, se hace posible identificar las brechas sistémicas. Estas lagunas representan tanto desafíos que deben abordarse como oportunidades de digitalización y mejora.

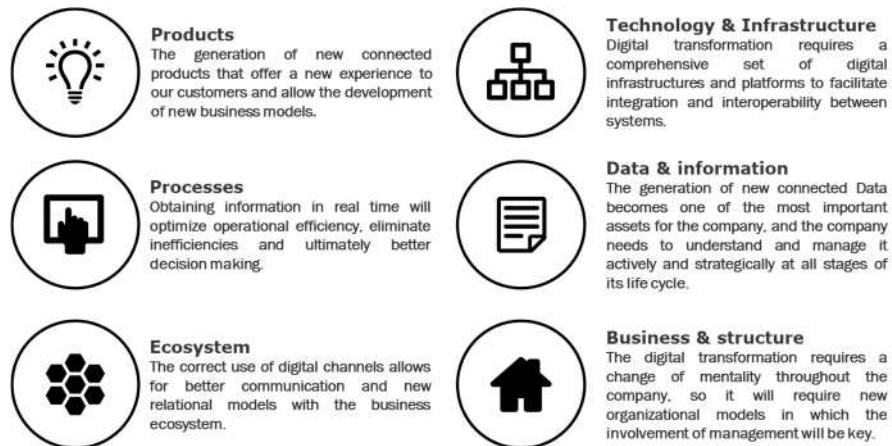
---

<sup>†</sup> James Conley et. al. “Estudio sobre patentes y dominio público (II)”, 2013



**Figura 2.4-5** Modelo de madurez en la industria 4.0. Estado actual vs imaginado estado. Ejemplo de definición de estado actual y futuro en el modelo de madurez de adopción I4.0. Fuente: Eurecat.

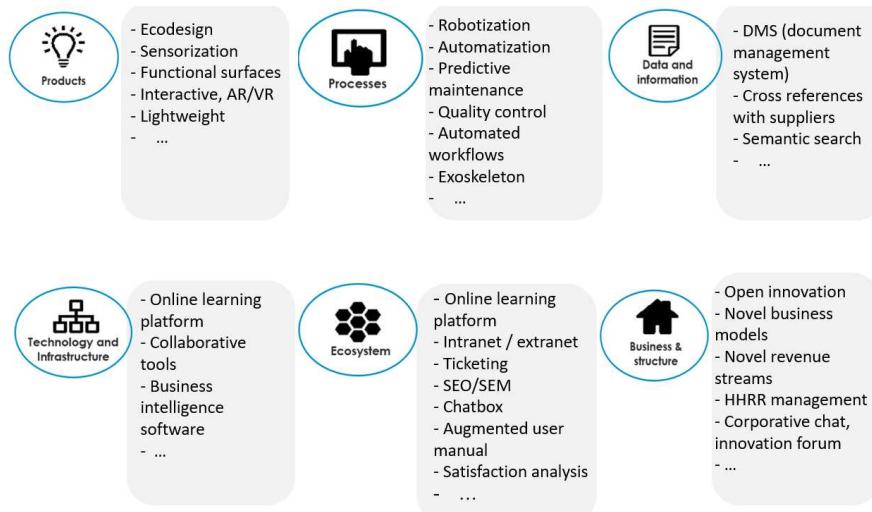
La identificación de oportunidades a desarrollar y los retos a abordar tendrán un impacto en diferentes áreas de la empresa con el fin de alcanzar el nivel deseado de digitalización. En el modelo de madurez de Industria 4.0 presentado en la Figura 2.4-6 existen 6 dimensiones definidas al analizar el nivel de digitalización de una organización:



**Figura 2.4-6** 6 dimensiones al analizar el nivel de digitalización de una organización.

### 2.4.3 Paso 3: Iniciativas

Después de identificar los desafíos y las oportunidades de mejora de la digitalización, una empresa puede crear iniciativas para alcanzar el nivel de digitalización deseado. Al generar y acordar las iniciativas (proyectos) a implementar es importante involucrar al mayor número posible de jefes de departamento y jefes de equipo dentro de la empresa. En general, esta actividad puede implicar varios talleres donde el resultado(s) del diagnóstico (evaluación del modelo de madurez) se presenta de forma visual con los estados actuales y futuros deseados como punto de partida para la discusión. A partir de este punto, el taller trabajará las diferentes oportunidades identificadas, generando así las iniciativas (proyectos) que la empresa implementará. La Figura 2.4-7 presenta algunos ejemplos básicos de iniciativas de digitalización para cada dimensión del modelo de madurez de Eurecat.



**Figura 2.4-7** Ejemplos de iniciativas de transformación digital/ I4.0.

Para cada dimensión, se pueden definir varias líneas de acción. Las iniciativas de ejemplo para la digitalización de los procesos básicos de producción de fábricas inteligentes se ilustran en Figura 2.4-8 .

Process	Sample digitalisation Lines of Action
Manufacturing operations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Additive manufacturing</b> to produce rapid prototypes or low-volume spare parts</li> <li>• <b>Advanced planning and scheduling</b> using real-time production and inventory data to minimize waste and cycle time</li> <li>• <b>Cognitive bots and autonomous robots</b> to effectively execute routine processes at minimal cost with high accuracy</li> <li>• <b>Digital twin</b> to digitize an operation and move beyond automation and integration to predictive analyses</li> </ul>
Warehouse operations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Augmented reality</b> to assist personnel with pick-and-place tasks</li> <li>• <b>Autonomous robots</b> to execute warehouse operations</li> </ul>
Inventory tracking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sensors</b> to track real-time movements and locations of raw materials, work-in-progress and finished goods, and high-value tooling</li> <li>• <b>Analytics</b> to optimize inventory on hand and automatically signal for replenishment</li> </ul>
Quality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In-line quality testing using <b>optical-based analytics</b></li> <li>• <b>Real-time equipment monitoring</b> to predict potential quality issues</li> </ul>
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Augmented reality</b> to assist maintenance personnel in maintaining and repairing equipment</li> <li>• <b>Sensors</b> on equipment to drive predictive and cognitive maintenance analytics</li> </ul>
Environmental, health, and safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sensors</b> to geofence dangerous equipment from operating in close proximity to personnel</li> <li>• <b>Sensors</b> on personnel to monitor environmental conditions, lack of movement, or other potential threats</li> </ul>

**Figura 2.4-8** Iniciativas de digitalización para la dimensión de procesos [17].

POTENTIAL LINES OF ACTIONS	
	Ensure comprehensive and scalable data availability in a holistic view.
	Improving information security.
	Optimisation of production and quality control.
	Automation of operations.
	Optimisation of supply planning and internal logistics.
	Improved product development management.
	Improved maintenance management.
	Marketing and sales empowerment.
	Integration with the ecosystem.
	New customer value services.
	Support for HR management, training and change management.
	Optimization efficiency financial administration.
	Adaptation of the organization to the digital transformation.

**Figura 2.4-9** Oportunidades de digitalización.

Otras posibles oportunidades también se proponen en Figura 2.4-9.

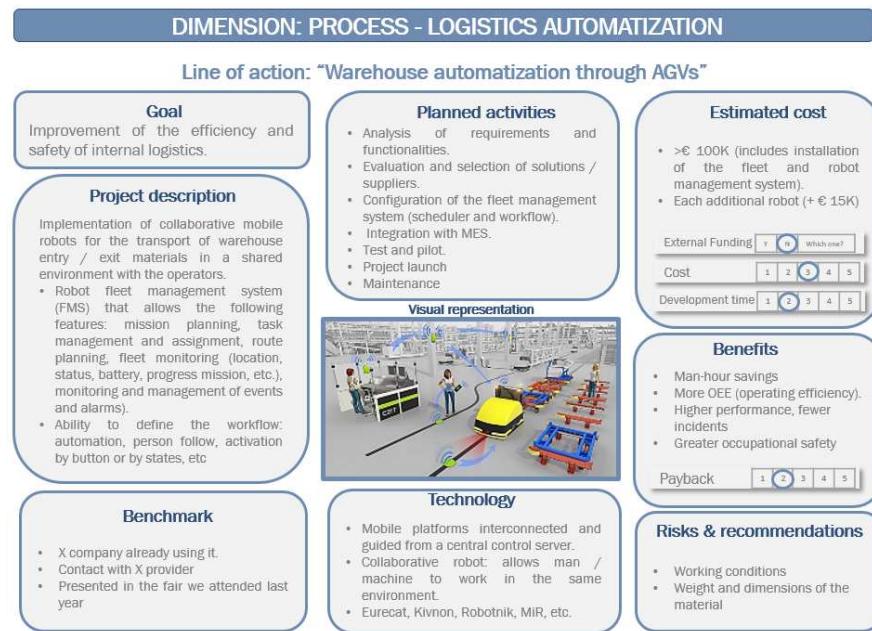
Para este taller es importante involucrar a expertos en tecnologías en diferentes campos principalmente relacionados con las nueve tecnologías comúnmente definidas como impulsores clave en la Industria 4.0. De esta manera, la inclusión de consultores externos, expertos en digitalización o personas que hayan participado en procesos similares de transformación digital facilitará el proceso de generación de iniciativas. Con la combinación del conocimiento interno de la empresa y la experiencia externa en tecnología y transformación digital, se definirán iniciativas para resolver las oportunidades identificadas.

Para cada iniciativa es importante definir en la medida de lo posible sus objetivos, los pasos necesarios para la implementación, los costos estimados, así como los beneficios y riesgos esperados. Una forma posible de definir las iniciativas es a través de una definición de un buscapersonas. Esto podría definirse como una plantilla visual (canvas). Canvas es un enfoque fácil para comprender, diseñar e iniciar nuevos proyectos sistemáticamente. Se define en una página y cubre la información necesaria para la definición de un proyecto. Utiliza un lenguaje neutro y es fácil de acceder y comprender por todas las partes interesadas del proyecto.

Los elementos de información más comunes presentados en un lienzo para una definición de iniciativa son:

- *Objetivo*: El objetivo principal de la implementación de la iniciativa.
- *Descripción*: Explicación de la iniciativa. El reto que pretende resolver y cómo se llevará a cabo.
- *Benchmark*: Proveedores o soluciones identificadas para implementar la iniciativa
- *Acciones planificadas*: Los principales pasos para llevar a cabo la implementación de la iniciativa.
- *Representación visual*: Imagen, diagrama o esquema para ayudar a entender la iniciativa.
- *Tecnología*: Las tecnologías que son necesarias para llevar a cabo la implementación de la iniciativa.
- *Costo estimado*: Una estimación del costo de adquisición y / o implementación de la iniciativa. Lo más detallado posible. También puede incluir información sobre la necesidad de financiación externa y el tiempo necesario para implementarla.
- *Beneficios*: Los principales beneficios para la empresa de implementar la iniciativa. Es importante poder estimar una recuperación de la inversión. Esto permite cuantificar el beneficio y facilita la posterior priorización de las iniciativas.
- *Riesgo y recomendaciones*: Impedimentos y problemas que pueden ocurrir durante la implementación de la iniciativa. También incluye dependencias con otras iniciativas y recomendaciones para una implementación exitosa.

A modo de ejemplo, la Figura 2.4-10 presenta el lienzo para una iniciativa de automatización del almacén a través de vehículos guiados automatizados.



**Figura 2.4-10** Ejemplo de proyecto de lienzo para la automatización de almacenes a través de AGV. Derechos de la imagen de Eurecat. Fuente: Centro Tecnológico Eurecat – Departamento de Consultoría

#### 2.4.4 Paso 4: Planificación

Tener el mapa de iniciativas no es suficiente para pasar a la acción en términos de transformación digital. El conjunto de iniciativas generadas debe ser priorizado, agrupado si es posible y en última instancia secuenciado a tiempo para crear la hoja de ruta de digitalización para la empresa a corto, mediano y largo plazo. Este puede ser un proceso difícil porque cada iniciativa a menudo tiene su propia justificación comercial y financiación. Sin embargo, es esencial porque la hoja de ruta es la guía y referencia para mantener a la empresa avanzando hacia su objetivo.

Para priorizar correctamente las empresas deben seleccionar aquellos proyectos que generen el máximo impacto (por ejemplo, el ROI). No obstante, también deben evaluar los costos de oportunidad, las dependencias entre las iniciativas y las actividades de agrupación que tienen oportunidades sinérgicas.

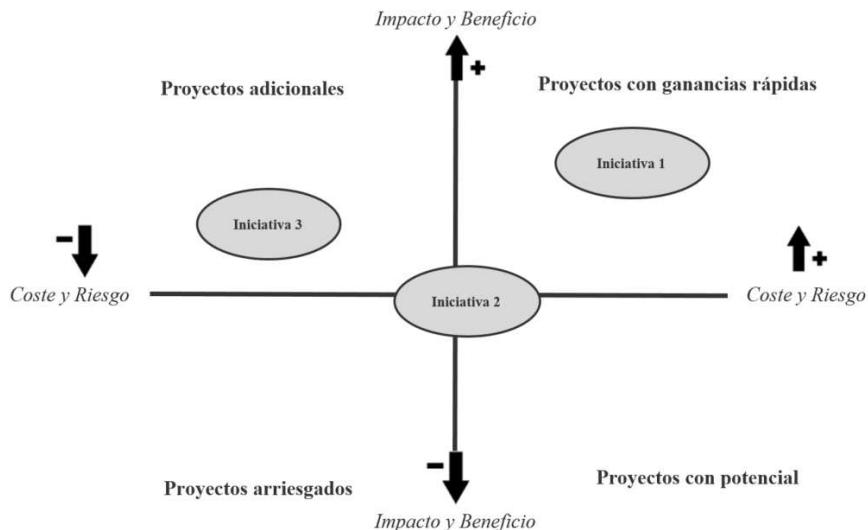
Al priorizar las iniciativas, algunos criterios que podrían tenerse en cuenta incluyen:

- *Alineación estratégica*: qué tan bien se alinea la iniciativa con la estrategia de negocio. Como la mayoría de los proyectos generalmente afirman alinearse con la estrategia de digitalización, es importante definir el grado de alineación o incluso detectar si este proyecto posicionaría a la empresa entre las mejores del sector (top 1, top 3 o top 10) o, por el contrario, no aportaría una diferenciación en el mercado destacable.
- *Impacto o Beneficio*: Cada iniciativa generada debe tener algún impacto en el avance de la empresa en el proceso de transformación digital. Lo que es importante evaluar es hasta dónde va a mover la empresa hacia adelante. La estimación de este impacto puede estar relacionada con el aumento de las ganancias, la reducción de los costos o elementos más cualitativos, como la lealtad o el controlador de ventas.
- *Estimación de costos*: Conocer el costo económico para la implementación de la iniciativa es esencial para llevar a cabo la priorización. Los recursos económicos son limitados, por lo que cuanto más realista sea la estimación, más refinada será la priorización de los proyectos. Sin embargo, estimar el costo no es una tarea fácil y una empresa tendrá que tener en cuenta las tecnologías involucradas, la fuerza de trabajo, etc.
- *Madurez de la tecnología*: A menudo, las soluciones tecnológicas que se requieren para implementar una iniciativa han estado disponibles en el mercado durante varios años, con varios proveedores capaces de suministrar la tecnología requerida. Sin embargo, es posible que la tecnología requerida siga siendo una versión beta en proceso de validación, o que ni siquiera se haya desarrollado. Por lo tanto, es importante identificar la madurez de la tecnología requerida para implementar una iniciativa, lo que se traduce en un riesgo tecnológico involucrado en llevar a cabo esa iniciativa.

Un enfoque eficaz para llevar a cabo la priorización de todas las iniciativas es atribuir factores de peso de acuerdo con su importancia y establecer niveles para cada uno de los criterios de evaluación (alineación estratégica, impacto, estimación de costos y madurez tecnológica). Y, a través de un taller con las personas designadas, realizar una votación para cada una de las iniciativas. Se puede establecer una matriz visual para facilitar la priorización y agrupar las iniciativas en las siguientes tipologías, como se muestra en la Figura 2.4-11.

Esta matriz se divide en 4 cuadrantes:

- *Proyectos con ganancias rápidas (“quick wins”)*: Cuadrante superior derecho. Aquellas iniciativas que tienen alto impacto con bajo costo y riesgo. Por lo general, estas son las iniciativas prioritarias, ya que permiten obtener resultados desde el principio y motivan al personal / partes interesadas y establecen un ritmo para todo el proceso de transformación.



**Figura 2.4-11** Ejemplo de matriz visual para facilitar la priorización y agrupación de iniciativas.

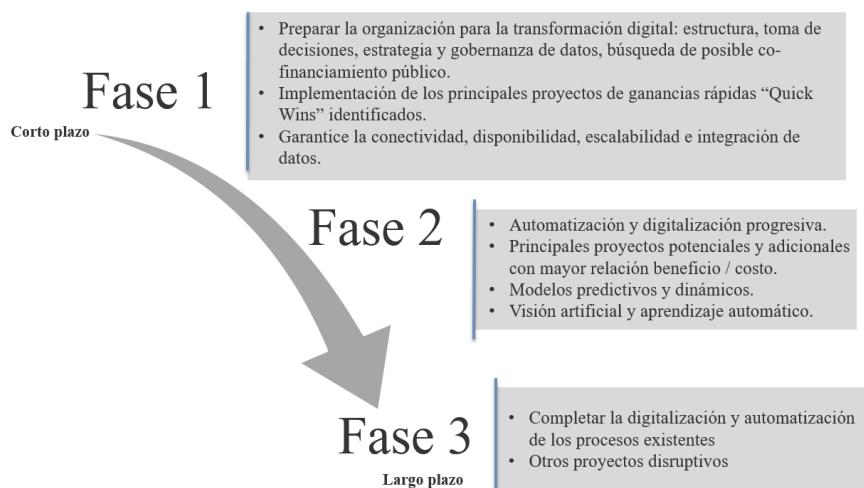
- *Proyectos potenciales:* Cuadrante inferior derecho. Aquellos proyectos que tienen un impacto de alto valor para la digitalización de la empresa pero que tienen un mayor costo y/o riesgo asociado a ellos en comparación con los “quick wins”. El grado de alineación estratégica puede determinar una posición de iniciativas en la secuencia de implementación.
- *Proyectos adicionales:* Cuadrante superior izquierdo. Aquellas iniciativas con un impacto reducido en términos de proceso de digitalización pero tienen un bajo riesgo y coste que las hacen interesantes para su implementación a medio / largo plazo.
- *Proyectos arriesgados:* Cuadrante inferior derecho. Aquellos proyectos que debido a su bajo impacto en la transformación digital y su alto costo y riesgo se descartan en primera instancia para no desperdiciar recursos en su implementación.

Idealmente, las iniciativas con alto impacto y bajos costos y riesgos de implementación serían las que tienen mayor prioridad de ejecución. Sin embargo, a veces es necesario tomar un riesgo y posicionar a la empresa estratégicamente apostando por una iniciativa de alto impacto, a pesar de los altos costos o riesgos que conlleva.

La matriz de coste/beneficio dará lugar a una primera clasificación de las iniciativas que tendrán, en primer lugar, las ganancias rápidas seguidas por los proyectos potenciales y finalizarán con los proyectos adicionales. Sin embargo, esta disposición requiere una iteración teniendo en cuenta las dependencias entre

iniciativas. Es decir, es posible que algunas iniciativas no puedan llevarse a cabo si otra iniciativa no se ha implementado previamente. Por ejemplo, al crear un algoritmo para predecir la demanda, es imposible hacer que el modelo funcione si los datos la organización, los datos del mercado, la información de productividad, los valores de ventas, etc. no han sido recogidos previamente. Del mismo modo, si se va a realizar un mantenimiento predictivo, será imposible sin tener las máquinas conectadas primero en una red.

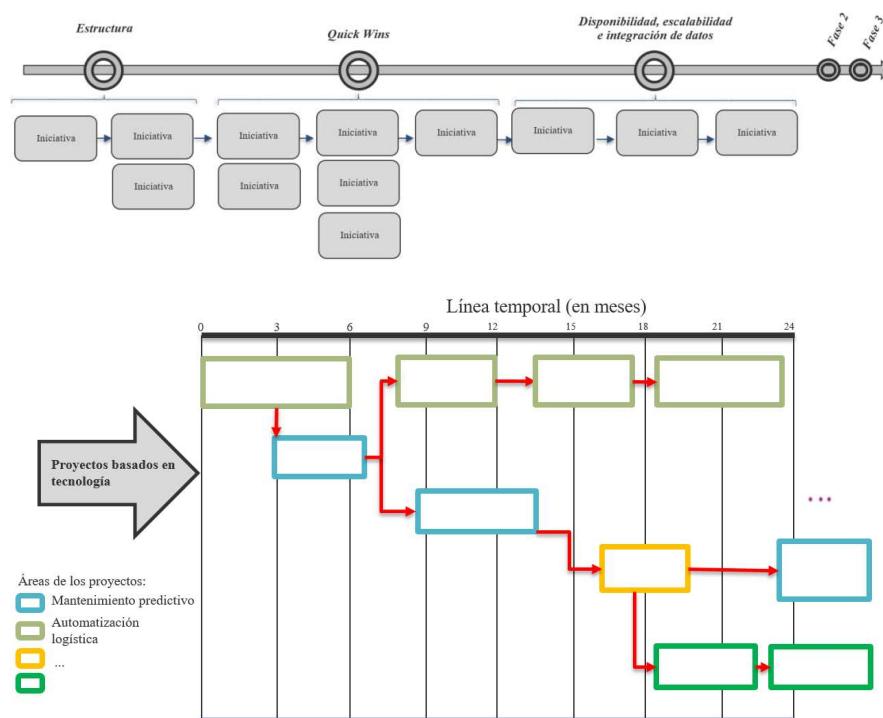
Por lo tanto, teniendo en cuenta estas dependencias, así como otras consideraciones organizativas y estructurales o posibilidades de financiación, se llevará a cabo la priorización definitiva de las iniciativas a diferentes horizontes temporales definiendo así la estrategia para la transformación digital.



**Figura2.4-12** Proceso de tiempo de ejecución de la hoja de ruta. Derechos de la imagen de Eurecat. Fuente: Centro Tecnológico Eurecat – Departamento de Consultoría

Como se presentó anteriormente en el capítulo, una hoja de ruta se puede representar visualmente de muchas maneras diferentes. Las iniciativas pueden agruparse por áreas funcionales (producción, ventas, desarrollo de productos, evaluación de la calidad); por desafíos / objetivos clave (reducción de costos, aumento de ventas, desarrollo de nuevos productos o servicios); o por temas estratégicos clave (presencia internacional, expansión empresarial, mayor capacidad de producción, reducción de costos). Las columnas representan las etapas de progresión. Se pueden establecer por fase; por tiempo (meses, años, trimestres); por posicionamiento de capacidad (fundación, competitivo, líder); por etapa de la estrategia (ampliar gama de productos, dominación del mercado ...). No hay una forma correcta o incorrecta de hacerlo, la mejor manera es la que tenga sentido para

el equipo. Las opciones son infinitas, pero la clave es mantenerlo claro, simple y enfocado para que todas las partes del negocio puedan entenderlo inmediatamente. Cada iniciativa tendrá una posición en la secuencia, siendo colocada en una etapa en la que se implementará y agrupará con otras iniciativas si es así. Las iniciativas pueden estar vinculadas secuencialmente o trazadas en paralelo con una o más iniciativas. Las representaciones visuales simplificadas de la hoja de ruta se pueden encontrar en la Figura 2.4-13.



**Figura 2.4-13** Ejemplos de representación de la hoja de ruta. Derechos de la imagen Eurecat [18].

Al trazar las iniciativas es importante tener en cuenta los recursos disponibles en términos de personas, dinero y tiempo y el ritmo que se establece para la empresa. Las respuestas a algunas de las siguientes preguntas deberán tenerse en cuenta:

- ¿Cuántos proyectos se pueden llevar a cabo al mismo tiempo?
- Incluso si tengo los fondos, ¿tengo el personal para implementarlo?
- ¿Está la empresa preparada para el cambio involucrado en ciertas iniciativas?

Conocer la realidad de la empresa, su voluntad de cambio y la capacidad de implementar proyectos definirán la hoja de ruta final.

Realizar diferentes iteraciones de la hoja de ruta, con diferentes escenarios a un horizonte temporal mayor o menor puede ayudar a definir la hoja de ruta definitiva.

#### 2.4.5 Paso 5: Comunicación e implementación

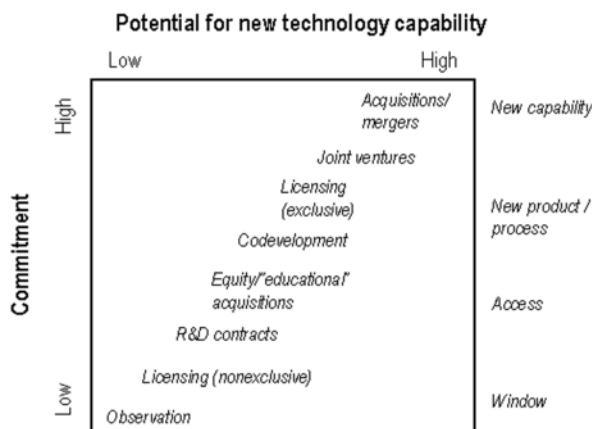
Una vez desarrollada la hoja de ruta con la estrategia de digitalización planificada, llega el momento de su comunicación e implementación.

Para la comunicación, se recomienda que una organización organice eventos, talleres y recopile las mejores prácticas para inspirar a su personal, compartir la visión común y capacitarlos en las nuevas herramientas o tecnologías.

Para la implementación, es necesario formar un equipo de gestión de procesos, asignar recursos financieros (incluida la creación de un plan de financiación / financiero) e identificar a las personas adecuadas para implementar proyectos asociados a la estrategia y tomar decisiones sobre cómo llevarlos a cabo.

Una vez establecida la estructura necesaria para llevar a cabo el proceso de transformación, se deben implementar las iniciativas propuestas en la hoja de ruta. Cada iniciativa es un proyecto por derecho propio y debe tratarse como tal. Por lo tanto, a partir de la definición llevada a cabo en el proceso de desarrollo de la hoja de ruta, se deben seguir los pasos de implementación propuestos.

En cada caso la empresa debe decidir cómo llevar a cabo la implementación. Puede adquirir tecnología, desarrollar la tecnología internamente, o colaborar con terceros para el desarrollo de la misma. La decisión tendrá que tomarse si comprar, hacer o colaborar. Aunque en muchos proyectos la decisión puede parecer obvia, en la mayoría de los casos no lo es. Cada opción tiene sus pros y sus contras por lo que la empresa debe sopesar en cada caso cuál es la estrategia que puede aportar mayor valor.



**Figura 2.4-14** Matriz para la decisión de adquisición de tecnología. Fuente: Mechanism of Technology Sourcing, Leonard-Barton.

A continuación, se muestra una descripción de cada estrategia potencial:

- *Observación*: Seguimiento continuo de los enfoques de los competidores y de mercado sobre cómo se fabrican u ofrecen los procesos, innovaciones, productos y servicios.
- *Licencias (no exclusivas)*: concede a un tercero (licenciatario) el derecho a utilizar la propiedad intelectual, pero significa que el licenciante y cualquier número de otros licenciatarios también explotan la misma propiedad intelectual.
- *Contratos de I+D*: Sucontratación de procesos de I+D para reducir costes y mejorar el rendimiento. Los acuerdos de servicios podrían entrar dentro de la definición de I+D remunerado.
- *Adquisiciones de inversión / educativas*: Oportunidad de investigar una tecnología en profundidad a través de la inversión, confiando y contribuyendo a fomentar una empresa.
- *Co-desarrollo*: Para desarrollar algunos proyectos, tecnologías o servicios conjuntamente con una empresa de terceros.
- *Licencia (exclusiva)*: otorga el más alto grado de exclusividad al licenciatario. Puede ser licencia exclusiva por área geográfica, tiempo o bien ilimitada pudiendo llegar incluso a excluir a través de determinadas cláusulas al licenciante, del uso de la tecnología. La empresa licenciataria gozará de una posición de monopolio sobre el uso y la comercialización de la invención.
- *Joint-Ventures*: Acuerdo en el que dos o más empresas acuerdan poner en común sus esfuerzos y recursos con el propósito de llevar a cabo una tarea específica, principalmente para crear un nuevo negocio o proyecto.
- *Adquisiciones / fusiones*: Cuando una empresa se hace cargo de otra y se establece claramente como el nuevo propietario, la compra se denomina adquisición. Por otro lado, una fusión es cuando dos empresas, generalmente del mismo tamaño, acuerdan seguir adelante como una sola empresa nueva.

Aunque cada proyecto es diferente, el establecimiento de alianzas con proveedores de tecnología o entidades de I+D como centros tecnológicos y universidades seguramente mejorará el proceso y brindará apoyo en la ejecución.

Además, cuando se pone en práctica la hoja de ruta y se implementan proyectos y soluciones tecnológicas u organizativas, es esencial supervisar el progreso y garantizar que permanezca en marcha. Para monitorear la evolución, es importante definir métricas e indicadores para detectar si el proceso de implementación logra los resultados deseados y está alineado con los objetivos y la estrategia del negocio.

Para crear un KPI de transformación, Gartner recomienda hacer estas 5 preguntas clave:

1. ¿Qué se está midiendo? Un ejemplo podría ser el porcentaje de interacciones con el cliente que son virtuales / digitales.
2. ¿Dónde estamos hoy?
3. ¿Cuál es nuestro objetivo?

4. ¿Cuál es nuestro resultado / beneficio comercial deseado? Por ejemplo, 50% mejores resultados de los clientes y 20% menor costo.
5. ¿Cuál es nuestro punto de equilibrio? (Un "punto de equilibrio" define las razones por las que una empresa no debe digitalizarse en exceso. La ley de rendimientos decrecientes también se aplica, y a veces no tiene sentido tener 100% como objetivo. Por ejemplo, una empresa sudamericana podría querer mover a todos sus clientes a transacciones móviles, pero en algunos países el 100% de los consumidores usa un teléfono inteligente, mientras que en otros países solo el 15% lo hace).

A continuación, se proponen algunos ejemplos de hitos generales:

- Competencia digital
  - El alcance de la organización en el mercado
  - I4.0 y cociente de madurez digital de los empleados, incluidos la junta directiva y los líderes de alto nivel
- Enfoque al cliente
  - La tasa de adquisición de nuevos clientes
  - Número de puntos de contacto del cliente dirigidos a mejorar positivamente la experiencia del cliente
  - Reducción en el tiempo de comercialización de nuevos productos a los clientes
  - Cambio en el comportamiento del cliente a lo largo del tiempo en todos los canales
- Retorno de la innovación
  - Porcentaje de ingresos procedentes de nuevos productos/servicios introducidos
  - Porcentaje del beneficio de las nuevas ideas implementadas
  - Número de ideas innovadoras que se implementan de manera efectiva
  - Número de nuevos productos o servicios lanzados en el mercado
  - Número de nuevos modelos de negocio adoptados para diferentes clases de clientes

También hay que tener en cuenta que la hoja de ruta debe ser un documento vivo que tiene que adaptarse y crecer con la empresa. Debe ser revisado y analizado con frecuencia para actualizarlo de acuerdo con los cambios de los requisitos de negocio propios de la empresa, la influencia externa de los competidores, las demandas de los clientes o la interrupción de las nuevas tecnologías.

En el siguiente capítulo discutiremos que la integración de I4.0 y las perspectivas de las personas. Descubrir cómo entender, reflexionar, liderar y aplicar las herramientas adecuadas para administrar bien a las personas a través del ámbito de la Industria 4.0.

## 2.5 Construyendo una hoja de ruta tecnológica: estudio de caso práctico

Tal y como se ha presentado en apartados anteriores, las hojas de ruta tecnológicas pueden ser herramientas esenciales para evaluar oportunidades y definir cómo logramos nuestros objetivos al navegar hacia la Industria 4.0. Es una declaración de intención y dirección, coordinando las opciones estratégicas para trazar el camino para llegar a los objetivos de nuestra organización.

Las metodologías de hojas de ruta tecnológicas (roadmapping) pueden ser utilizada por organizaciones de todos los tamaños, desde PYMEs hasta grandes corporaciones. El siguiente estudio de caso describe la gama de desafíos a los que se enfrenta una PYME específica (Casa Ametller) y cómo se ha utilizado el roadmapping para visualizar y desarrollar estrategias.

### 2.5.1 Entrevista con el Gerente de Innovación de Casa Ametller

#### ¿Cómo describirías a Casa Ametller?

Casa Ametller es una cadena de supermercados especializada en productos frescos. La empresa, fundada en 2001, optó por una estrategia de integración vertical: gestionar toda la cadena de valor desde los campos (actualmente posee más de 1.500 hectáreas), hasta la producción interna de alimentos, verduras e incluso platos preparados como tortillas, sopas y cremas, entre muchos otros. A través de la calidad y el valor añadido de proximidad el segmento de población que más han cautivado son ciudadanos interesados en una dieta saludable que de alguna manera son conscientes del impacto ecológico de la industria alimentaria.



El grupo Casa Ametller cuenta con más de 94 tiendas, una plantilla fija de 2.000 personas y una facturación de más de 162 millones de euros (2017).

La empresa Ametller Origen Obradors (AOO) está integrada dentro de la División de Alimentos Preparados del Grupo Ametller. Produce alrededor de 160 referencias de productos, destacando las líneas precocinadas y la línea de productos lácteos. AOO generó alrededor de 12 millones de euros en ingresos, con una plantilla de 90 trabajadores.

#### ¿Qué factores (externos o internos) han sido clave para considerar la necesidad de crear una hoja de ruta tecnológica?

La incorporación de la tecnología en cualquier proceso productivo debe ser guiada, bajo una estrategia general de planta y siguiendo los objetivos marcados por

la empresa incorporando no sólo una visión limitada o corto placista sino teniendo en cuenta:

1. El impacto que una tecnología puede tener a la hora de crear nuevos productos y abrirse a nuevos mercados,
2. La interacción con otras máquinas, procesos y conocimientos técnicos en el presente y el futuro.
3. Valorar el impacto que tienen los nuevos proyectos tecnológicos como inversión para mejorar la calidad, la eficiencia, la productividad y servir cada vez mejor al cliente final.

Con un crecimiento anual superior al 17%, la mejora en la eficiencia y el control de los procesos es crucial para que AOO pueda responder al aumento de la demanda en los próximos años. En este sentido, la tecnología juega un papel muy importante.

Vamos a explicar un caso específico que enfrenta Casa Ametller: el giro de la tortilla y el posterior empaque solían ser una laboriosa tarea que causaba frecuentes heridas y quemaduras a los operadores. La reciente automatización de esta tarea, que llevará a cabo una máquina con más de 30 bandejas, hace que el proceso sea casi automático. El personal ha sido trasladado a tareas de seguimiento y control de procesos, garantizando en todo momento la calidad, agilidad y correcta ejecución del proceso. Este ejemplo es transferible al resto de la fábrica. ¿Existen procesos en los que la tecnología puede desempeñar un papel clave? ¿Dónde podrían mejorar la nueva maquinaria la velocidad y el control que permitirán la adecuada continuidad y crecimiento de la empresa, el bienestar de sus trabajadores y la mejora de la calidad de los productos finales? Sin duda, una hoja de ruta tecnológica es clave para guiar la identificación, definición, priorización e interrelación de estos procesos.

### **¿Le resultó útil desarrollar una hoja de ruta tecnológica?**

Sí, porque ha sido posible visualizar las necesidades tecnológicas más urgentes para nuestra empresa sin parcializarse y centrarse únicamente en apagar los incendios a corto plazo. Asignar tiempo y recursos para compartir puntos de vista entre el equipo y también con moderadores y expertos tecnológicos externos nos ha permitido tener una visión más global y disruptiva. Conceptualizar proyectos también a mediano y largo plazo, priorizando su lugar y visualizando los impactos esperados y el camino a seguir para lograr una correcta implementación.

De la hoja de ruta tecnológica hemos extraído las oportunidades derivadas de la mejora tecnológica propuesta, identificando una forma clara y común de hacer más competitiva la planta actual, conocer qué elementos modificar para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos, marcar el camino hacia la mayor estandarización de la calidad de los productos y, en particular, diseñar pilotos a pequeña escala que nos ha servido para el diseño de la nueva planta.

**¿Qué consejo le daría a una empresa que aún no ha iniciado el proceso?**

En nuestro caso, recomendamos encarecidamente utilizar soporte externo que proporcione experiencia metodológica sobre cómo crear e implementar la hoja de ruta en sí, así como proporcionar una visión general de lo que está sucediendo en el mercado y qué tecnologías podrían ser aplicables y más adecuadas a nuestros procesos.

**¿Cuáles son algunas de las denominadas tecnologías de la Industria 4.0 que se han incluido en su hoja de ruta? ¿Puede dar un ejemplo de un proyecto o una aplicación tecnológica específica?**

Para poder implementar la hoja de ruta se ha creado, se están incorporando gradualmente varias tecnologías complementarias con el fin de mejorar nuestra eficiencia de producción. Algunas de estas tecnologías son tecnologías basadas en la nube y big data. Otra tecnología es la inteligencia artificial, específicamente técnicas basadas en el aprendizaje automático que nos ayudarán a analizar los datos que tenemos para detectar patrones y poder diseñar sistemas de soporte de decisiones que nos permitan optimizar ciertas actividades del proceso de producción, como la planificación diaria de los pedidos de producción en la planta. Se tendrán en cuenta multitud de variables, como paradas no programadas por incidentes, o las necesidades de acciones de mantenimiento en las líneas y equipos para minimizar el número de estas paradas no planificadas.

**¿Cómo espera realizar un seguimiento del éxito de la implementación de la hoja de ruta?**

Con el fin de garantizar la correcta implementación de la hoja de ruta, el cambio tecnológico se incorporará a las reuniones semanales del equipo de la planta. Se asignarán recursos para establecer un comité de seguimiento y ejecutar los proyectos específicos seleccionados. Además, se contratarán servicios de consultoría externa para desarrollar y proporcionar apoyo externo a determinados proyectos. Se están estableciendo métodos para rastrear y registrar el éxito de los KPI específicos de la hoja de ruta.

## 2.6 Conclusión

Este capítulo presentó la hoja de ruta de la transformación digital/ Industria 4.0. En primer lugar, descubrimos la importancia de los modelos de madurez en los pedidos para identificar la brecha entre el estado digital real de la empresa y la visión de futuro deseada definida para cada dimensión de la empresa. Una vez identificada la brecha, es posible generar oportunidades entorno la trasformación de procesos hacia una empresa 4.0 / digital.

Aprendimos cómo tener un mapa de oportunidades no es suficiente para implementar la transformación digital para tener éxito. Requiere un proceso de

priorización donde una matriz costo/beneficio ayude a obtener un primer ranking dividiendo las iniciativas en ganancias rápidas, proyectos potenciales, proyectos adicionales y proyectos arriesgados. Establecer prioridades para diferentes horizontes temporales es esencial para alinear la estrategia tecnológica con la estrategia de negocio y no sobrecargar los recursos de la empresa. Por último, se discutió brevemente la forma de representar las iniciativas en la hoja de ruta final. En este caso la representación puede tomar la forma que mejor se adapte a las

**Términos de acceso (Open Access)** Este capítulo se distribuye bajo los términos de la Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso, duplicación, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre que dé el crédito apropiado al autor o autores originales y la fuente, se menciona y proporciona un enlace a la licencia Creative Commons y se indica cualquier cambio realizado.

Las imágenes u otro material de terceros en este capítulo están incluidos en la licencia Creative Commons del trabajo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito de cada material; Si dicho material no está incluido en la licencia Creative Commons de la obra y la acción respectiva no está permitida por la normativa legal, los usuarios deberán obtener permiso del titular de la licencia para duplicar, adaptar o reproducir dicho material

## 2.7 Referencias

- [1] Your Company doesn't need a digital strategy – George Westerman. MIT Sloan Management 2017.
- [2] The Digital Transformation Journey: How to modernize your SME. Canon research 2016. Interviews to SME CEOs across the EU
- [3] Albright strategy (Roadmaps and Roadmapping Technology Futures Strategy).
- [4] <https://www.pip.global/es/services/digital-roadmap>
- [5] <https://navvia.com/digital-transformation-roadmap/>
- [6] MacKinsey&Company
- [7] R.Geissbauer, J.Vedso, I.S.Schrauf, 2016, “2016 Global Industry 4.0 Survey”, PricewaterhouseCoopers
- [8] Febrero 2014, “Capitalizing on the Internet of Things”, Bosch, White Paper Series Parte I
- [9] Juliol 2014, “The Connected Enterprise Maturity Model”, Rockwell Automation, Publication CIE-WP002-ES-P
- [10] 2014, “Connected Product Maturity Model”, Axeda, libro blanco
- [11] Abril 2016, “INDUSTRY 4.0”, Switzerland Global Enterprise, Whitepaper- Opportunities for the Swiss Export Industry
- [12] Modelo de madurez Industria 4.0. Smart Cataluña

- [13] <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html>
- [14] ["SWOT Analysis: Discover New Opportunities, Manage and Eliminate Threats"](http://www.mindtools.com). *www.mindtools.com*. 1006. Retrieved 24 February 2018.
- [15] Michael E. Porter, " How Competitive Forces Shape Strategy ", mayo de 1979 (Vol. 57, Nº 2), páginas 137 a 145.
- [16] Business Model Generation, A. Osterwalder, Yves Pigneur, Alan Smith, and 470 practitioners from 45 countries, self published, 2010
- [17] Prensa Universitaria Deloitte. Deloitte Análisis Industria 4.0. Fábrica inteligente  
<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry--0/smart-factory-connected-manufacturing.html>
- [18] Centro Tecnológico Eurecat – Departamento de Consultoría



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



"El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido que refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo"

Sistema de formación en fabricación Digital para Pymes (Digit-T)  
Referencia del proyecto: 2017-1-UK01-KA202-036807