





Sistemas Avanzados de eficiencia productiva para la Industria 4.0

PROGRAMA: PROYECTOS DE I+D EN COLABORACIÓN

ACTUACIÓN: IMDECA-Proyectos de I+D en colaboración

Fecha de concesión: 1 de julio de 2016

Entregable E1.2 Modelo de referencia de la Industria 4.0

Perteneciente al paquete de trabajo: PT1

Participante responsable: AIDIMME

Mes estimado de entrega: Mes 12







RESUMEN

SAIN4 es un proyecto financiado con el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

El objetivo del entregable E1.2 es describir un modelo de la Industria 4.0 aplicable a los sectores Madera-Mueble y Metalmecánico, y que pueda utilizarse para evaluar la situación de las empresas respecto los objetivos propuestos por el paradigma Industria 4.0.

ABSTRACT

SAIN4 is a project funded by the Valencian Institute for Business Competitiveness (IVACE) and the European Union through the European Regional Development Fund (FEDER).

The objective of the deliverable E1.2 is to describe a model of Industry 4.0 applicable to the Wood-Furniture and Metal-mechanical sectors, and that can be used to evaluate the situation of the companies with respect to the objectives proposed by the Industry 4.0 paradigm.







Tabla de Contenidos

1. Introducción	4
1.1. Objetivos del Paquete de Trabajo 1	4
1.2. Objetivo del presente documento	4
2 Modelos de referencia actuales	6
2.1 Metodologías de transformación	6
2.2 Modelos de madurez digital	9
3. Modelo sectorial de referencia Industria 4.0	22
3.1 Visión general del Modelo	22
3.2 Estructura y componentes del modelo.	22
3.2.1 Áreas de análisis.	23
3.2.2 Facilitadores de la transformación digital.	25
3.2.2.1. Facilitadores dependientes.	25
3.2.2.2. Facilitadores independientes.	30
4. Utilización del modelo	31
4.1 Niveles de evaluación.	31
4.2 Resultados de la evaluación.	47
4.3 Elaboración de la hoja de ruta.	57
4.3.1 Factores de competitividad y áreas de evaluación.	57
5 Validación del modelo	62
5.1- Aplicación en empresas	62
5.2- Incoherencias en el modelo y en el sistema de evaluación	73
5.3- Modelo revisado	76
6 Referencias bibliográficas	82







1 Introducción

1.1 Objetivos del Paquete de Trabajo 1

El objetivo de este paquete de trabajo (PT1. Modelo de Referencia de la Industria 4.0) pretende el estudio detallado de la problemática de la Industria 4.0, y la definición y validación de un modelo de referencia sectorial, que permita establecer el nivel de digitalización de cualquier empresa respecto al óptimo establecido en el modelo teórico de la Industria 4.0. Además, se establecerá una metodología para descubrir las variables explicativas del proceso productivo en las empresas de los sectores Madera-Mueble y Metalmecánico.

Debido a los diferentes niveles de desarrollo tecnológico de las empresas industriales, no es una práctica realista universalizar soluciones tecnológicas orientadas a mejorar la competitividad de las mismas. Por ello se plantea un primer paquete de trabajo en el que se defina, de forma muy detallada y con una visión de 360°, las implicaciones de la integración de una empresa industrial en el paradigma de la Industria 4.0, mediante la creación de un modelo de referencia específico para los sectores de competencia de los participantes que identifique, categorice y cuantifique las variables asociadas a dicho paradigma.

Este modelo servirá, de forma general, para establecer los requisitos que debe satisfacer una empresa para aprovechar los beneficios de la captura, registro y utilización del flujo de información que se genera en el ciclo de vida completo del producto, desde su diseño hasta el final de su vida, con los consiguientes procesos asociados de la cadena de valor empresarial e inter-empresas y de ahí la necesidad de analizar con una perspectiva completa (360°) todos los procesos involucrados. Esta visión general es necesaria para poder acotar el alcance del proyecto: no es viable plantear una solución basada en TIC que pueda mejorar la eficiencia productiva de cualquier tipo de empresa, en cualquier sector y con cualquier nivel de desarrollo tecnológico.

A partir de esta perspectiva general, se concretarán las variables que inciden directamente en la eficiencia productiva de un determinado tipo de empresas, previamente categorizadas mediante la aplicación del modelo. Esta actividad redunda en la viabilidad del proyecto, ya que nuevamente resultaría extremadamente complejo definir de forma universal las variables explicativas de la eficiencia productiva en cualquier tipo de empresa. Y son precisamente los datos asociados a estas variables los que posteriormente se utilizarán para generar el sistema de optimización propuesto.

1.2 Objetivo del presente documento

El objetivo del entregable E1.2 es describir un modelo de la Industria 4.0 aplicable a los sectores Madera-Mueble y Metalmecánico, y que pueda utilizarse para evaluar la situación de las empresas respecto los objetivos propuestos por el paradigma Industria 4.0.

Para ello, se han analizado las metodologías para la transformación digital de las empresas en general, así como los modelos de referencia que existen en la actualidad y, considerando las características de los sectores objetivo, se planteó una primera versión del Modelo Industria 4.0 considerando cinco áreas de generación de valor y tres facilitadores esenciales.







Seguidamente se desarrolló toda la metodología para aplicar el modelo en la empresa, desde la generación de los niveles de madurez digital para cada facilitador, hasta el sistema de evaluación y presentación de resultados, así como la metodología para realizar el diagnóstico de cada empresa.

La validación del Modelo se realizó en siete empresas de ambos sectores. Tras realizarse la revisión de los resultados de la validación y extraer las conclusiones oportunas, se ha procedido a modificar el Modelo reduciendo a cuatro las áreas de generación de valor y modificando los criterios o sub-áreas de evaluación, así como el sistema para establecer la posición de cada empresa respecto a su grado de madurez digital.







2 Modelos de referencia actuales

2.1 Metodologías de transformación

Al tratar el tema de la Industria 4.0, es muy común encontrar publicaciones que detallan y definen conceptos relacionados con las tecnologías facilitadoras que la hacen posible, si bien también es imprescindible contar con un cuerpo de **conocimiento consolidado de metodologías y modelos** que permitan a las empresas identificar sus debilidades y planificar de forma ordenada y eficiente la transición digital.

En este sentido, se analizan en el presente apartado **dos propuestas de metodologías** para la transformación de una compañía en Industria 4.0. Por una parte, se describe la visión de Capgemini a través de los documentos *Are Manufacturing Companies Ready to Go Digital?: Understanding the Impact of Digital* (Ebner & Bechtold, 2012)¹ y *Industry 4.0 - The Capgemini Consulting View: Sharpening the Picture beyond the Hype* (Bechtold, 2014)². Por otra parte, se estudia la propuesta de la consultora Roland Berger plasmada en el informe de 2015 *The digital transformation of industry*³ encargado por el BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie eV).

En el caso de los autores Ebner & Bechtold (2012) y Bechtold et al. (2014) de Capgemini, se proponen en su metodología **6 etapas** para la transformación digital de una empresa:



Figura 1. Etapas para la transformación digital de una empresa. Fuente: Bechtold et al. (2014) – Capgemini Consulting.

 Realizar una evaluación de la madurez digital. Se propone realizar una evaluación de sus fortalezas y debilidades acerca de aspectos como: modelos de negocio, prácticas digitales, prácticas de gestión, y capacidades digitales.

https://www.capgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/Are Manufacturing Companies Ready to Go Digital .pdf

https://www.de.capgemini-consulting.com/resource-file-access/resource/pdf/capgemini-consulting-industrie-4.0_0.pdf

http://bdi.eu/media/user_upload/Digital_Transformation.pdf







- 2) Identificar amenazas y oportunidades. Se propone explorar el entorno de la compañía en busca de oportunidades y amenazas de la nueva era digital.
- 3) Definir la visión digital de la empresa y su agenda. La empresa debe de realizar un esfuerzo de anticipación acerca de cómo quiere hacer negocios en la era de la industria digital. Se propone definir una agenda que marque objetivos en el tiempo con hitos concretos de dicha transformación.
- 4) Priorizar los dominios de transformación. Priorizar acciones en base a su beneficio y facilidad de implantación (utilizar una matriz de priorización).
- 5) Desarrollar una hoja de ruta digital. Esta hoja de ruta consistirá en un plan detallado y tangible para la transformación digital.
- 6) Implementar y mantener el cambio. Se trata de un esfuerzo continuo en el tiempo.

Por su parte, Roland Berger propone un **modelo de 3 fases** para llevar a cabo la transformación:

- 1) Análisis de la influencia de las tecnologías digitales en la industria. El objetivo es identificar qué cambios se van a producir en el mercado y entorno de la empresa dentro de la nueva era digital.
- 2) Análisis de la madurez digital. El objetivo es identificar oportunidades y amenazas ante los nuevos escenarios, así como identificar las carencias de capacidades para la transformación.
- 3) Desarrollo e implementación de la hoja de ruta de la transformación.



Figura 2. Etapas para la transformación digital de una empresa. Fuente: Roland Berger (2015)







Las dos metodologías propuestas presentan una serie de etapas generales, con similitudes entre ambas. Ambas propuestas, proponen un enfoque similar al de la **metodología PDCA** de Deming, comúnmente utilizada en sistemas de gestión (Calidad, Medioambiental, I+D+i, etc.), y utilizan algunas herramientas comúnmente utilizadas en proyectos de **planificación estratégica**.

En la siguiente imagen, se muestra un esquema de dichas correspondencias identificadas entre ambas metodologías, y aquellos aspectos que recuerdan al ciclo PDCA así como a algunas herramientas típicas de planificación estratégica.

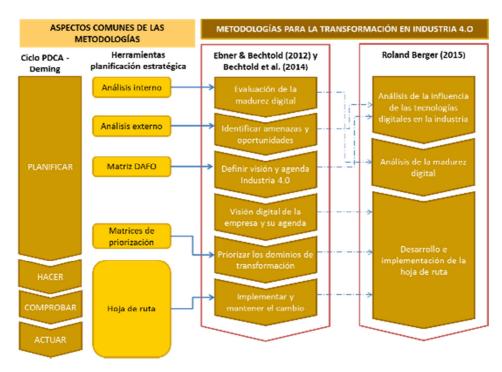


Figura 3. Esquema común de metodologías para la transformación en industria 4.0. Fuente: elaboración propia

Dentro de una fase general inicial de *Planificación*, las dos metodologías proponen una etapa de **evaluación de la madurez digital** de la organización, que se correspondería con un **análisis interno** respecto de las capacidades digitales de la empresa. De igual manera se proponen etapas de evaluación y prospección del entorno Industria 4.0, que se correspondería con un **análisis externo** focalizado en cómo la digitalización de la industria puede cambiar la forma de hacer negocios de la empresa. Una vez ejecutadas las dos primeras etapas, se proponen actividades de identificación de fortalezas y debilidades, así como amenazas y oportunidades, que pueden materializarse en la clásica **matriz DAFO**. Por último, en esta fase de planificación, por parte de Bechtold et al. (2014) se proponen etapas de establecimiento de la visión de la empresa, el establecimiento de una agenda inicial, y la priorización de actividades de transformación (**matrices de priorización**).

En una segunda fase de **puesta en marcha de la transformación** ("hacer", según ciclo PDCA), se propone implementar una hoja de ruta de la transformación que detalle las tareas concretas a llevar a cabo por la empresa.







Para las fases finales de **comprobar los resultados** y **actuar sobre las desviaciones**, solo Bechtold et al. (2014) define de forma explícita actividades de mantenimiento del cambio, aunque no entra en detalles acerca de cómo implementar el seguimiento y las acciones correctivas.

Una vez analizadas estas dos propuestas de metodologías, es posible afirmar que existe una carencia de metodologías contrastadas de forma empírica para la transformación de una empresa en industria 4.0. Las pocas metodologías existentes, definen una serie de fases generales a seguir sin entrar en detalles de tareas y actividades concretas, inputs, outputs e indicadores de control.

De manera general, las dos metodologías propuestas siguen un **esquema similar al ciclo PDCA** de Deming, utilizado en sistemas de gestión como la calidad, medioambiental, etc., donde se proponen algunas herramientas de planificación estratégica, particularizadas al caso digital, como: análisis interno/externo, matriz DAFO, matrices de priorización, y diseño de hoja de ruta.

En cualquier caso, el proceso de transformación de una empresa hacia el concepto de industria 4.0, se inicia en ambos casos con una **evaluación interna de la empresa (análisis de la madurez digital)** y externa del entorno de la misma, a partir del cual se puedan identificar las debilidades y fortalezas respecto de la industria digital, así como las amenazas y oportunidades que se presentan.

Resulta por tanto necesario contar con un modelo del concepto de industria 4.0 que permita comparar y evaluar a la empresa y su entorno, como paso previo a la elaboración de la hoja de ruta de la transformación. Para ello, en el siguiente apartado se profundiza en la revisión de los modelos propuestos por diferentes empresas para medir el grado de madurez digital.

2.2 Modelos de madurez digital

En esta sección ofrecemos una revisión de los estudios y modelos disponibles en la literatura en cuanto al análisis del gap competencial empresarial y de los empleados en el ámbito de la industria 4.0, de cara a tomarse como base para la construcción de nuestro modelo de referencia para situar a cada empresa respecto a su integración en este nuevo paradigma.

Como referencia principal tomamos el "Industry 4.0 Readiness"⁴, que fue realizado por la Fundación IMPULS de la Federación de Ingeniería alemana (VDMA) y dirigido por IW Consult y el Instituto de Gestión Industrial (FIR) en la RWTH Aachen University. Consiste en una herramienta online de auto-diagnóstico que calcula una puntuación del estado de la empresa en el contexto de la industria 4.0, esto es, permite conocer en qué aspectos se está ya preparado para este nuevo paradigma y en cuales aún hay campo de mejora.

Su modelo de "preparación" para la industria 4.0 se basa en 6 dimensiones claves:

⁴ Impuls (2015): Industry 4.0 Readiness Online Self-Check for Businesses. En: https://www.industrie40-readiness.de/?lang=en







- <u>Estrategia y organización</u>. La estrategia y la cultura corporativa son críticas para el lanzamiento de la industria 4.0 en una organización.
- <u>Fábrica inteligente</u>, que posibilita una producción distribuida y altamente automatizada.
- Operaciones inteligentes, donde el proceso de producción es guiado por "piezas" inteligentes.
- <u>Productos inteligentes</u>, que suponen la incorporación de componentes TIC en los productos físicos tradicionales dotándoles de funcionalidad avanzada.
- Servicios basados en datos, que se forjan en modelos de negocio.
- <u>Empleados.</u> Para una implementación satisfactoria de la industria 4.0 es necesario personal cualificado.

Estas seis dimensiones se usan para construir un modelo de "preparación" para la industria 4.0 de **seis niveles** (del 0 al 5), tal y como muestra la siguiente figura:

- Nivel 0, que representa a los extraños, aquellas compañías que no han hecho nada o muy poco en cuanto a planificar o implementar acciones de industria 4.0.
- Nivel 1, que representa a los principiantes.
- Nivel 2, que representa a los intermedios.
- Nivel 3, que representa a los experimentados.
- Nivel 4, que representa a los expertos.
- Nivel 5, que representa a los de ejecución top, esto es, empresas que han implementado con éxito todas las acciones que engloban el paradigma de la industria 4.0.







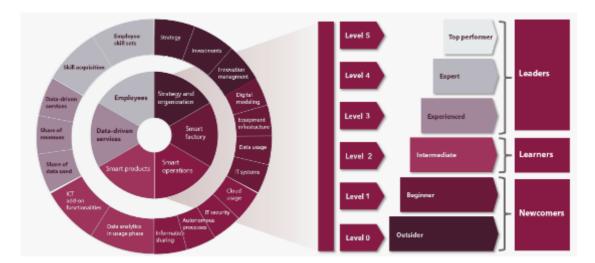


Figura 4. The Industry 4.0 Readiness Model – Dimensions and Levels

Estrategia y organización

La industria 4.0 es más que mejorar los productos o procesos existentes mediante la incorporación de tecnología digital, realmente supone la oportunidad de desarrollar modelos de negocio completamente nuevos. Por ello, su implementación tiene una gran importancia estratégica. En esta dimensión el modelo explora la apertura actual y la interacción cultural hacia la industria 4.0 con estos cuatro criterios:

- Estado de la implementación de una estrategia de industria 4.0
- Operatividad y revisión de la estrategia mediante un sistema de indicadores
- Inversión en industria 4.0
- Uso de tecnología y gestión de la innovación

Fábrica inteligente

Una implementación exitosa de la industria 4.0 permite una producción distribuida y altamente automatizada. Al contrario que en una producción tradicional, componentes inteligentes controlarán y monitorizarán el proceso de producción pudiendo, en su última expresión, trabajar incluso autónomamente. Esto es lo que ocurre en la fábrica inteligente, un entorno donde los sistemas de producción y los de logística se organizan así mismos sin intervención humana. Para ello se basan en sistemas ciber-físicos (CPS), que enlazan el mundo físico y el mundo virtual mediante comunicación a través de infraestructura TIC, el Internet de las Cosas. Además, la industria 4.0 implica modelado digital a través de la recolección, almacenamiento y procesado inteligente de datos. En este sentido, el concepto de fábrica inteligente implica que la información se transmite y que los recursos se usan más eficientemente. Para ello es necesaria colaboración cros-empresarial en tiempo real entre sistemas de producción, sistemas de información y personas. Estos sistemas integrados







producirán grandes cantidades de datos que serán procesados, analizados e integrados en modelos de toma de decisión.

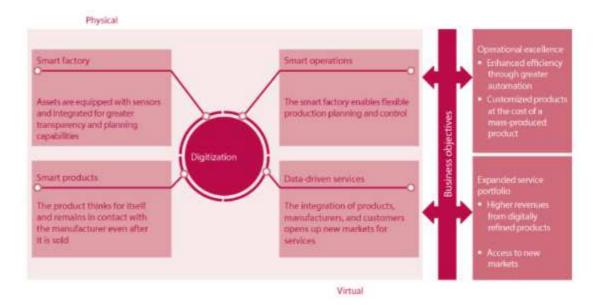


Figura 5. Virtual Factory Model

El progreso de una empresa en esta dimensión de fábrica inteligente se mide en este modelo mediante los siguientes cuatro criterios:

- Modelado digital
- Infraestructura/equipamiento
- Uso de los datos
- Sistemas TI

Operaciones inteligentes

Algo que distingue a la industria 4.0 es la integración en toda la empresa de los mundos físico y virtual. Con la llegada de la digitalización y el exceso de datos ha sido posible llegar a nuevas formas y enfoques en los sistemas de planificación de la producción (PPS) y en la gestión de la cadena de suministro (SCM). Los requisitos técnicos en producción y en planificación de la producción necesarios para realizar el auto-control de cada elemento se conocen como "operaciones inteligentes".

La preparación para la industria 4.0 en esta dimensión de operaciones inteligentes se determina con los siguientes cuatro criterios:

• Compartición de información.







- Uso de la nube
- Seguridad en los sistemas TI
- Procesos autónomos

Productos inteligentes

Los productos inteligentes son un componente vital del concepto unificado de "fábrica inteligente" facilitando una producción automatizada, flexible y eficiente. Así, los productos físicos se equipan con componentes TIC (sensores, RFID, interfaces de comunicación, etc.) para recolectar datos sobre su entorno y sobre su propio estado. Solo cuando los productos recogen datos, saben su camino en la producción y se comunican con sistemas de alto nivel, los procesos de producción pueden ser mejorados y guiados autónomamente y en tiempo real. Además, se hace posible la monitorización y optimización del estado de los productos individuales. Esto tiene aplicaciones potenciales que van más allá de la producción. La utilización de productos inteligente en producción hace posible nuevos servicios, por ejemplo, a través de comunicaciones entre clientes y fabricantes.

La preparación en el área de productos inteligentes se determina evaluando las funcionalidades añadidas por las TIC en los productos, así como analizando hasta qué punto qué datos de uso se analizan.

Servicios basados en datos

La idea de los servicios basados en datos es posibilitar los futuros modelos de negocio e incrementar el beneficio del cliente. Cada vez más los negocios basados en servicios y los servicios post-venta se basarán en la evaluación y el análisis de los datos recolectados, así como en la integración global de las empresas. Los productos físicos deben equiparse con infraestructura física TIC para poder enviar, recibir o procesar la información necesaria para los procesos operativos.

La preparación en el área de servicios basados en datos se determina mediante estos tres criterios:

- Disponibilidad de servicios basados en datos
- Cuota de ingresos derivada de los servicios basados en datos
- Cuota de datos usados

Empleados

Los empleados ayudan a las empresas a posibilitar su transformación digital y son los más afectados con los cambios en el lugar de trabajo. Su entorno de trabajo se altera directamente,







requiriendo la adquisición de nuevas habilidades y conocimientos. Esto hace que cada vez sea más crítico que las empresas preparen a sus empleados para estos cambios mediante una formación y educación continua y apropiada.

La preparación en la dimensión de empleados se determina analizando las capacidades de los empleados en varias áreas y los esfuerzos de la empresa para que estos adquieran nuevas habilidades y se formen. En cuanto a las áreas, indican las siguientes: infraestructura TI, tecnología de automatización, analítica de datos, seguridad de datos y de comunicaciones, software colaborativo, y habilidades no técnicas como conocimientos de sistemas y de procesos.

Una segunda referencia de interés es el "Industry 4.0 Self-Assessment" elaborado por PwC en 2016. Esta herramienta se ha diseñado para evaluar la posición de las empresas en lo que refiere al nuevo paradigma de la industria 4.0. Para ello, mide la posición actual de la compañía frente al nivel de madurez deseado a lo largo de seis dimensiones. En definitiva, permite identificar necesidades, así como clasificar el nivel de madurez actual de la empresa. Para realizar la herramienta, se creó un modelo de madurez con las dimensiones funcionales más relevantes, así como los estados de madurez en los que una compañía puede estar.

Las seis dimensiones consideradas en este modelo de PwC son:

- Modelos de negocio, portfolio de productos y servicios
 - ¿Cómo se combinan los productos físicos y los servicios en el portfolio de la compañía? ¿Qué características digitales o servicios se ofrecen? ¿hasta qué punto está la ingeniería digitalizada?
- Acceso al mercado y al cliente
 - ¿Qué canales se usan para interaccionar con el cliente? ¿qué datos se están midiendo actualmente para estudiar a los clientes? ¿cómo se monitorizan las interacciones con el cliente?
- Cadenas de valor y procesos
 - ¿A qué nivel están integradas la ingeniería y la fabricación internamente?
 ¿cómo se gestiona la cadena de suministro? ¿cómo se planifican las capacidades productivas?
- Arquitectura TI
 - ¿Cómo son los procesos soportados por las tecnologías digitales? ¿cuáles son las capacidades técnicas? ¿cómo la infraestructura TI soporta los servicios digitales?

⁵ https://i40-self-assessment.pwc.de/i40/landing/







Cumplimiento, legalidad, riesgos, seguridad e impuestos

o ¿Cómo se evalúan e implementan técnicamente los aspectos de cumplimiento? ¿Cómo se identifican los riesgos legales? ¿se implementan las oportunidades de financiación? ¿cómo se asegura la seguridad cibernética?

Organización y cultura

o ¿Qué capacidad de cambio tiene la organización? ¿Qué capacidades de industria 4.0 / operaciones digitales están disponibles en la compañía?

En cuanto a los niveles, se establecieron cuatro:

- <u>I-novato digital</u>. Son aquellas empresas que acaban de empezar la digitalización de su modelo de negocio y de sus operaciones, y cuyo principal foco es que la integración interna se ponga en marcha. Su portfolio está dominando típicamente por productos físicos y la integración está limitada dentro de las cadenas de valor horizontales y verticales.
- <u>II-integrador vertical</u>. Son aquellas empresas que ya han añadido características digitales a sus productos y/o disponen en su portfolio de productos y servicios digitales. Usan los datos para crear valor y ya han conseguido cierta integración de su cadena de valor vertical interna con su sistema de planificación de recursos, desde la planta de producción hasta las máquinas de producción o incluso los productos.
- III-colaborador horizontal. Son empresas que ya han alcanzado un nivel decente de integración vertical y su foco actual es la colaboración e integración con proveedores, clientes y colaboradores. Además de la integración IT y de procesos horizontal, forman redes cooperativas flexibles con sus colaboradores para satisfacer las necesidades del cliente.
- <u>IV-campeón digital</u>. Son empresas que ya han alcanzado un nivel considerable de integración vertical y horizontal. Su foco actual es por tanto el desarrollo de nuevos y disruptivos modelos de negocio, con frecuencia basados en datos, así como un portfolio de productos y servicios innovadores para satisfacer las necesidades de los clientes individualmente. Además, la colaboración es uno de sus motores clave para generar valor.

Las siguientes figuras muestran los resultados del auto-diagnóstico de una empresa ficticia a modo de ejemplo. El nivel obtenido es el I-novato digital.







Detailed Result

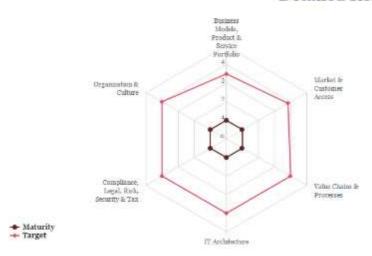


Figura 6. Ejemplo de auto-diagnóstico – diagrama de araña (Industry 4.0 Self-Assessment)

Your Position In The Maturity Model
The Digital Novice has just started the digitation of his business

Institute to Continue to Conti

Figura 7. Ejemplo de auto-diagnóstico – nivel de madurez (Industry 4.0 Self-Assessment)

Otra referencia reciente respecto del estatus de adopción de la Industria 4.0 es el informe publicado por el Boston Consulting Group (BCG) titulado "Time to Accelerate in the Race







Toward Industry 4.0"⁶ en el que se lleva a cabo una comparativa entre los países de Alemania y Estados Unidos en relación con su nivel de preparación para la nueva era industrial.

El informe, que toma como base la información recogida en más de 600 encuestas a grandes compañías alemanas y estadounidenses, parte con el objetivo de evaluar el grado de adopción de la Industria 4.0 en estos países e identificar los principales retos y desafíos que supone su implementación.

Uno de los retos principales identificados en el estudio es la búsqueda de talento y la falta de competencias digitales de sus empleados. El concepto de Industria 4.0 tiene un impacto significativo en la mano de obra ya que se requieren de nuevas capacidades que son distintas de las de los empleados actuales. En este sentido, la transición hacia el nuevo modelo industrial demanda principalmente una fuerza de trabajo con competencias en materia de gestión de datos, seguridad de datos, desarrollo de software, programación, ciencia de datos y analítica, tal y como refleja la siguiente figura:

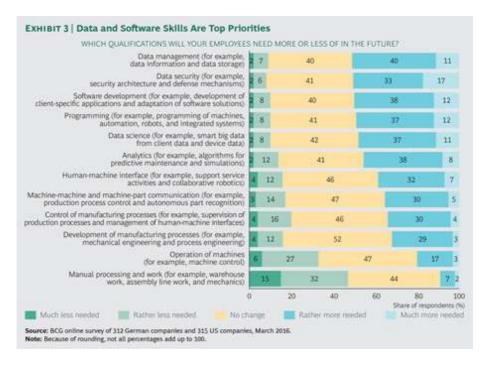


Figura 8. Data and Software Skills Are Top Priorities (Boston Consulting Group)

Para hacer frente a este gap competencial las compañías alemanas se centran en mayor medida en la formación continua e interna de sus trabajadores, mientras que las estadounidenses, además de la formación continua, apuestan por la reconversión profesional.

https://www.bcgperspectives.com/content/articles/lean-manufacturing-operations-time-accelerate-race-toward-industry-4/?chapter=3#chapter3







En cualquier caso, ambos países deben redoblar sus esfuerzos en la atracción global del talento digital.

Es interesante también reflejar el trabajo realizado por **TECNALIA**: **Modelo de diagnóstico e impacto 4.0 (MDI-4.0)**^{7,8}. La herramienta desarrollada por Tecnalia pretende tener una visión de todos aquellos aspectos y características que influyen en la transformación industrial y cuyos beneficios para la empresa son:

- Establecer oportunidades de mejora e impacto relevante
- Identificar nuevos servicios
- Obtener un roadmap tecnológico de acciones a futuro

MDI-4.0 permite la identificación en las empresas de necesidades y retos con impacto potencial alineados con la estrategia industria 4.0. En concreto consiste en captar el estado actual en algunas áreas y su vinculación con las tecnologías (análisis de espacios), compararlas con lo que sería un estado óptimo en su sector dentro del concepto de industria 4.0, e identificar oportunidades de mejora con impacto relevante que puedan ayudarle a posicionarse mejor en el mercado. Para ello se basa en 7 áreas y espacios de análisis en cada una de ellas, cubriendo todas las dimensiones implicadas: clientes, procesos, plantilla, proveedores, sostenibilidad y conectividad.

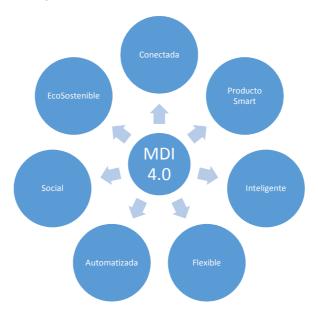


Figura 9. Áreas de análisis MDI 4.0. Fuente: Tecnalia y elaboración propia

http://www.elara.es/documentos/TECNALIA Industry%204.0 IVJornada%20de%20Productividad Elara.pdf

_

⁸ http://www.2016cbimbilbao.com/archivo/ficheros/laka.pdf







Las áreas conectada, producto Smart y social externa permitirían valorar su eficacia en su relación exterior. Las áreas conectada, inteligente, flexible y automatizada permitirían valorar la eficiencia en sus procesos internos. Las áreas "automatizada y social interna" analizarían el atractivo para los trabajadores y el área eco-sostenible la sostenibilidad medioambiental.

A modo de ejemplo se detalla el área "conectada". Su objetivo es que la industria sea capaz de obtener e intercambiar datos e información de sus procesos, almacenarlos, y gestionarlos de forma segura y accesible en remoto, interna y externamente, en tiempo real. Consta de 5 espacios:

- Obtener datos. Monitorización planta y procesamiento seña.
- Protocolos y estándares de comunicación (para la obtención de los datos).
- Acceso a almacenamiento de datos. Arquitecturas descentralizadas y repositorios remotos.
- Cooperación e interrelación: intercambiar datos. Integración de herramientas, sistemas y procesos.
- Ciberseguridad.

Por último, incluimos el modelo de madurez digital de la industria manufacturera de la consultora CapGemini⁹. En este trabajo se consideran 4 grandes dimensiones o campos clave y 7 niveles o puntuaciones (del 1, la más baja, al 7):

- Modelo de negocio, que implica el aprovechamiento de la transformación digital para la puesta en marcha de nuevos servicios y productos, alcanzando nuevos clientes y mercados.
- <u>Prácticas digitales</u>, que se focaliza en la ejecución operativa y la experiencia del usuario. Se incluyen tecnologías móviles, mensajería instantánea, y dispositivos embebidos para la eficiencia de los procesos operativos y en los diferentes canales de comunicación digitales para la atención al cliente.
- <u>Prácticas de gestión</u>, incluyendo la visión digital (liderazgo en la transformación que permite la digitalización), la gobernanza (coordinación y puesta en marcha de las acciones necesarias), el compromiso organizacional (involucración a todos los actores relevantes) y el alineamiento de TIC y negocio, haciendo frente a barreras organizacionales.
- <u>Capacidades digitales</u>, donde, además de las competencias digitales de los empleados, cobra especial relevancia la integración de plataformas y sistemas TIC para alcanzar mayor agilidad y transparencia operativa.

https://www.de.capgemini-consulting.com/resource-file-access/resource/pdf/digitizing-manufacturing_0.pdf







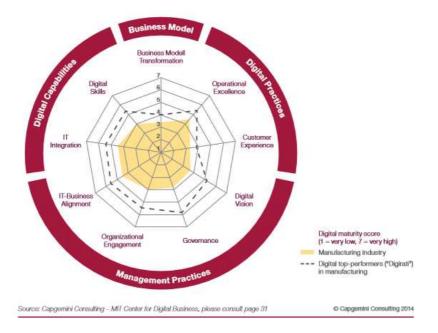


Figura 10. Panel de madurez digital de la industria manufacturera (CapGemini 2014)

A modo de resumen, en la Figura 11 se ofrece una tabla comparativa de los modelos indicados anteriormente:







Dimensiones clave de los modelos actuales

IMPULS	PRICE WATERHOUSE	BCG (encuesta)	TECNALIA	CAP GEMINI	McKINSEY (generadores
					de valor)
Estrategia y	Organización y cultura			Modelo de negocio	
organización				Visión Digital	
				Gobierno	
				Compromiso de la	
				organización	
				Alineamiento TIC del	
				negocio	
Fábrica inteligente	Arquitectura TI				Utilización de activos
Operaciones	Cadena de valor y procesos		Proveedores - Procesos	Excelencia operativa	Recursos y procesos
inteligentes					Calidad
					Inventarios
Productos			Producto smart		
inteligentes					
Servicios basados en	Portafolio productos y servicios.				Servicio post venta
datos	Modelo de negocio				
Empleados		Talento y competencias	Plantilla	Capacidades digitales	Personal
		digitales del personal			
	Acceso al mercado y cliente		Clientes	Experiencia del cliente	Time to market
					Ajuste oferta-demanda
	Cumplimiento, legalidad, riesgos,				
	seguridad e impuestos				
			Sostenibilidad		
			Conectividad	Integración TI	

Figura 11. Áreas de evaluación de los seis modelos existentes







3. Modelo sectorial de referencia Industria 4.0

3.1 Visión general del Modelo

El modelo de evaluación de la madurez de una empresa respecto del concepto de industria 4.0 desarrollado se compone de cinco áreas de análisis (Innovación, Productos/Servicios, Mercado, Fabricación, y Red de suministro), tres facilitadores de la transformación dependiente de la empresa (la tecnología, el desempeño digital y las personas) y un elemento facilitador independiente de la empresa (entorno).

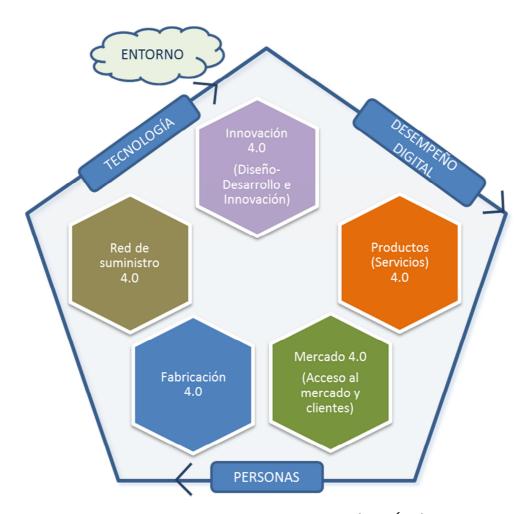


Figura 12. Modelo sectorial de Industria 4.0 (VERSIÓN 1)

3.2 Estructura y componentes del modelo.

La utilidad del modelo es evaluar el nivel de excelencia de una empresa de los sectores metalmecánico y madera-mueble, de acuerdo con el concepto de Industria 4.0. Dicha evaluación supone el paso previo para la generación de una hoja de ruta que guie a la empresa en su proceso de transformación digital.

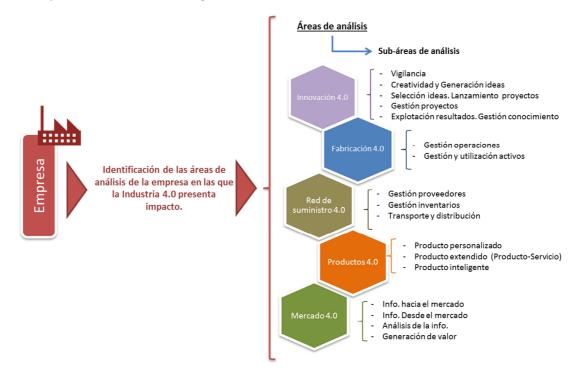






3.2.1 Áreas de análisis.

En primer lugar, se estructura el análisis de la empresa en cinco áreas, donde el concepto de Industria 4.0 presenta impacto. Cada área de análisis se subdivide en sub-áreas de análisis, que contienen los procesos clave de la empresa relacionadas con cada área de análisis. El objetivo es trabajar con unidades de análisis elementales, en las que se integran actividades y procesos clave para la transformación digital.



- Innovación 4.0. El proceso de diseño, desarrollo e innovación se lleva a cabo de forma colaborativa tanto a nivel interno como con diferentes empresas conectadas mediante herramientas TIC. Como resultado, los tiempos y costes desarrollo son menores y las innovaciones generadas son de tipo disruptivo. Los subprocesos relevantes son:
 - Vigilancia.
 - Creatividad y generación de ideas.
 - Selección de ideas. Lanzamiento de proyectos
 - Gestión de proyectos
 - o Explotación de resultados. Gestión del conocimiento
- Fabricación 4.0. En el proceso de fabricación se combina la eficiencia productiva con la flexibilidad y la agilidad (tiempos y series de fabricación cortos). Se aplican los conceptos de "mass customization". Los subprocesos relevantes son:
 - Gestión de operaciones







- Gestión y utilización de activos.
- Red de suministro 4.0. Se requiere gestionar una cadena de valor muy fraccionada y especializada, bajo los mismos parámetros de la fabricación: eficiencia, flexibilidad y agilidad. En la gestión de la cadena de suministro, se adoptan modelos logísticos inteligentes. Se alcanza la trazabilidad a nivel ítem en toda la cadena de suministro y de valor. Los subprocesos relevantes son:
 - o Gestión de proveedores
 - o Gestión de inventarios
 - Transporte y distribución
- Productos 4.0. Se ofrecen productos y servicios personalizados. Nuevos productos inteligentes o con nuevas funcionalidades relacionadas con el mundo digital. Nuevos servicios relacionados con la información capturada. En este caso se consideran como subprocesos relevantes:
 - o Productos personalizados.
 - Producto extendido (servitización)
 - Producto inteligente. Productos con funcionalidades nuevas.
 - Nuevas funcionalidades de productos actuales.
- Mercado 4.0. Utilización y aprovechamiento de los canales digitales no solo para vender, sino para obtener información del cliente y anticiparse a sus necesidades. Los subprocesos relevantes son:
 - o Información hacia el mercado.
 - o Información desde el mercado
 - Análisis de información.
 - Puesta en valor

3.2.2 Facilitadores de la transformación digital.

Se han identificado todos aquellos elementos que facilitan la transformación digital de cualquier empresa. Los facilitadores pueden ser dependientes de la propia empresa (tiene capacidad para actuar sobre ellos, adoptándolos en mayor o menor medida), o independientes (no puede actuar sobre ellos, por ejemplo, legislación, entrono financiero, etc.).









3.2.2.1. Facilitadores dependientes.

En esta categoría se agrupan el conjunto de elementos que dependen de las características de la propia empresa, y que pueden servir como facilitadores o impulsores de la transformación digital de la empresa.

Tecnología.

Es el conjunto de tecnologías que permiten la hibridación entre el mundo físico y el mundo digital/virtual, tanto en una dirección como en otra, aquellas que permiten la conexión de la fábrica con el consumidor final, tecnologías de comunicación y tratamiento de datos, así como aplicaciones de gestión intra-empresa / inter-empresa. Además de recoger aquellas que aparecen en la literatura, se ha considerado grupos de tecnologías muy específicas de las áreas que se van a evaluar. En la medida de lo posible se han sectorializado las tecnologías. A continuación, se muestra una tabla resumen con las tecnologías consideradas en el modelo, y una breve descripción.







Clasificación	Tipo de tecnología	Descripción		
	Sensórica en productos	Utilización de sensores en productos (o piezas en curso de fabricación) para convertir magnitudes físicas en datos.		
	Sensórica en procesos	Utilización de sensores externos a las máquinas en procesos productivos para convertir magnitudes físicas en datos.		
	Sistemas embebidos en productos	Dispositivos que incorporan capacidad de procesamiento, además de capacidad de detección o medición de variables físicas. Ajenos a las máquinas.		
	Sistemas embebidos en procesos	Dispositivos que incorporan capacidad de procesamiento, además de capacidad de detección o medición de variables físicas. Ajenos a las máquinas.		
Hibridación del mundo físico y digital	Robótica (colaborativa, avanzada, etc.) y automatización	Se engloba en esta tecnología tanto la robótica propiamente dicha como los sistemas automatizados programables, tipo CNC y similares, dado el nivel tecnológico del sector.		
	Fabricación aditiva	Impresión 3D con cualquier finalidad: prototipos, muestras, productos, matrices, moldes, etc.		
	Visión artificial	Visión utilizada en procesos productivos con diversos fines: defectos, posición, etc.		
	Realidad aumentada, realidad virtual.	Uso de la RA con fines de adiestramiento, fines operativos o fines comerciales (relación con clientes, mktg, etc)		
	Simulación y virtualización productiva	Simuladores de algún tipo, incluso caseros tipo excel para hacer previsiones, simular resultados, etc.		
Conexión de la empresa con el consumidor	Redes sociales / Blogs	Incluye la utilización de cualquier tipo de red, con fines empresariales: obtener información de usuarios o clientes, información de productos, etc.		
	Catálogo electrónico	Virtualización del catálogo para su difusión por Internet. Incluye como etapa básica el uso de software CAD 3D		
	Página web / App propia	Utilización de la web de forma activa, no sólo como escaparate de la empresa.		







	Ciberseguridad	Dispone de un departamento TIC con personal especializado en estas tecnologías.		
	Computación avanzada en la nube (cloud computing)	Utiliza servicios cloud de algún tipo		
Comunicación y tratamiento de datos	Conectividad y movilidad	Dispone de terminales móviles para desarrollar actividades operativas, en cualquier área: diseño, producción, distribución, comercial, etc.		
	M2M	Dispone de algún tipo de comunicación, o red, que permita transferencia de datos entre máquinas, o entre productos y máquinas.		
	Big Data	Realiza análisis de datos masivos, con objeto de detectar patrones, tendencias, etc.		
	Soluciones de negocio	Utilización de ERP, MES, CRM, etc		
Gestión intraempresa /	Soluciones de inteligencia	Análisis y correlación de datos, mediante software de BI		
interempresa	Plataformas colaborativas	Uso de plataformas web colaborativas con diversas finalidades: diseño, logística, producción, proveedores, clientes, market place, etc.		

Personas.

El segundo facilitador considerado en el modelo, es la existencia en la empresa de personal con capacidades y actitud adecuada para el proceso de transformación digital. Las competencias básicas para dicho proceso de transformación se agrupan en cuatro áreas

a) <u>Competencias digitales para el procesado de la información</u>. Se trata de competencias referidas al uso y procesado de la información.

Competencia	Descripción
Comunicar información	Compartir información digital con otros en el trabajo
Crear información	Generar nuevos contenidos digitales y el conocimiento de la organización, integración, adopción y aplicación de la información digital
Aplicar la información	Usar la información en varios formatos digitales, efectiva y eficientemente para mejora las tareas del puesto de trabajo







Evaluar la información	Juzgar la calidad, la pertinencia, utilidad, validez y aplicabilidad de la información digital		
Integrar información	Interpretar, analizar, resumir, comparar y contrastar, combinar, proponer cambios en la finalidad de informar y representación digitales		
Organizar la información	Traducir, restructurar, y proteger la información digital		
Acceso a la información	Localizar, seleccionar y recuperar información digital		
Determinar las necesidades de información	Reconocer, definir y articular las necesidades de información digital		
Informacion de entrada	Identificar, reconocer, registrar y almacenar información digital para facilitar la recuperación y el uso		

b) Competencias digitales instrumentales/tecnicas. Referidas al conocimiento y habilidades en el uso de herramientas digitales. No todo el mundo las necesita, son necesarias según el desempeño exigido o puesto de trabajo al que se refieran, pueden identificarse competencias referidas a herramientas específicas. Constituyen así un prerrequisito para un buen desempeño digital en el puesto de trabajo.

Competencia	Descripción			
Conocimiento y uso de equipos	Capacidad para interactuar con ordenadores, módems, y dispositivos digitales para realizar tareas de trabajo.			
Conocimiento y uso de herramientas software	Capacidad de uso de software específico al puesto de trabajo y/o tareas			
Uso de recursos en red	Entender el uso y aplicación de los recursos disponibles para el trabajo en red			
Conocimiento aspectos legales y éticos	Capacidad para identificar los posibles riesgos legales y/o éticos de los datos y medios empleados			
Programación	Habilidades y conocimiento de programación (si es requerida)			
Aplicar medidas de seguridad en entornos digitales	Capacidad para proteger hardware, aplicaciones software, los datos y la información			







<u>c)</u> Competencias transversales personales. Habilidades, capacidades y conocimientos no técnicos y ampliamente transferibles que combinadas con las competencias específicas ocupacionales digitales y técnicas contribuyen al aumento del rendimiento en el trabajo

Competencia	Descripción			
Trabajo en equipo	Capacidad de trabajar activamente en la consecución de una meta común subordinando los interese particulares a los objetivos del equipo			
Adaptabilidad al cambio	Adaptarse a los cambios, modificando si es necesario la conducta para alcanzar nuevos objetivos, información o cambios del medio de origen externo o interno			
Organización y planificación	Capacidad de determinar eficazmente las metas y prioridades de la tarea/área/proyecto, estipulando acciones plazos y recursos			
Capacidad de gestión/liderazgo	Capacidad de alertar al grupo de necesidades de cambios			
Iniciativa	Predisposición a emprender acciones, crear oportunidades, y mejorar resultados sin necesidad de requerimientos externos			
Orientación a resultados	Habilidad de aspirar al logro de resultados positivos para la organización			
Compromiso	Sentir como propios los objetivos			
Aprendizaje continuo	Capacidad de buscar y compartir información útil para la resolución de situaciones			
Pensamiento y Resolución de Problemas	Capacidad para aplicar pensamiento crítico y resolver problemas			
Autoaprendizaje	Capacidad de aprender a aprender. Habilidades par gestión de la carrera profesional			

Desempeño Digital.

Se trata de un facilitador que hace referencia a la capacidad de la organización para extraer y gestionar la información relevante en cada uno de los procesos, analizarla de forma sistemática utilizando herramientas avanzadas, y hacerla llegar a cualquier punto de la cadena de valor donde sea útil o necesaria. Contempla: Información digital, Automatización y Conectividad. A continuación se muestra una tabla que recoge las capacidades de la organización consideradas en el modelo de evaluación.

Capacidad Organización	de	la	Descripción de la capacidad







Identificación de datos relevantes	Actividad metódica para identificar los datos generados en cada proceso y descartar aquellos cuya utilización, en principio, no se considera relevante a efectos de mejora en cualquier ámbito de la empresa.			
Captura de datos	Plan de acción para desplegar la infraestructura requerida para obtener los datos desde sus fuentes. Incluye dispositivos físicos (sensores, etc) y elementos lógicos (software).			
Filtrado y almacenamiento	Tratamiento previo de los datos recogidos para desechar los defectuosos, limitar la frecuencia de adquisición, etc, y seguidamente almacenamiento de datos en los dispositivos adecuados.			
Análisis automatizado	Análisis sistemático de todos los datos recogidos para obtener conclusiones de diverso tipo.			
Identificación de datos en sumideros/utilizadores	Actividad metódica para identificar los procesos o sistemas que necesitan utilizar los datos extraídos, o podrían utilizarlos con propósito de mejora.			
Utilización de datos en los utilizadores	Uso efectivo de los datos en los puntos adecuados, obteniendo un beneficio claro por esta acción.			

3.2.2.2. Facilitadores independientes.

El entorno de la empresa (marco político y financiero) supone un facilitador, que no depende de las características de una empresa, y que queda fuera de las acciones de la hoja de ruta en el proceso de transformación digital de una compañía.



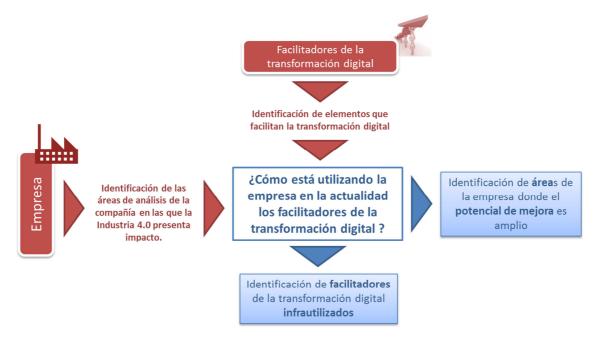




4. Utilización del modelo

El modelo se utiliza para la evaluación del nivel de madurez digital de una empresa. El nivel de evaluación se desagrega para cada sub-área de análisis. Para cada una de ellas se evalúa el nivel de utilización de todas y cada una de las tecnologías implicadas en la transformación digital y las competencias del personal implicado en dichas sub-áreas. La evaluación a nivel organizacional se realiza a nivel de cada área de análisis, así como el grado de sostenibilidad.

En definitiva se trata de un análisis donde se cruza la información de las diferentes áreas de análisis con los facilitadores de la transformación digital.



4.1 Niveles de evaluación.

A la hora de evaluar el grado de desempeño de los elementos facilitadores en cada área (y subárea) de análisis, se identifican 4 niveles, según el grado de conocimiento, acceso y utilización del elemento facilitador.

- **Nivel 1:** Implica un nivel de utilización del facilitador entre 0 25%. Se trata del nivel más bajo en el que la empresa no aplica, o no conoce el facilitador en cuestión.
- Nivel 2: Implica un nivel de utilización del facilitador entre 25 50%. Se trata del nivel en el que la empresa conoce el facilitador en cuestión, pero no está familiariza con su aplicación en la empresa.
- Nivel 3: Implica un nivel de utilización del facilitador entre 50 75%. Se trata del nivel en el que la empresa ha utilizado e integrado hasta cierto nivel (en algunas pruebas piloto, en algunos procesos, etc.) el elemento facilitador.







- **Nivel 4:** Implica un nivel de utilización del facilitador entre 75 – 100%. Se trata del nivel más alto, en el que la empresa conoce en profundidad el facilitador en cuestión y lo tiene implantado de forma generalizado en la empresa.

A continuación, se muestra en detalle, la descripción de los diferentes niveles de evaluación para cada uno de los facilitadores considerados en el modelo.







TECNOLOGÍA.

Tecnología	Descripción	Nivel 1 (0-25%)	Nivel 2 (25-50%)	Nivel 3 (50-75%)	Nivel 4 (75-100%)
Sensórica en productos	Utilización de sensores en productos (o piezas en curso de fabricación) para convertir magnitudes físicas en datos.	No conocen la tecnología ni utilizan estos elementos.	Se conoce la tecnología. Se ha desarrollado algún proyecto o prototipo, pero no un producto comercial	Disponen de algún producto final sensorizado. Algunas piezas en proceso (30%) se identifican con etiquetas que permiten transferencia de datos (CDB, RFID,)	En caso de productos del habitat, algunos de ellos (30%) disponen de sensores o elementos similares que informan al usuario o al fabricante de algún parámetro. La proporción en productos Metal debe ser del 60%. Los productos en curso (90%) utilizan identificación susceptible de comunicar datos (cdb, RFID,)
Sensórica en procesos	Utilización de sensores externos a las máquinas en procesos productivos para convertir magnitudes físicas en datos.	No conocen la tecnología ni utilizan estos elementos.	Solo se dispone de elementos de medición en procesos con maquinaria automatizada	En máquinas o procesos no automatizados disponen de elementos externos que miden diversas variables relevantes (40% de procesos).	En máquinas o procesos no automatizados disponen de elementos externos que miden diversas variables relevantes (90% de procesos).
Sistemas embebidos en productos	Dispositivos que incorporan capacidad de procesamiento, además de capacidad de detección o medición de variables físicas. Ajenos a las máquinas.	No conocen la tecnología ni utilizan estos elementos.	Se conoce la tecnología. Se ha desarrollado algún proyecto o prototipo, pero no un producto	Disponen de algún producto final con sistemas embebidos.	En caso de productos del habitat, algunos de ellos (10%) disponen de sistemas embebidos capaces de adoptar decisiones La proporción en productos Metal debe ser del 30%.

Modelo de referencia Industria 4.0 Página 33







			comercial		
Sistemas embebidos en procesos	Dispositivos que incorporan capacidad de procesamiento, además de capacidad de detección o medición de variables físicas. Ajenos a las máquinas.	No conocen la tecnología ni utilizan estos elementos.	Solo se dispone de elementos de medición en procesos con maquinaria automatizada	En máquinas o procesos no automatizados disponen de sistemas embebidos externos que permiten adoptar decisiones (40% de procesos).	En máquinas o procesos no automatizados disponen de sistemas embebidos externos que permiten adoptar decisiones (90% de procesos).
Robótica (colaborati va, avanzada, etc.) y automatiz ación	Se engloba en esta tecnología tanto la robótica propiamente dicha como los sistemas automatizados programables, tipo CNC y similares, dado el nivel tecnológico del sector.	No utilizan procesos/máquin as automatizadas	Dispone de algún proceso automatizado (menos del 25%)	Dispone de un 50% de procesos automatizados. Algunos procesos manuales (20%) están optimizados	El 90% de los procesos susceptibles de automatización, lo están. Los procesos netamente manuales están organizados para optimizar la eficiencia.
Fabricació n aditiva	Impresión 3D con cualquier finalidad: prototipos, muestras, productos, matrices, moldes, etc.	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.	Conocen la tecnología, cuando sería útil aplicarla, y proveedores a los que subcontratar en caso necesario	Han utilizado alguna vez la tecnología de forma esporádica, subcontratando alguna pieza, prototipo, etc.	Utilizan la FA de forma habitual en algún proceso.
Visión artificial	Visión utilizada en procesos productivos con diversos fines: defectos, posición, etc.	No conocen la tecnología ni la consideran	Conocen la tecnología, cuando sería útil aplicarla, y proveedores a los	Utilizan la VA de forma esporádica en algún proceso.	Utilizan la VA de forma habitual en procesos diversos.

Modelo de referencia Industria 4.0







Realidad aumentad a, realidad virtual.	Uso de la RA con fines de adiestramiento, fines operativos o fines comerciales (relación con clientes, mktg, etc)	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.	que encargar un desarrollo en caso necesario Conocen la tecnología, cuando sería útil aplicarla, y proveedores a los que encargar un desarrollo en caso necesario	Utilizan la RA de forma esporádica en algún proceso.	Utilizan la RA de forma habitual en procesos diversos.
Simulación y virtualizaci ón productiva	Simuladores de algún tipo, incluso caseros tipo excel para hacer previsiones, simular resultados, etc.	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.	Conocen la tecnología, cuando sería útil aplicarla, y proveedores a los que encargar un desarrollo en caso necesario	Han utilizado alguna vez la simulación de forma esporádica en algún proceso.	Utilizan la simulación de forma habitual en procesos diversos.
Redes sociales / Blogs	Incluye la utilización de cualquier tipo de red, con fines empresariales: obtener información de usuarios o clientes, información de productos, etc.	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.	Conocen la tecnología, cuándo sería útil aplicarla, y que perfil de trabajador debería de encargarse	Hay alguna persona que se ocupa de las redes de forma esporádica, principalmente con finalidad comercial/difusión.	Disponen de personal dedicado a estas tareas. La explotación de la información es útil y obtienen conclusiones demostrables.
Catálogo electrónico	Virtualización del catálogo para su difusión por Internet. Incluye como etapa básica el	No conocen la tecnología ni la consideran	Conocen la tecnología. Disponen de	Disponen de software CAD 3D, y lo utilizan habitualmente para	Disponen de un sistema de catalogo electrónico que permite interacción con los clientes,

Modelo de referencia Industria 4.0 Página 35







	uso de software CAD 3D	utilizable.	software CAD 3D.	desarrollar el catálogo.	aprovechando la información que se genera en esta interacción.
Página web / App propia	Utilización de la web de forma activa, no sólo como escaparate de la empresa.	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.	Tienen una Web, pero la información no se actualiza con frecuencia	Tienen web/App interactiva, en la que los clientes potenciales pueden solicitar información y reciben respuesta. Se muestran novedades, noticias, etc.	Explotan la información generada por el uso de la web/app por parte de clientes actuales o potenciales.
Cibersegur idad	Dispone de un departamento TIC con personal especializado en estas tecnologías.	No tiene personal TIC		Dispone de algunas personas que se dedican principalmente a programación, o bien tiene subcontratada esta tarea.	Dispone de un departamento TIC exclusivamente dedicado a los sistemas de información
Computaci ón avanzada en la nube (cloud computing)	Utiliza servicios cloud de algún tipo	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.		Utiliza alguna plataforma cloud para procesos no críticos (archivo de documentación,)	Utiliza plataformas cloud para procesos críticos.
Conectivid ad y movilidad	Dispone de terminales móviles para desarrollar actividades operativas, en cualquier área: diseño, producción, distribución, comercial, etc.	No conocen la tecnología ni la consideran utilizable.	Utiliza terminales móviles solo en la parte de comercialización	Utiliza terminales móviles en algunos procesos asociados a la planta de producción, logística o comercialización.	Utiliza terminales móviles en los procesos asociados a la planta de producción, logística y comercialización.

Modelo de referencia Industria 4.0 Página 36







M2M	Disposo do platín tipo do	No conocon la		Utiliza transferencia de datos	Las máquinas astán consetedas
IVIZIVI	Dispone de algún tipo de	No conocen la			Las máquinas están conectadas
	comunicación, o red, que	tecnología ni la		entre OT y las máquinas CNC	en red. Es posible transferir datos
	permita transferencia de	consideran		para reprogramarlas. Es	entre ellas, y entre productos y
	datos entre máquinas, o entre	utilizable.		posible transferir datos entre	máquinas (cdb, RFID,)
	productos y máquinas.			productos y máquinas, vía	
				cdb, RFID, etc.	
Big Data	Realiza análisis de datos	No conocen la	Conocen la	Alguna vez ha utilizado los	Utiliza de forma habitual el
	masivos, con objeto de	tecnología ni la	tecnología, cuando	servicios de empresas	análisis Big Data, mediante
	detectar patrones, tendencias,	consideran	sería útil aplicarla,	tecnológicas para realizar	personal propio o empresas
	etc.	utilizable.	y proveedores a los	análisis de este tipo.	externas. Al menos en algún
			que encargar un		proceso de negocio.
			desarrollo en caso		
			necesario		
Calvalanaa	Likilii-i	No server le	Diagram da	Diagram and an analysis and a sur-	Diagona al mana de EDD y MEC
Soluciones	Utilización de ERP, MES, CRM,	No conocen la	Disponen de un	Dispone como mínimo de un	Dispone al menos de ERP y MES.
de negocio	etc	tecnología ni la	sistema	ERP o de sistema de gestión	Dispone de sistema de gestión de
		consideran	informático tipo	integrado, incluyendo	clientes tipo CRM o similar.
		utilizable.	ERP, pero no	producción.	
			utilizan el módulo		
			de producción		
Soluciones	Análisis y correlación de datos,	No conocen la	Realiza análisis de	Realiza análisis de datos de	Dispone de una solución BI, que
de	mediante software de BI	tecnología ni la	datos de forma	forma manual mediante	utiliza de forma habitual en
inteligenci		consideran	manual mediante	excel. Hay evidencias de que	diversos departamentos.
а		utilizable.	excel, aunque	es práctica habitual	-
			siempre de manera		
			puntual		
			•		







Plataforma	Uso de plataformas web	No conocen la	Conocen la	Utiliza al menos una	Utiliza de forma habitual varias
s	colaborativas con diversas	tecnología ni la	tecnología, cuando	plataforma de forma	plataformas colaborativas, con
colaborati	finalidades: diseño, logística,	consideran	sería útil aplicarla,	habitual, aunque los	resultados satisfactorios.
vas	producción, proveedores,	utilizable.	y proveedores a los	resultados que obtiene no	
	clientes, market place, etc.		que encargar un	son muy buenos.	
			desarrollo en caso		
			necesario		

PERSONAS

a) COMPETENCIAS DIGITALES PARA EL PROCESADO DE LA INFORMACION

Competencia	Descripción	Nivel 1 (0-25%)	Nivel 2 (25-50%)	Nivel 3 (50-75%)	Nivel 4 (75-100%)
Comunicar información	Compartir información digital con otros en el trabajo	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Crear información	Generar nuevos contenidos digitales y el conocimiento de la organización, integración, adopción y aplicación de la información digital	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Aplicar la información	Usar la información en varios formatos digitales, efectiva y eficientemente para mejora las tareas del puesto de trabajo	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Evaluar la información	Juzgar la calidad, la pertinencia, utilidad, validez y aplicabilidad de la información digital	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua







Integrar información	Interpretar, analizar, resumir, comparar y contrastar, combinar, proponer cambios en la finalidad de informar y representación digitales	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Organizar la información	Traducir, restructurar, y proteger la información digital	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Acceso a la información	Localizar, seleccionar y recuperar información digital	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Determinar las necesidades de información	Reconocer, definir y articular las necesidades de información digital	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Información de entrada	Identificar, reconocer, registrar y almacenar información digital para facilitar la recuperación y el uso	no hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua

b) COMPETENCIAS DIGITALES INSTRUMENTALES/TECNICAS

Competencia	Descripción	Nivel 1 (0-25%)	Nivel 2 (25-50%)	Nivel 3 (50-75%)	Nivel 4 (75-100%)
Conocimiento y uso de equipos	Capacidad para interactuar con ordenadores, módems, y dispositivos digitales para realizar tareas de trabajo.	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua







Conocimiento y uso de herramientas software	Capacidad de uso de software específico al puesto de trabajo y/o tareas	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Uso de recursos en red	Entender el uso y aplicación de los recursos disponibles para el trabajo en red	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Conocimiento aspectos legales y éticos	Capacidad para identificar los posibles riesgos legales y/o éticos de los datos y medios empleados	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Programación	Habilidades y conocimiento de programación (si es requerida)	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua
Aplicar medidas de seguridad en entornos digitales	Capacidad para proteger hardware, aplicaciones software, los datos y la información	No hay conocimiento	Conocimiento	Conocimiento + Aplicación puntual	Conocimiento + Aplicación continua

c) COMPETENCIAS TRANSVERSALES PERSONALES

Competencia		Descripción	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
		Descripcion	(0-25%)	(25-50%)	(50-75%)	(75-100%)
Trabajo	en	Capacidad de trabajar activamente	No hay	Conocimiento sobre el	Ha practicado de forma	Practica el
		en la consecución de una meta	conocimient	significado y compromiso	efectiva el elemento de	elemento de forma







equipo	común subordinando los interese particulares a los objetivos del equipo	0	con la organización sobre el elemento de competencia	competencia de forma esporádica o puntual	efectiva continuadamente
Adaptabilidad al cambio	Adaptarse a los cambios, modificando si es necesario la conducta para alcanzar nuevos objetivos, información o cambios del medio de origen externo o interno	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Organización y planificación	Capacidad de determinar eficazmente las metas y prioridades de la tarea/área/proyecto, estipulando acciones plazos y recursos	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Capacidad de gestión/liderazg o	Capacidad de alertar al grupo de necesidades de cambios	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Iniciativa	Predisposición a emprender acciones, crear oportunidades, y mejorar resultados sin necesidad de requerimientos externos	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Orientación a	Habilidad de aspirar al logro de resultados positivos para la	No hay conocimient	Conocimiento sobre el significado y compromiso	Ha practicado de forma efectiva el elemento de	Practica el elemento de forma







resultados	organización	0	con la organización sobre el elemento de competencia	competencia de forma esporádica o puntual	efectiva continuadamente
Compromiso	Sentir como propios los objetivos	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Aprendizaje continuo	Capacidad de buscar y compartir información útil para la resolución de situaciones	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Pensamiento y Resolución de Problemas	Capacidad para aplicar pensamiento critico y resolver problemas	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente
Autoaprendizaje	Capacidad de aprender a aprender. Habilidades para la gestión de la carrera profesional	No hay conocimient o	Conocimiento sobre el significado y compromiso con la organización sobre el elemento de competencia	Ha practicado de forma efectiva el elemento de competencia de forma esporádica o puntual	Practica el elemento de forma efectiva continuadamente







Para facilitar la evaluación del personal de las empresas, se ha desarrollado un cuestionario electrónico que se ha ubicado en una dirección web accesible por cualquiera. La idea original es que cada empleado de la empresa pueda acceder a este cuestionario y lo rellene por sí mismo. Posteriormente se analizan los resultados y se ofrece la valoración obtenida.

En la imagen siguiente se muestran dos pantallas de este cuestionario:









DESEMPEÑO DIGITAL

Capacidad de la organización	Descripción	Nivel 1 (0-25%)	Nivel 2 (25-50%)	Nivel 3 (50-75%)	Nivel 4 (75-100%)
Identificación de datos relevantes	Actividad metódica para identificar los datos generados en cada proceso y descartar aquellos cuya utilización, en principio, no se considera relevante a efectos de mejora en cualquier ámbito de la empresa.	Se desconoce el concepto. No hay ningún planteamiento al respecto.	No existen criterios definidos, pero hay identificados algunas variables críticas en algunos procesos	Existen criterios que permiten identificar los datos relevantes en algunos procesos críticos, cuya utilización podría ser interesante para mejorar la eficiencia de los mismos.	Existen y se aplican criterios para identificar los datos de cada actividad cuya utilización podría ser relevante en cualquier proceso de la empresa. Al menos en el 90% de los procesos de la cadena de valor están identificados y registrados estos datos.
Captura de datos	Plan de acción para desplegar la infraestructura requerida para obtener los datos desde sus fuentes. Incluye dispositivos físicos (sensores, etc) y elementos lógicos (software).		Se obtiene información relevante en algún proceso. Al menos se obtiene información sobre la evolución de las OFs, tiempos de proceso, etc.	críticos utilizando los recursos propios de los mismos (normalmente	Se ha desplegado la infraestructura física y lógica en la mayor parte de procesos (90%) que permite capturar los datos relevantes identificados anteriormente.







Filtrado v	Tratamiento previo de los	Se desconoce el	Los datos obtenidos	Los datos se	Los datos capturados se
almacenamiento	datos recogidos para desechar	concepto. No hay	se almacenan en la BD	almacenan en los	depuran y almacenan de
amacenamento	los defectuosos, limitar la	ningún	del sistema de gestión.	propios sistemas que	forma segura en las bases de
	frecuencia de adquisición, etc,	planteamiento al	der sisterna de gestioni	los generan. No	datos adecuadas, existiendo
	y seguidamente	respecto.		existen elementos	planes de seguridad para
	almacenamiento de datos en	•		adicionales que se	evitar su pérdida accidental.
	los dispositivos adecuados.			utilicen para este fin.	·
Análisis	Análisis sistemático de todos	Se desconoce el	Los datos se revisan	Se realizan análisis de	Se utilizan de forma
automatizado	los datos recogidos para	concepto. No hay	para comprobar	datos periódicamente,	sistemática herramientas
	obtener conclusiones de	ningún	puntualmente	utilizando	avanzadas (Big Data
	diverso tipo.	planteamiento al	desviaciones. No hay	herramientas no	Analytics) para el
		respecto.	actividad sistemática	automatizadas. El	procesamiento de la
			al respecto.	proceso de análisis no	información, incluso la
				se hace en tiempo	obtenida en tiempo real. Los
				real, sino diferido. Se	resultados obtenidos se
				aplican algunas	aplican para mejorar la
				mejoras como	eficacia o eficiencia de los
				resultado de los	procesos afectados.
				análisis.	
Identificación de	Actividad metódica para	Se desconoce el	Algún dato o grupo de	Se han identificado	Existen y se aplican criterios
datos en	identificar los procesos o	concepto. No hay	datos se utiliza en	procesos y sistemas	para identificar los procesos o
sumideros/utiliz	sistemas que necesitan utilizar	ningún	procesos diferentes al	críticos que requieren	sistemas de cada actividad
adores	los datos extraídos, o podrían	planteamiento al	que lo ha generado.	datos generados en	que requieren datos
	utilizarlos con propósito de	respecto.	No es sistemático. Se	otra posición,	generados en otra posición
	mejora.		hace con alguna	incluidos en el mismo	de la CDV, y que no están
			información	sistema de gestión. Al	incluidos de forma estándar
			esporádica.	margen de los	en los sistemas de gestión. Al
				sistemas de gestión se	menos en el 90% de los







			utilizan algunos datos de otras fuentes de forma sistemática en algún proceso crítico.	procesos de la CDV están identificados y registrados estos datos.
Utilización de datos en los utilizadores		Algunas veces se extraen conclusiones de los datos recogidos. No es un proceso sistemático. Se hace especialmente cuando aparecen problemas importantes.	de gestión se utilizan de forma sistemática	utilizan de forma sistemática en los procesos adecuados.







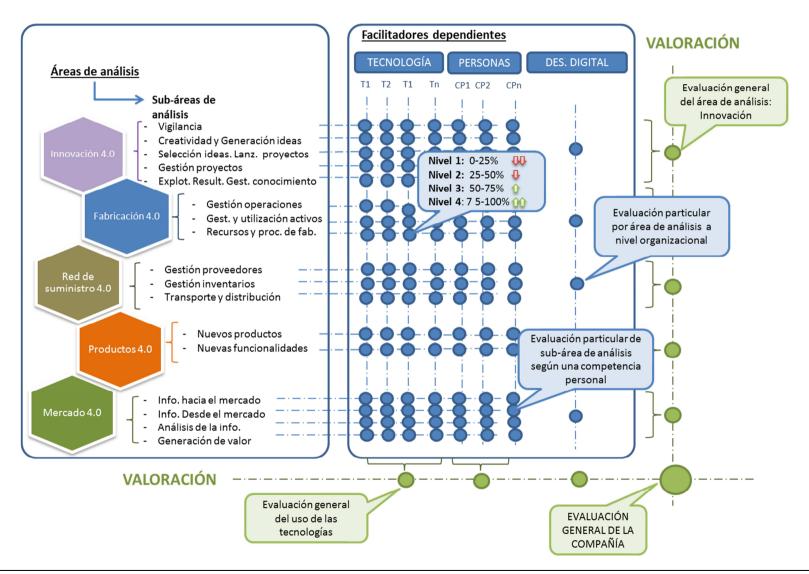
4.2 Resultados de la evaluación.

Como resultado, se obtienen valoraciones particulares (por ejemplo, de una sub-área de análisis respecto de una tecnología concreta), y agregando resultados se obtienen valoraciones generales a nivel de áreas de análisis, elementos facilitadores, y una valoración global de la compañía, tal y como se refleja en la siguiente imagen.









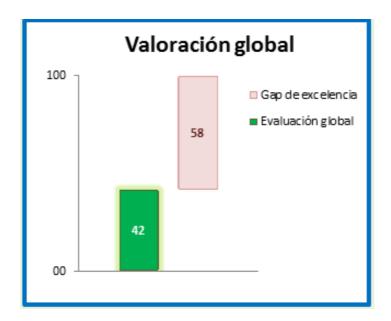






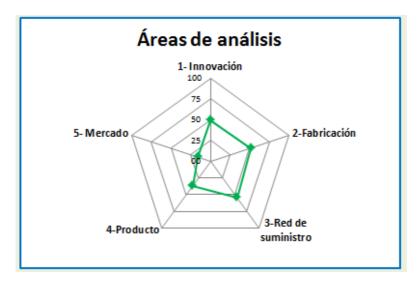
VALORACIÓN GLOBAL DE LA COMPAÑÍA.

Como resultado de todas las valoraciones particulares, se puede obtener una valoración global de la compañía (en base 100), y ver de esta manera el recorrido que puede realizar la empresa hasta alcanzar la excelencia total. A continuación, se muestra un ejemplo del tipo de representación gráfica que se puede generar a la hora de visualizar la información global.



VALORACIÓN GENERAL POR ÁREA DE ANÁLISIS.

La visualización de la información global se puede descomponer en las cinco áreas de análisis ya descritas en el documento (innovación, fabricación, red de suministro, producto, y mercado). A continuación se muestra un ejemplo del tipo de representación gráfica que se puede generar a la hora de visualizar la información de las cinco áreas de análisis.









Seguidamente se ofrece una valoración cualitativa de los resultados obtenidos en cada área:

ÁREA DE INNOVACIÓN 4.0.

Vigilancia



Creatividad y generación de ideas



Selección ideas, Lanzamiento proyectos.

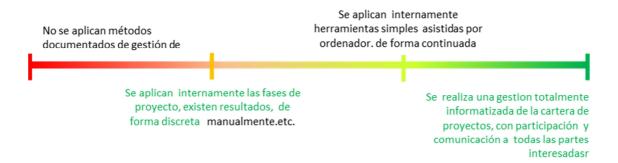


Gestión de proyectos.







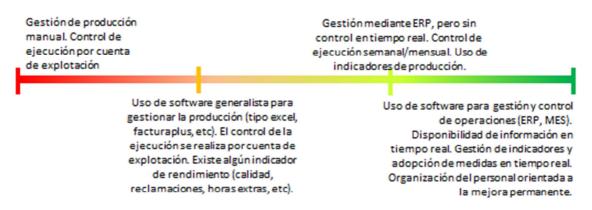


Explotación de resultados. Gestión del conocimiento.



FABRICACIÓN 4.0

Gestión de operaciones.



Gestión y utilización de activos.







Mantenimiento correctivo sin planificación. Se desconoce n criterios de optimización. Manipulación manual. Maquinaria en un 90% amortizada. Mantenimiento preventivo consolidado. Se registran y analizan las operaciones de mantenimiento. Se consideran cuellos de botella y criterios objetivos de asignación de cargas. 50% de operaciones de logística interna automatizadas. Maquinaria amortizada en menos del 50%.

Operaciones básicas de mantenimiento preventivo. Mayormente correctivo. Se registran las operaciones de mantenimiento. Criterios subjetivos de secuenciación. Algunas operaciones de manipulación con apoyo de tecnología. Maquinaria amortizada en un 70%.

Mantenimiento generalmente preventivo, y predictivo en infraestructuras críticas. Registro. Software de secuenciación de cargas de trabajo y de utilización de equipamiento. Logística intema automatizada en un 70%. Menos del 30% del equipamiento está amortizado

CADENA DE SUMINISTRO 4.0.

Gestión de proveedores

Gestion de compras manual, Los pedidos se pasan por telefono. Solo se lleva el control por contabilidad La gestión de los proveedores se realizar con un ERP, que permite controlar los pedidos de una forma automatizada. Los pedidos se pasan por mail. Se lleva un seguimiento semanal de los pedidos. Se usan indicadores de compras

Uso de software generalista,
(Tipo excel, word,
contaplus,etc). Los pedidos se
pasan por escrito. El control se
realiza de forma manual, hay
muy pocos indicadores
(calidad, precio,etc.) y no
suelen estar claramente
documentados.

Uso de Sofware de gestión (ERP), se realiza un seguimiento diário del cumplimiento de los plazos de entrega, los pedidos a los proveedores se emiten por sistema tipo EDI. Se realiza una evaluación continua de los proveedores emitiendo informes de valoración. Se establecen previsiones de compra con los proveedores. Con los proveedores se pactar niveles de servicio. Se calculan indicadores que permiten una evaluación continua y una clasificacion de los proveedores automática (incidencias de calidad, cumplimiento de plazos de entrega, niveles de precio, etc.)

Gestión de almacenes







Gestion de compras manual, Los pedidos se pasan por telefono. Solo se lleva el control por contabilidad La gestión de los proveedores se realizar con un ERP, que permite controlar los pedidos de una forma automatizada. Los pedidos se pasan por mail. Se lleva un seguimiento semanal de los pedidos. Se usan indicadores de compras

Uso de software generalista,
(Tipo excel, word,
contaplus,etc). Los pedidos se
pasan por escrito. El control se
realiza de forma manual, hay
muy pocos indicadores
(calidad, precio,etc.) y no
suelen estar claramente
documentados.

Uso de Sofware de gestión (ERP), se realiza un seguimiento diário del cumplimiento de los plazos de entrega, los pedidos a los proveedores se emiten por sistema tipo EDI. Se realiza una evaluación continua de los proveedores emitiendo informes de valoración. Se establecen previsiones de compra con los proveedores. Con los proveedores se pactar niveles de servicio. Se calculan indicadores que permiten una evaluación continua y una clasificacion de los proveedores automática (incidencias de calidad, cumplimiento de plazos de entrega, niveles de precio, etc.)

Transporte y distribución.

Gestion del transporte es de forma manual, las rutas se confeccionan en función de la disponibilidad de material para entregar.

Hasta ultima hora no se sabe si el material va a estar disponible para su envío.

Se lleva un control del cumplimiento de los plazos de entrega
Se dispone de herramientas para controlar el tamaño de camión necesario para realizar el envío, en función de las características de los pedidos que se quieren transportar.
Se controlan las incidencias de

transporte.

La empresa dispone de un ERP que le permite controlar los plazos de entrega de los pedidos, las direcciones de entrega, los transportes más optimos para cada tipo de envio. Se generan listados de embarque por ruta con el volumen y peso de los pedidos de la ruta. Se envía por mail una copia del albarán con el material que se va a expedir. Existe un control de los bultos que se cargan de cada pedido. Se lleva un control de costes de transporte.

Existe una comunicación instantánea entre el proceso de preparación de pedidos y el transporte, mediante sistemas tipo EDI. El etiquetado de los productos se realiza con las etiquetas de transporte.

El transporte dispone de un sistema de seguimiento informatico, en tiempo real de la entrega de forma que en cualquier momento se conoce el estado del producto.

Las rutas de entrega se generan de forma automática teniendo en cuenta ubicación, horarios de descarga, complejidad de acceso, el coste, etc.

Se realiza un control automático de que se cargan todos los bultos de cada pedido. Se controla el coste de transporte por envío.

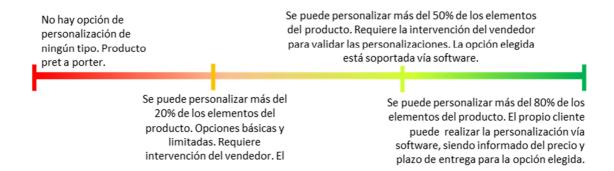
PRODUCTO 4.0

Producto personalizado





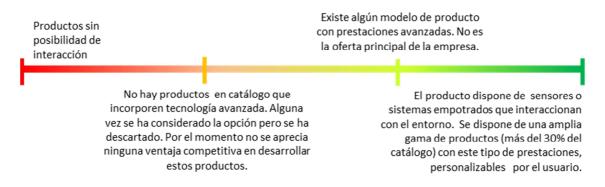




Producto extendido



Producto inteligente. Producto con nuevas funcionalidades.



MERCADO 4.0.

Comunicación con el mercado (envío y recepción de información).









Análisis de información capturada.



Puesta en valor de la información.



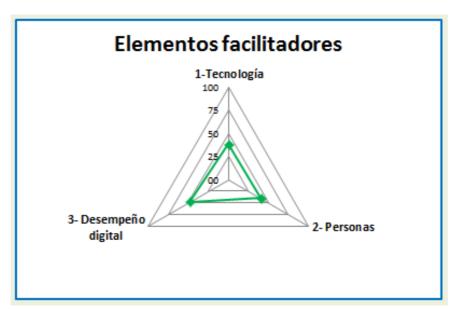






VALORACIÓN GENERAL DEL USO DE LOS FACILITADORES.

Además de la visualización de los resultados por áreas de análisis se puede mostrar la información organizada por elementos facilitadores. A continuación, se muestra un ejemplo del tipo de representación gráfica que se puede generar a la hora de visualizar la información según los elementos facilitadores.









4.3 Elaboración de la hoja de ruta.

4.3.1 Factores de competitividad y áreas de evaluación.

El trazado de la hoja de ruta (HR) de cada empresa requiere, además de la evaluación de su situación actual, conocer cuáles son las expectativas, objetivos o planteamientos estratégicos de la empresa. La HR es un documento individualizado que indicará a cada empresa la dirección a seguir en cada una de las áreas relevantes para ella.

Para definir de una forma sencilla la estrategia empresarial, se ha optado por definir un conjunto de factores de competitividad asociados a los Sectores de referencia. A las empresas evaluadas se les solicitará que prioricen los cinco factores más importantes para alcanzar sus objetivos estratégicos.

Dado que se existe una relación entre cada factor de competitividad y las áreas de evaluación definidas anteriormente, se ha valorado la influencia que cada área tiene en cada factor. Esta correlación establece las áreas donde habría que realizar más esfuerzo para que el factor de competitividad sea plenamente desarrollado, y por tanto contribuya significativamente a conseguir los objetivos estratégicos de la empresa.

Los factores seleccionados son los siguientes

<u>Conocimiento del mercado</u>: comprensión profunda de quiénes son los clientes objetivo, sus características por zonas o regiones geográficas, sus necesidades respecto a los productos de la empresa, capacidad de gasto, volumen de mercado por zonas, etc. Este conocimiento deriva en ventaja competitiva cuando además de disponer de la información, se explota adecuadamente.

<u>Marca/Imagen de empresa</u>: relevancia de la marca o imagen de la empresa para los clientes reales o potenciales. Se traduce en ventaja competitiva cuando la decisión de compra se basa fuertemente en la imagen o la marca de la empresa.

Adaptación de la oferta a la demanda: capacidad para vislumbrar los cambios de moda, tendencia, gustos particulares de una zona o región geográfica, etc, y adaptar la oferta de la empresa de forma continua a medida que van cambiando las necesidades o expectativas de los clientes.

<u>Internacionalización</u>: capacidad de vender los productos de la empresa en mercados internacionales. Se traduce en ventaja competitiva cuando la exportación se realiza de forma continuada y creciente.

<u>Innovación</u>: capacidad de desarrollar productos/servicios que aportan una novedad objetiva respecto a la competencia, de forma continuada en el tiempo.

<u>Diferenciación</u>: capacidad de la empresa para crear una percepción de producto por parte del consumidor que lo diferencie claramente de los de la competencia. La diferenciación puede basarse en:

- Características físicas, prestaciones. para los demás
- Accesorios que se suministran con el mismo.







- Rendimiento técnico.
- Estética, diseño del producto.
- Diseño, estética del envase o el embalaje.
- Otras características del embalaje: reciclabilidad, ergonomía, facilidad de apertura o cierre.
- Marca.
- Publicidad.
- Estructura de precios. Política de descuentos, ofertas.
- Disponibilidad de recambios y servicio post-venta.
- Garantía.
- Gama disponible.
- Disponibilidad de suministros.
- Seguridad en la utilización.
- Facilidad de manejo, ergonomía.
- Respeto al medio ambiente, reciclabilidad.
- Conexión/compatibilidad con otros productos o sistemas.
- Método de venta.
- Canal de distribución.
- Prontitud en la disponibilidad.
- Inclusión de todos los servicios que se suministran en el producto.

Amplitud de gama: cantidad de líneas de productos que existen de una determinada gama de productos o dentro de una compañía. Hace referencia a la mayor posibilidad que se le ofrece a los consumidores de disponer de productos o servicios relacionados con el producto en el que están interesados.

<u>Personalización</u>: capacidad para ofertar una amplia variedad de opciones del mismo producto de forma que cada cliente puede configurar el producto a su gusto. La personalización llevada al extremo permite al cliente el diseño de un producto exclusivo del que sólo se fabricará una unidad.

<u>Servicio post venta/Compromiso con el cliente</u>: capacidad para mantener una relación con el cliente tras la venta del producto, de forma que se siguen generando oportunidades de negocio mediante la atención a sus necesidades post-venta.







<u>Costes de producción</u>: control de los costes de forma exhaustiva, de manera que se detectan desviaciones al alza y se plantean continuamente objetivos de reducción de coste. En los nuevos modelos, es un criterio clave para su lanzamiento.

<u>Calidad/Satisfacción del cliente</u>: capacidad para medir y evaluar la satisfacción del cliente de forma objetiva, y mantener permanentemente un nivel elevado de satisfacción.

<u>Flexibilidad</u>: hace referencia a la capacidad de fabricar series cortas, llegando al lote unitario en el límite.

<u>Canal de distribución</u>: capacidad de la empresa para seleccionar el canal que le resulte más conveniente en función del producto/servicio que quiere ofrecer.

Tras la identificación con la empresa de los cinco factores de competitividad principales con los que compite la empresa en sus mercados, se está en condiciones de identificar aquellas áreas de análisis que presentan mayor importancia de cara al proceso de transformación digital.

Factores de competitividad/Areas de evaluación	Acceso al mercado y clientes	Innovación. Diseño y desarrollo	Productos / Servicios	Fabricación	Cadena de suministro	
Conocimiento del mercado	+++	++	+			
Marca/Imagen	+++	+	++			
Adaptación de la oferta a la demano	+++	++	+			
Internacionalización	+++		+		++	
Innovación		+++	++	+		
Diferenciación			+++	++	+	
Amplitud de gama		++		+++	+	
Personalización		+		+++	++	
Servicio post venta/Compromiso co	+++		+		++	
Costes de producción		+		+++	++	
Calidad/Satisfacción del cliente		+		+++	++	
Flexibilidad	+			+++	++	
Canal de distribución	+			+++	++	

Cruzando la importancia de las áreas de análisis, según los factores de competitividad propios de la empresa, con las evaluaciones obtenidas, se pueden identificar las carencias actuales y definir un plan de trabajo personalizado para la transformación digital de la empresa.

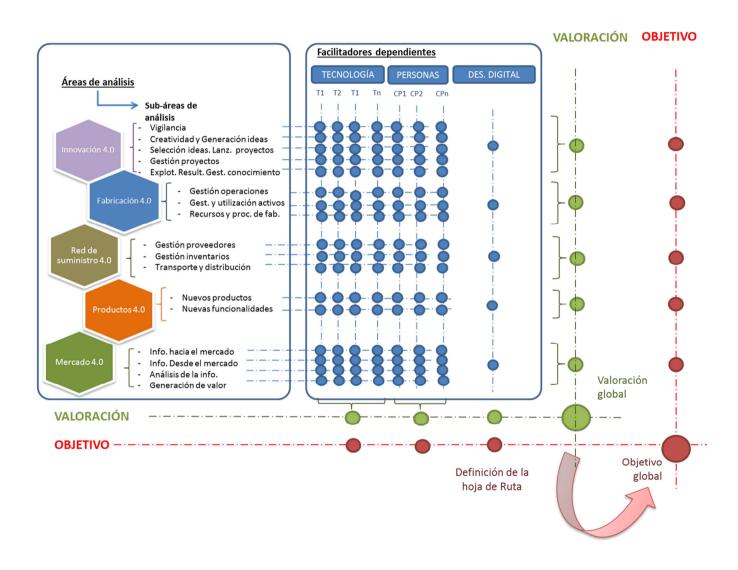
A continuación, se muestra un ejemplo de identificación de los cinco factores de competitividad que gestiona la compañía.

Factores de competitividad/Areas de evaluación	Posicionamiento futuro
Conocimiento del mercado	
Marca/Imagen	
Adaptación de la oferta a la demanda	1
Internacionalización	
Innovación	1
Diferenciación	
Amplitud de gama	
Personalización	1
Servicio post venta/Compromiso con el cliente	
Costes de producción	1
Calidad/Satisfacción del cliente	-
Flexibilidad	1
Canal de distribución	







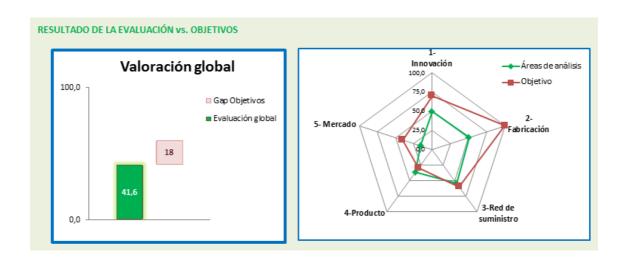








Una vez obtenida la evaluación de la empresa y conocidos sus factores de competitividad objetivo, se puede presentar la información que relaciona ambos conceptos. A continuación, se muestra un ejemplo del tipo de representación gráfica que se puede generar.









5 Validación del modelo

5.1- Aplicación en empresas

Una vez definida la primera versión del modelo de referencia sectorial, se procede a su validación mediante evaluación de siete empresas de ambos sectores. Las empresas evaluadas fueron:

- EMPRESA1 Fabricante y distribuidor de mobiliario importado. OEM.
- EMPRESA2 Fabricante de mobiliario. OEM
- EMPRESA3 Fabricante de mobiliario. OEM
- EMPRESA4 Fabricante de tableros. TIER1
- EMPRESA5 Proveedor de piezas. TIER2
- EMPRESA6 Proveedor de piezas. TIER2
- EMPRESA7 Proveedor de piezas. Filial del grupo principal. TIER2.

Previamente a la evaluación se desarrolló un libro Excel de apoyo para poder puntuar los diferentes aspectos evaluables, así como un procedimiento para orientar al personal técnico en la forma en que debía realizarse el diagnóstico, (Anexo 1.2.1).

Debido a que existe un grado de subjetividad importante en las valoraciones que se debe realizar, se optó por formar <u>equipos de dos técnicos</u> para realizar las evaluaciones, de forma que cada técnico hiciese su propia evaluación comparando resultados y unificando criterios en los aspectos más divergentes.

El objetivo de la evaluación es verificar que el modelo planteado:

- 1. <u>Es aplicable a empresas con diferente actividad, tamaño y posición en la cadena de suministro global.</u>
 - Se considera que el objetivo queda validado, si tras la revisión del 100% de evaluaciones realizadas, todos y cada uno de los aspectos del modelo han podido ser evaluados: áreas y sub-áreas de análisis, y facilitadores.
- 2. <u>Refleja aproximadamente la situación de cada empresa en el marco conceptual de la Industria 4.0.</u>

Se considerará que el objetivo queda validado si tras la si tras la revisión del 100% de evaluaciones realizadas, se dan las siguientes circunstancias:

- Las puntuaciones otorgadas por los técnicos que evalúan una misma empresa no difieren en exceso, lo que significan que los criterios de valoración son claros y están asumidos al mismo nivel por los técnicos.
- Las valoraciones obtenidas son coherentes con la realidad de la empresa.
- 3. Facilita el trazado de una hoja de ruta

Se considera que el objetivo queda validado, si tras la revisión del 100% de evaluaciones realizadas, se puede definir con claridad para cada caso un conjunto de acciones para mejorar su posición dentro del marco de industria 4.0.

Seguidamente se muestran los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas. Estos resultados deben mantenerse confidenciales ya que así se estableció por escrito con las empresas. Tras los resultados se muestra una tabla en la que se valida cada uno de los criterios de evaluación, haciendo las oportunas observaciones cuando proceda.

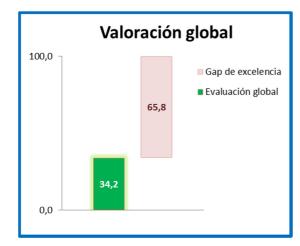


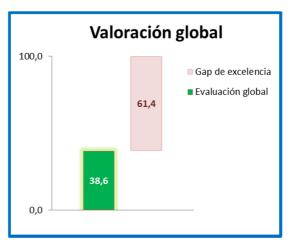


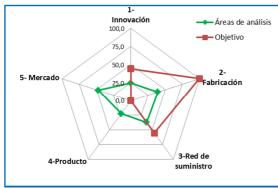


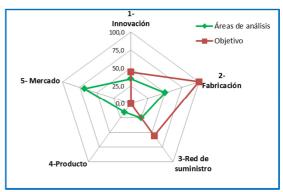
EMPRESA1

Evaluación Técnico 1













Objetivo	Validación		
Aplicable a empresas con diferente actividad	- El área de producto no tiene sentido evaluarla con estos criterios por ser producto importado, y no es de diseño propio.		
2. Refleja la situación de la empresa	- Diferencia excesiva en la puntuación del		





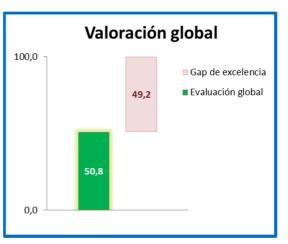


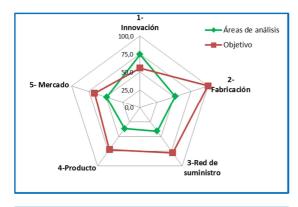
	área "Mercado" entre los dos técnicos.				
	- Los objetivos en el área de mercado no reflejan la realidad de la empresa.				
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican medidas de mejora directa tras los resultados.				

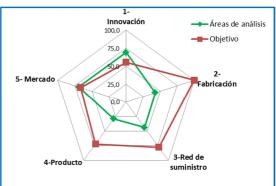
EMPRESA2

Evaluación Técnico 1

Valoración global 100,0 Gap de excelencia Evaluación global 50,5













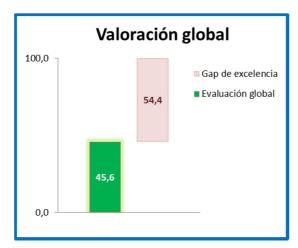


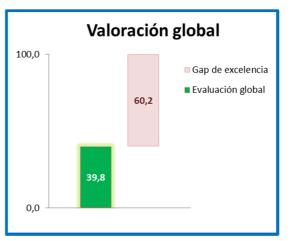


Objetivo	Validación		
1. Aplicable a empresas con diferente actividad	Correcto		
2. Refleja la situación de la empresa	 La puntuación de los técnicos difiere considerablemente en las áreas de producto y mercado En el área de producto no refleja la situación real, ya que estratégicamente la empresa tiene un planteamiento acorde con los productos que obtiene. 		
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican con claridad medidas de mejora directa tras los resultados.		

EMPRESA3

Evaluación Técnico 1

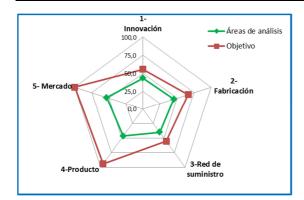


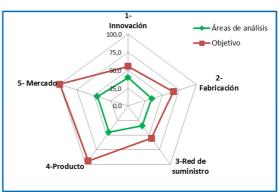
















Objetivo	Validación
1. Aplicable a empresas con diferente actividad	Correcto
2. Refleja la situación de la empresa	 Las valoraciones de los técnicos presentan pocas diferencias. En el área de producto no refleja la situación real, ya que estratégicamente la
	los productos que obtiene.
	- El objetivo de innovación está infravalorado para los recursos que la empresa dedica y la importancia que se le da.
	- El área de desempeño digital requiere mayor profundidad de análisis.
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican con claridad medidas de mejora directa tras los resultados.



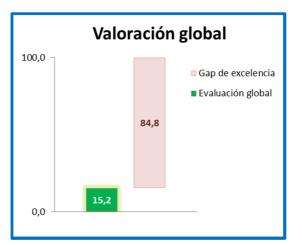


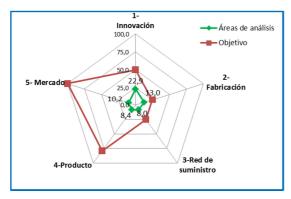


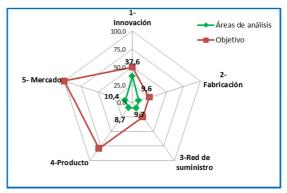
EMPRESA4

Evaluación Técnico 1

Valoración global 100,0 Gap de excelencia Evaluación global 87,5













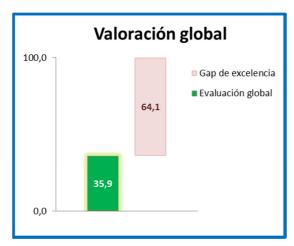


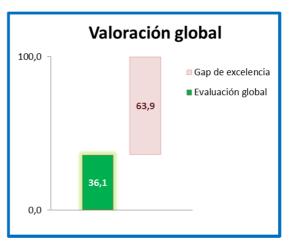


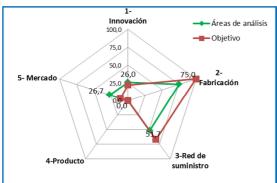
Objetivo	Validación		
1. Aplicable a empresas con diferente actividad	Correcto		
2. Refleja la situación de la empresa	 La puntuación de los técnicos difiere considerablemente en el área de innovación Los objetivos de Fabricación y Cadena de suministro son excesivamente bajos para los factores de competitividad seleccionados. 		
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican con claridad medidas de mejora directa tras los resultados.		

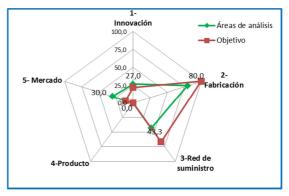
EMPRESA5

Evaluación Técnico 1



















Objetivo	Validación
Aplicable a empresas con diferente actividad	- El área de producto no tiene sentido evaluarla con estos criterios por ser producto definido por el cliente.
2. Refleja la situación de la empresa	 La puntuación de los técnicos presenta pocas diferencias. El área de Innovación, tanto a nivel de objetivo como de resultado no es coherente con la actividad y las acciones de la empresa. Las áreas de Fabricación y Cadena de suministro dejan poco margen de mejora, cuando el desempeño digital es muy mejorable. Los criterios de puntuación no son adecuados.
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican con claridad medidas de mejora directa tras los resultados.

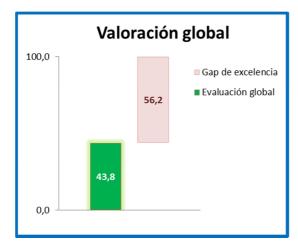
EMPRESA6

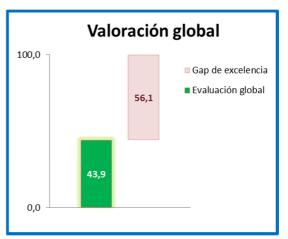
Evaluación Técnico 1

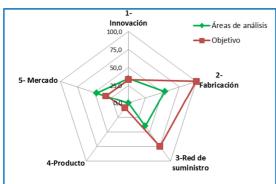


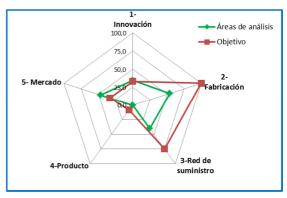
















Objetivo	Validación
1. Aplicable a empresas con diferente actividad	- El área de producto no tiene sentido evaluarla con estos criterios por ser producto definido por el cliente.
2. Refleja la situación de la empresa	 La puntuación de los técnicos presenta pocas diferencias. El área de Innovación, tanto a nivel de objetivo como de resultado no es coherente con la actividad y las acciones de la empresa.



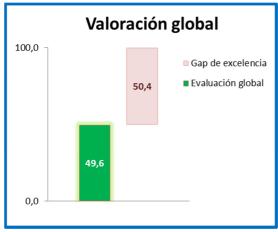


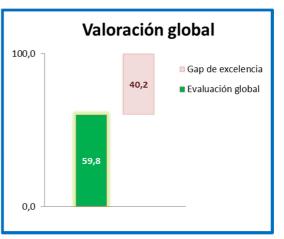


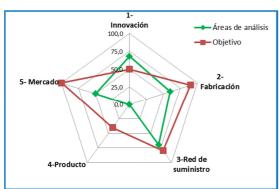
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican con claridad medidas de					
	mejora directa tras los resultados.					

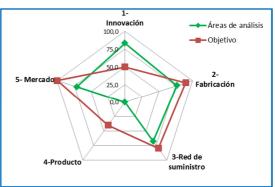
EMPRESA7

Evaluación Técnico 1













			Objetivo							Validacić	'n		
1.	Aplicable	а	empresas	con	diferente	-	Εl	área	de	producto	no	tiene	sentido







actividad	evaluarla con estos criterios por ser producto definido por el cliente. - Al ser un centro de producción de la empresa matriz, se debe hacer consideraciones respecto a las áreas de evaluación que quedan fuera del control de la subsidiaria. Al no tenerse en cuenta estas consideraciones en el procedimiento de evaluación, tanto los objetivos como los resultados están desvirtuados.
2. Refleja la situación de la empresa	 La puntuación de los técnicos, en general, presenta diferencias relevantes. Los factores de competitividad no tienen aplicación en este caso, ya que es la matriz quien los decide. En caso de subsidiarias estos factores deben ajustarse. Por tanto, los objetivos no reflejan la realidad.
	- En todas las áreas, excepto en fabricación, las respuestas y resultados hacen referencia a la empresa matriz, que no está siendo evaluada ni se conoce con certeza su situación. Los resultados no son coherentes ni reflejan la realidad.
	- En el área de fabricación el resultado está sobrevalorado, ya que tanto a nivel de tecnología como de desempeño digital las mejoras son importantes.
3. Permite generar hoja de ruta	- No se identifican con claridad medidas de mejora directa tras los resultados.

Aunque lo realmente importante es la consistencia del Modelo y su aplicabilidad general, no cabe duda de que la utilidad del mismo es poder ayudar a las empresas de nuestros sectores a integrarse en el paradigma Industria 4.0 de la forma más eficaz posible, lo cual pasa por detectar las carencias y las oportunidades alineadas con las prioridades estratégicas de cada una de ellas.

Obviando el resultado obtenido por cada empresa, cuya discusión no es objeto de este proyecto, seguidamente se hace una exposición de los problemas y conflictos detectados en el Modelo planteado, así como en el propio proceso de evaluación.







5.2- Incoherencias en el modelo y en el sistema de evaluación

Se han detectado las siguientes incoherencias:

- a) Al plantear el modelo, no se ha tenido en cuenta el contenido de la hoja de ruta que se debería trazar a partir del resultado de la evaluación. Esta observación es aplicable también al método de evaluación seguido.
- b) Los factores de competitividad definidos no responden con claridad a las estrategias de las empresas. Se han detectado:
 - i. redundancias en las definiciones que confunden al interlocutor,
 - ii. se han incluido factores marginales poco relevantes en la situación actual
 - no se han considerado algunos factores relevantes para las empresas TIER1 y
 TIER2
 - iv. la selección de cinco factores es excesiva; a partir del segundo o tercer factor, la relevancia de los siguientes es mucho menor y en ocasiones la selección de factores adicionales resulta muy forzada.
 - v. en caso de empresas filiales orientadas a la fabricación exclusivamente, los factores de competitividad no reflejan el objetivo real de la empresa, sino de la matriz
- c) Considerar el área de Producto al mismo nivel que los otros cuatro procesos introduce distorsiones en el modelo. Por una parte, en los sectores en los que el modelo es aplicable, la viabilidad de desarrollar en toda su amplitud las propuestas de la Industria 4.0 relativas al producto no se ve con claridad. Por otra parte hay empresas en las que el producto es definido y desarrollado por los clientes, con lo cual un 20% del modelo no es aplicable y distorsiona el resultado global. Además, no tiene mucho sentido evaluar el producto desde la perspectiva de los tres facilitadores (Tecnología, Personal y Desempeño digital), lo cual complica mucho el sistema de valoración.
- d) En el área de Innovación, los criterios de evaluación o sub-procesos de análisis no son relevantes desde el punto de vista de la incidencia que puede tener en ellos la Industria 4.0. Más allá de que se pueda usar algún tipo de tecnología TIC en este proceso, lo verdaderamente relevante es el resultado del mismo, es decir los nuevos productos, procesos o servicios. Al mismo tiempo, las empresas que no desarrollan producto sí que pueden aplicar procesos de innovación a sus procesos o al servicio, con lo que de alguna forma se está confirmando la eliminación del área de Producto y su inclusión como criterio en esta área.
- e) En el área de Mercado se considera redundante el criterio o sub-proceso denominado *Generación de valor*, ya que es un resultado del sub-proceso *Análisis de la información* y por tanto un criterio de valoración de este sub-proceso.
- f) El facilitador Desempeño Digital es coherente e importante, aunque el desglose que se ha hecho (Identificación de datos relevantes, Captura de datos, Filtrado y almacenamiento, Análisis automatizado, Identificación de datos en sumideros/utilizadores, Utilización de datos en los utilizadores) es demasiado complejo y no responde a la práctica empresarial.
- g) La evaluación del facilitador relativo a las Personas no se ha podido hacer a todo el personal de cada empresa, ya que a la Dirección de ninguna de ellas le parecía oportuno hacer extensiva dicha evaluación. Finalmente se decidió seleccionar una pequeña muestra en cada empresa, representativa de las diferentes áreas de actividad evaluadas, y obtener un valor promedio global, que es el reflejado en los resultados.
- h) Relacionado también con este facilitador, se ha detectado también un aspecto que debe ser matizado y considerado en el modelo: para alcanzar el nivel de digitalización







adecuado en cada empresa no es necesario que todo el personal disponga de unas capacidades digitales generales elevadas. La digitalización de la empresa industrial requiere tres tipos de cualificaciones diferentes:

- Impulsores: son las personas que deben fijar las metas y dirigir el proyecto, normalmente la Dirección de la empresa. Su cualificación digital puede ser genérica.
- ii. Conductores: personas que deben seleccionar y aplicar las tecnologías adecuadas, en función de las metas marcadas. La cualificación requerida debe ser acorde con las necesidades que generan dichas metas, y normalmente serán necesarios perfiles de carácter técnico e incluso algún perfil no existente en la empresa.
- iii. Seguidores: personas que deben manejar equipamiento y aplicaciones, normalmente a nivel usuario. Si no la tienen ya, requerirán formación específica en el uso de las tecnologías seleccionadas, que normalmente facilitará el proveedor de las mismas como habitualmente sucede al adquirir una tecnología o una máquina nueva.
- i) Se debe revisar la valoración cualitativa de los resultados de cada área ya que las definiciones realizadas en cada nivel no son coherentes con las puntuaciones obtenidas al realizar la valoración numérica. Se considera más adecuado dar una valoración cualitativa general de toda la empresa, más que en cada área.
- j) Previamente a la realización del diagnóstico, se debe hacer una breve introducción a las personas a entrevistar sobre cuál es el objetivo del diagnóstico, una explicación sobre las diferentes tecnologías que se utilizan en la Industria 4.0 y cuál será el resultado del mismo.

Estas deficiencias que se han identificado se relacionan con los objetivos de la validación de la siguiente manera:

Aplicable a diferentes tipos de empresas	Reflejar situación de la empresa respecto marco conceptual Industria 4.0	Facilitar el trazado de hoja de ruta.
 Los factores de competitividad definidos no responden con claridad a las estrategias de las empresas. El área de producto no puede evaluarse en empresas donde el diseño viene definido por el cliente. En caso de empresas filiales orientadas a la fabricación exclusivamente, los factores de competitividad no reflejan el objetivo real de la empresa, sino de la matriz 	■ Dificultades para fijar un criterio común entre los técnicos evaluadores, que homogenice las puntuaciones otorgadas. ■ En el área de Innovación, los criterios de evaluación o subprocesos de análisis no son relevantes desde el punto de vista de la incidencia que puede tener en ellos la Industria 4.0 ■ El desglose del facilitador desempeño digital es complicado de evaluar en la mayoría de empresas. ■ Dificultad para evaluar el facilitador personal. Las	 Dificultad para trazar hoja de ruta en base a resultados del diagnóstico. La información del status actual del personal es compleja de recopilar, y por tanto la hoja de ruta en éste facilitador queda incompleta. Identificar y evaluar los diferentes perfiles de personas para la transformación digital. No se puede uniformizar.













5.3- Modelo revisado

A partir de las conclusiones obtenidas, se ha vuelto a plantear el Modelo de Industria 4.0 propuesto para los sectores Madera-mueble y Metalmecánico, que queda definido del modo siguiente:

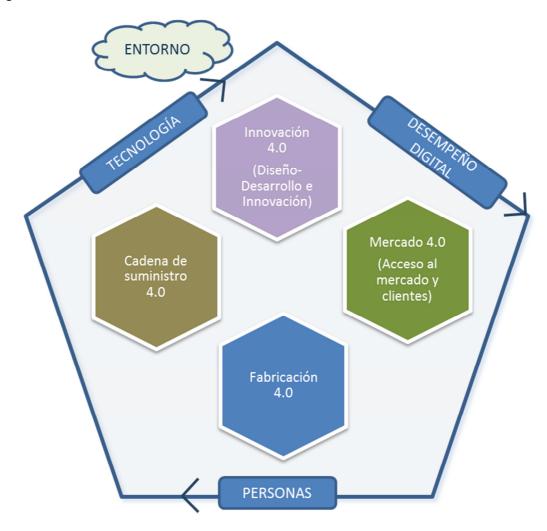


Figura 13. Modelo sectorial de Industria 4.0 (VERSIÓN FINAL)

En esta versión del Modelo, las áreas de análisis se evalúan considerando los siguientes criterios:

Innovación. El proceso de innovación se considera esencial en una empresa Industria 4.0, y debe realizarse de forma coherente con el nivel y las expectativas de cada empresa. Se valorará positivamente el uso de herramientas TIC que permitan acceder de forma sistemática a las fuentes de información identificadas para realizar la vigilancia tecnológica y herramientas que permitan compartir información en caso de que tenga sentido el trabajo en red (ingeniería concurrente, o co-creación de producto con clientes/proveedores). Se considera esencial el uso de herramientas digitales de diseño en el proceso de desarrollo de producto y la integración digital de la oficina de innovación/desarrollo de producto con la planta de producción. La agilidad en el







lanzamiento de nuevos productos debe ser consecuencia del uso de herramientas de simulación o experimentación (software de modelado, cálculo de estructuras, etc). Los criterios de evaluación relevantes hacen referencia a los resultados obtenidos en tres sub-áreas:

- o Producto/Servicio. La evaluación de este criterio considerará el tipo de producto/servicio fabricado o suministrado por la empresa y la viabilidad que puede tener la integración de tecnología para conseguir productos/servicios inteligentes o productos/servicios con nuevas funcionalidades. Igualmente considerará la utilización de las tecnologías o los datos como apoyo al desarrollo de servicios asociados a productos.
- O Proceso. En caso de que la empresa no disponga de productos propios y se base en la prestación de servicios relacionados con procesos productivos, la actividad de innovación debería estar orientada a la mejora de los procesos, siguiendo el mismo esquema que si se tratase de innovación de producto. En este caso se evaluará la orientación hacia la consecución de procesos flexibles, ágiles y eficientes mediante la integración de las tecnologías adecuadas.
- Fabricación. En el proceso de fabricación, la tecnología disponible permite perseguir uno o varios objetivos respecto a eficiencia productiva, flexibilidad (series de fabricación cortas) y agilidad (facilidad de adaptar el proceso en función del producto). El uso de los datos debe proporcionar información relevante. Los criterios de evaluación hacen referencia a los subprocesos siguientes:
 - O Gestión de operaciones. Este criterio debe evaluarse considerando las acciones emprendidas (desde los aspectos tecnológicos y de desempeño digital) para conseguir mayor eficiencia, flexibilidad y agilidad en los ámbitos siguientes: optimización de procesos en tiempo real, eficiencia energética, flexibilidad en la planificación y programación, gestión y control de calidad.
 - Gestión y utilización de activos. Este criterio debe evaluarse considerando las acciones emprendidas (desde los aspectos tecnológicos y de desempeño digital) para conseguir una mejor utilización de los activos mediante: monitorización del funcionamiento de los procesos, mantenimiento predictivo, utilización de tecnología avanzada para el mantenimiento.
- Red de suministro. Se requiere gestionar una cadena de valor fraccionada y especializada, bajo los mismos parámetros de la fabricación: eficiencia, flexibilidad y agilidad. En la gestión de la cadena de suministro, se adoptan modelos logísticos inteligentes. Se alcanza la trazabilidad a nivel ítem en toda la cadena de suministro y de valor. El uso de los datos debe proporcionar información relevante. Los criterios de evaluación hacen referencia a los subprocesos siguientes:
 - o Gestión de compras/proveedores. Debe evaluarse considerando principalmente el nivel de integración digital entre las empresas y los sistemas de comunicación empleados. En caso de no existir integración, se considerará el grado de automatización (especialmente en cuanto a desempeño digital) en los proceso de gestión de proveedores y gestión de suministros (pedidos y recepción de materiales).







- Gestión de inventarios. La gestión de inventarios se evaluará desde el punto de vista de la integración y automatización del proceso mediante el software disponible (ERP, SGA), así como en la utilización de tecnologías hardware (RFID, CDB, dispositivos portátiles de lectura/escritura).
- Transporte y distribución. En este caso se evaluará la utilización de aplicaciones o herramientas para la gestión de rutas automatizada, gestión de proveedores de transporte mediante plataformas (aunque sean privadas), trazabilidad (en toda la cadena hasta la entrega).
- Mercado. Utilización y aprovechamiento de los canales digitales no solo para vender, sino para obtener información del cliente y anticiparse a sus necesidades. Los criterios de evaluación hacen referencia a los subprocesos siguientes:
 - O Información hacia el mercado. Se evaluará considerando la tecnología utilizada de forma sistemática para hacer llegar la oferta de la empresa al mercado en general y a los clientes habituales en particular. Se valorará la agilidad para actualizar la oferta y el nivel de integración de la información desde el desarrollo de producto hasta el catálogo (agilidad en plasmar los cambios de diseño).
 - o Información desde el mercado. Este criterio debe valorar la eficiencia en la recogida de información no estructurada y estructurada desde los clientes, así como su análisis y utilización. En algunos casos de productos concretos habrá que evaluar la recogida de datos desde el propio producto (cómo lo utilizan los clientes), bien sea de forma directa o indirecta.

En la imagen siguiente se muestran las sub-áreas o criterios de análisis:







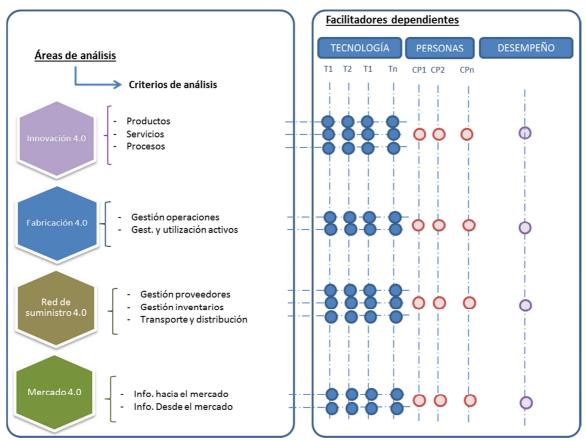


Figura 14. Criterios de análisis en cada área

Los factores de competitividad que se va a considerar son los siguientes:

<u>Marca/Imagen de empresa</u>: relevancia de la marca o imagen de la empresa para los clientes reales o potenciales. Se traduce en ventaja competitiva cuando la decisión de compra se basa fuertemente en la imagen o la marca de la empresa.

<u>Internacionalización</u>: capacidad de vender los productos de la empresa en mercados internacionales. Se traduce en ventaja competitiva cuando la exportación se realiza de forma continuada y creciente.

<u>Innovación/Diseño</u>: capacidad de desarrollar productos/servicios que aportan una novedad objetiva respecto a la competencia, de forma continuada en el tiempo.

Amplitud de gama: cantidad de líneas de productos que existen de una determinada gama de productos o dentro de una compañía. Hace referencia a la mayor posibilidad que se le ofrece a los consumidores de disponer de productos o servicios relacionados con el producto en el que están interesados.

<u>Personalización/Flexibilidad</u>: capacidad para ofertar una amplia variedad de opciones del mismo producto de forma que cada cliente puede configurar el producto a su gusto. La personalización llevada al extremo permite al cliente el diseño de un producto exclusivo del que sólo se fabricará una unidad.







<u>Calidad de producto/servicio</u>: capacidad para mantener la satisfacción del cliente de forma continuada en el tiempo.

<u>Costes de producción</u>: control de los costes de forma exhaustiva, de manera que se detectan desviaciones al alza y se plantean continuamente objetivos de reducción de coste. En los nuevos modelos, es un criterio clave para su lanzamiento.

<u>Servicio</u>: incluye las capacidades necesarias para entregar el producto en el plazo de tiempo más corto posible, cumpliendo de forma permanente con los plazos establecidos.

<u>Tecnología</u>: se considera un factor de competitividad cuando o bien la tecnología es propia (total o parcialmente), o bien se requiere conocer y aplicar la tecnología más actual para poder mantenerse en el mercado.

<u>Alianzas estratégicas</u>: el modelo de negocio se basa fuertemente en el establecimiento de alianzas formales con otras empresas, bien sea a nivel comercial, de suministro, tecnología, etc.

Para la evaluación del personal se va a aplicar otra escala de valoración, considerando los diferentes perfiles requeridos para la transformación digital. De forma aproximada, el nivel requerido en cada grupo (en la escala de valoración de 1 a 4) es el mostrado en la tabla siguiente:

	Impulsores	Conductores	Seguidores
Competencias digitales para procesar información	≥ 2	4	≥ 2
Competencias digitales instrumentales/técnicas	≥ 2	4	4
Competencias transversales personales	4	4	≥ 2

Se mantiene el modelo de encuesta aunque, dada la imposibilidad de entrevistar a todo el personal, se debe seleccionar una muestra representativa de los tres perfiles.

En cuanto al facilitador tecnológico, se mantiene la clasificación y definición de las tecnologías, aunque se revisa el sistema de relacionar las tecnologías con las áreas de evaluación, ya que no en todas las áreas son de aplicación todas las tecnologías. Esta revisión afecta esencialmente al instrumento de apoyo para la evaluación.

El **Desempeño Digital** se revisa para simplificar la evaluación, reduciendo esencialmente los criterios a considerar en el análisis de cada área de evaluación. Se limitan los criterios a dos:

- Identificación y captura de datos
- Análisis y utilización de resultados

Finalmente, **la Hoja de Ruta**, que debe ser la guía para la digitalización de las empresas de los sectores implicados, se define a partir de la situación actual de la empresa. La hoja de ruta se concreta en un plan de acciones a emprender en los siguientes ámbitos:







- <u>Mejora tecnológica</u>. Se detalla las tecnologías que se debería incorporar, valorando y cuantificando su impacto de forma aproximada, de manera que la empresa tenga un criterio objetivo para decidir su adopción, y en qué momento debería hacerlo.
- Oportunidades en la generación de nuevos productos o servicios. A partir de los productos fabricados actualmente, se identificará si la utilización de la tecnología directamente en algún tipo de producto podría aportarle funcionalidades que pudiesen ser valoradas por el mercado. Del mismo modo, se hará un ejercicio prospectivo sobre el valor adicional que se podría obtener de la explotación o uso de datos asociados a los productos, a su utilización, al mantenimiento, etc.
- <u>Cualificación del personal</u>. Se define la formación requerida por perfiles, identificando aquellos puestos que deberían cubrirse bien con personal interno o bien externo, dependiendo de la cualificación necesaria.

El plan de acciones se muestra escalado en el tiempo, priorizando las acciones en función de los factores estratégicos identificados por la empresa.

Considerando los cambios introducidos en el Modelo y en la metodología de evaluación, se han redefinido los criterios de valoración de las áreas de análisis y se ha modificado la hoja Excel de apoyo.







6 Referencias bibliográficas

- Bechtold, J., Kern, A., Lauenstein, C., & Bernhofer, L. (2014). Industry 4.0-The Capgemini
- Boston Consulting Group (2015)"Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0"
- Ebner, G., & Bechtold, J. (2012). "Are Manufacturing Companies Ready to Go Digital?".
 Capgemini Consulting White Paper. Available online: (accedido 08.06. 2016.).
- http://www.elara.es/documentos/TECNALIA_Industry%204.0_IVJornada%20de%20Pr
 oductividad_Elara.pdf
- Impuls (2015): Industry 4.0 Readiness Online Self-Check for Businesses
- Roland Berger (2015). The digital transformation of industry.