

Digitalización aplicada a los sectores productivos

María Gracia López Olivencia



GRADO SUPERIOR

Paraninfo
ciclos formativos

UNIDAD 1

Digitalización de los sectores productivos

Contenidos

- 1.1. Cronología de las revoluciones industriales. Principales elementos
- 1.2. Cuarta revolución. Digitalización.
Elementos que la definen
- 1.3. Sistemas ciberfísicos
- 1.4. Estructura de la empresa
- 1.5. Convergencia entre entornos OT e IT
- 1.6. Ventajas de digitalizar una empresa industrial de extremo a extremo

Resultados de aprendizaje (RA) y criterios de evaluación (CE)

1

Analiza el concepto de digitalización y su repercusión en los sectores productivos teniendo en cuenta la actividad de la empresa e identificando entornos IT (*Information Technology*: tecnología de la información) y OT (*Operation Technology*: tecnologías de operación) característicos.

CE

- a Se ha descrito en qué consiste el concepto de digitalización.
- b Se ha relacionado la implantación de la tecnología digital con la organización de las empresas.
- c Se han establecido las diferencias y similitudes entre los entornos IT y OT.
- d Se han identificado los departamentos típicos de las empresas que pueden constituir entornos IT.
- e Se han seleccionado las tecnologías típicas de la digitalización en planta y en negocio.
- f Se ha analizado la importancia de la conexión entre entornos IT y OT.
- g Se han analizado las ventajas de digitalizar una empresa industrial de extremo a extremo.

1.1. Cronología de las revoluciones industriales. Principales elementos

La revolución industrial es un proceso de transformaciones sociales, económicas, culturales y tecnológicas.

Los cambios tecnológicos fueron muy importantes para el desarrollo económico y social posterior.

**Cambios económicos
trascendentales de
la Revolución
Industrial**

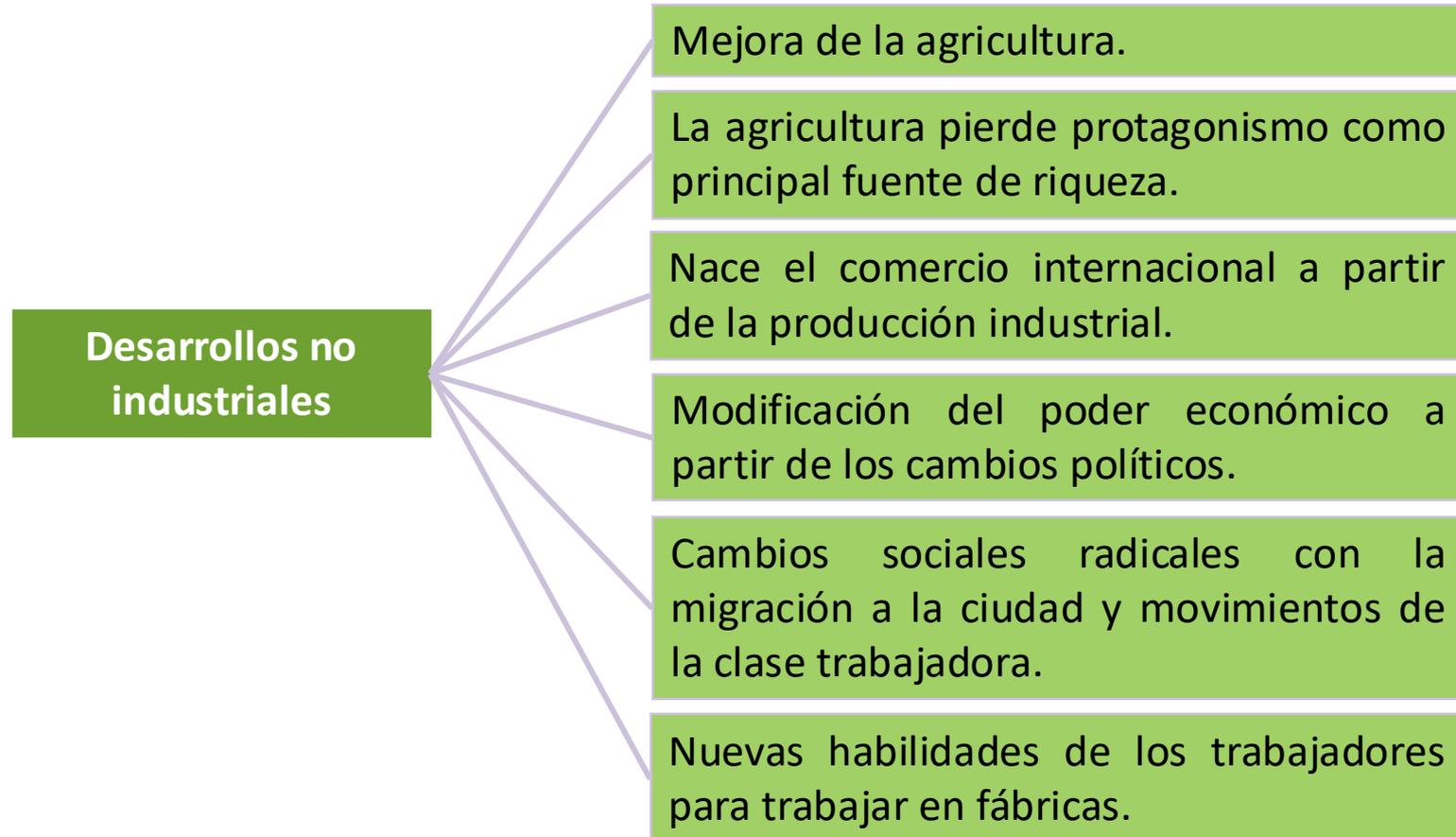
Uso de materiales nuevos.

Nuevas fuentes de energía.

Invención de nuevas máquinas.

El sistema fabril como organización del trabajo.

Avance en el transporte y las comunicaciones.



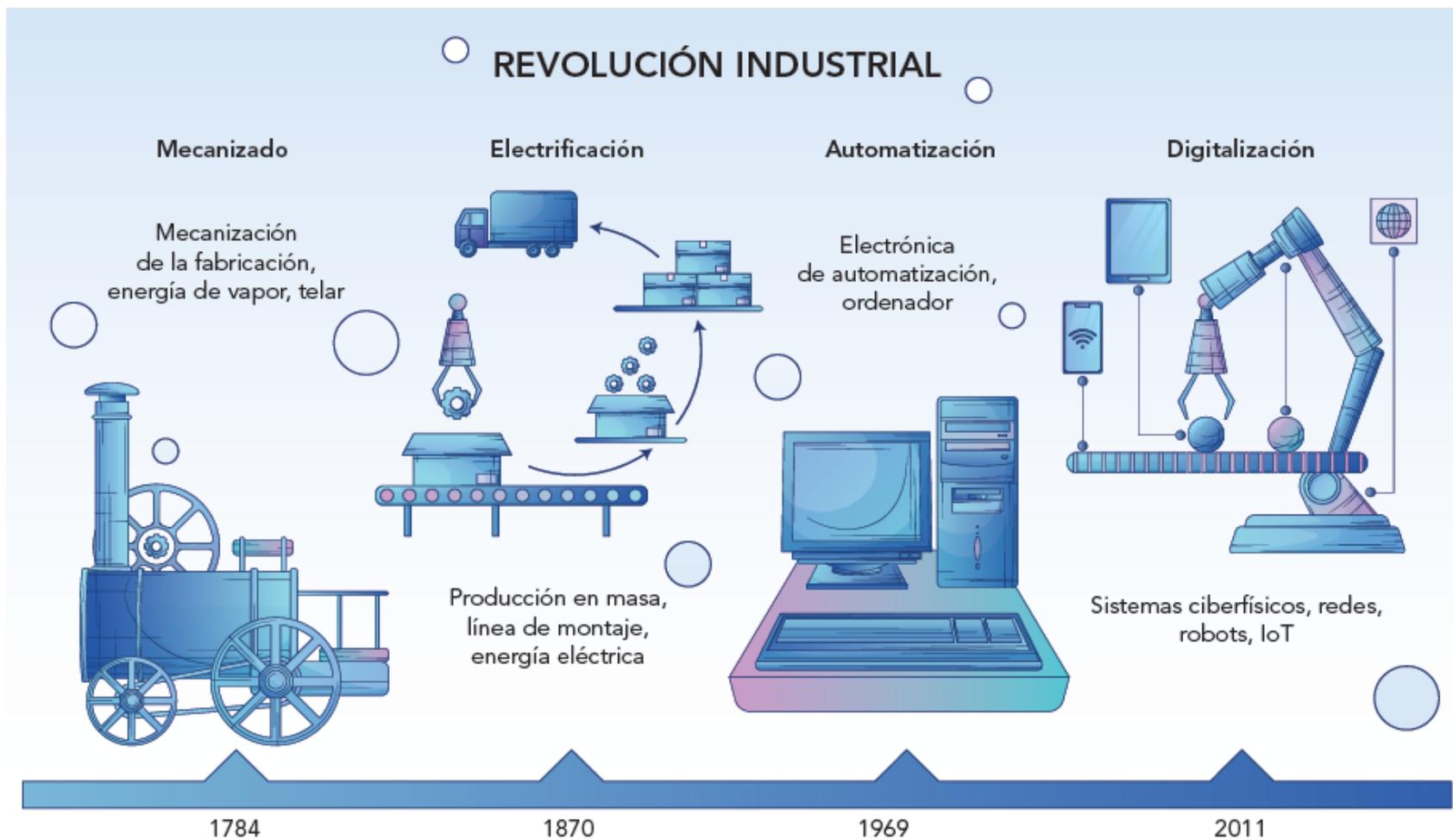


Figura 1.1. Etapas de la Revolución Industrial.

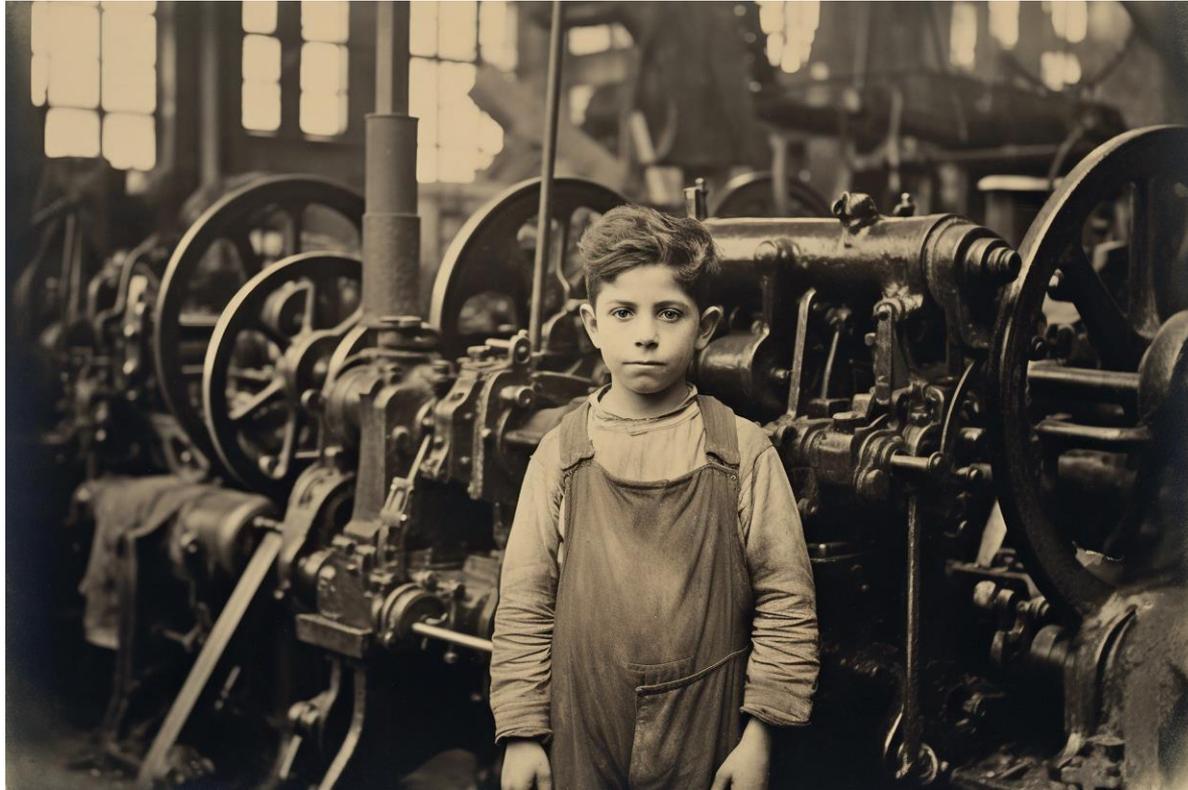


Figura 1.2. La Revolución Industrial británica utilizaba a niños como mano de obra en las fábricas.

1.1.1. Primera revolución industrial

Se produjo en Inglaterra entre 1780 y 1840 y se conoce como industria 1.0.

Se caracterizó por la llegada de la máquina de vapor, la energía hidráulica y la mecanización.

Al principio, agudizó la pobreza de los trabajadores, quienes no tenían seguridad ni protecciones o regulaciones laborales.

Sin embargo, también surgieron ideas que permitieron viajes más rápidos, mejor comunicación y más comodidades materiales para las personas.



Figura 1.3. Durante la primera revolución industrial muchos adultos y niños trabajaban sin cesar en minas de carbón, de donde se extraía la materia prima que hacía funcionar la industria y el transporte durante el siglo XVIII.

Se pasó de un modelo económico basado en la agricultura a uno basado en la industria.

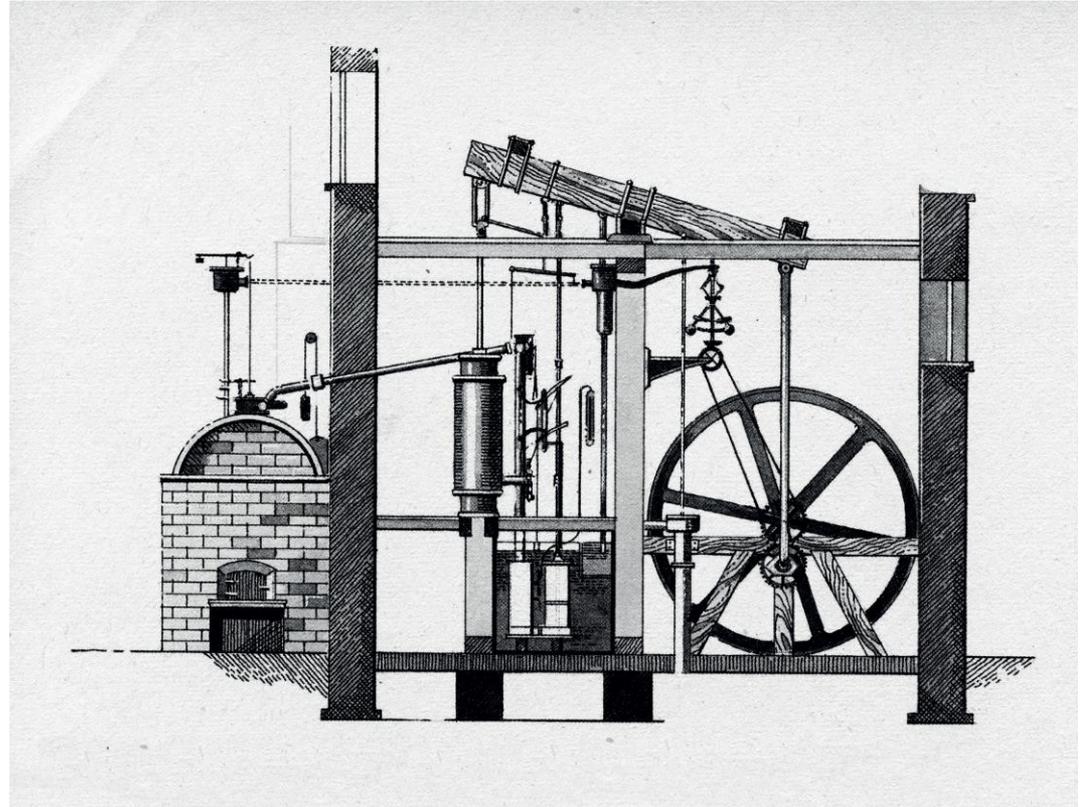


Figura 1.4. Máquina de vapor inventada por James Watt. Fue un invento innovador que cambió la manera en la que la sociedad vivía. Una de sus aplicaciones fue en el transporte; se empleó en locomotoras, barcos de vapor y algunos vehículos que trasladaban las materias primas tanto por tierra como por mar.

1.1.2. Segunda revolución industrial

Se conoce como industria 2.0 e inicia en 1870 con la introducción de la electricidad y del petróleo como fuente energética para la producción masiva.

Inglaterra se posiciona como primera potencia mundial junto a EE. UU. y Alemania por sus avances científico-técnicos.

Características principales de la industria 2.0

Expansión geográfica.

Producción en serie en las fábricas.

Desarrollo del transporte con el desarrollo del ferrocarril, las embarcaciones y la invención del automóvil y el avión.

Nuevos materiales, incluyendo productos sintéticos, y nuevas fuentes de energía.

Grandes avances en las telecomunicaciones.



Figura 1.5. Segunda revolución industrial. Operarios trabajando en cadena. Se aprecia la producción masiva de motores para automóviles en el siglo XIX.

Desarrollo del transporte

Expansión del ferrocarril para el movimiento de personas y mercancías y la invención del tranvía eléctrico.

Construcción de barcos con acero y la invención de la turbina de vapor que permitía mayor velocidad a menor costo.

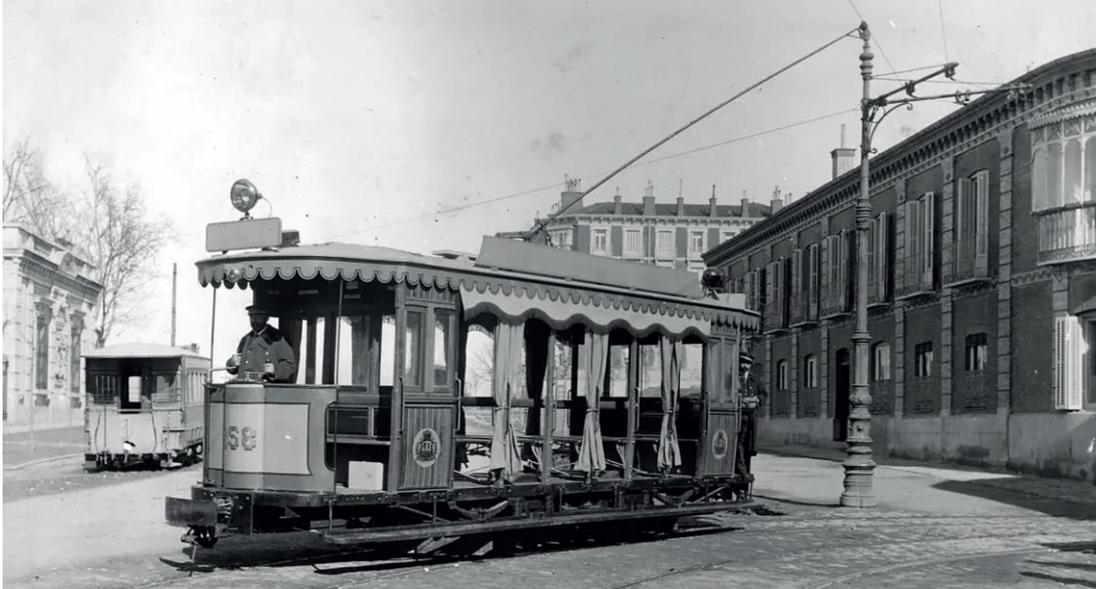


Figura 1.6. El primer tranvía eléctrico en España favoreció el reemplazo del transporte urbano de tracción. (Fuente: www.ciudadesdelfuturo.es).

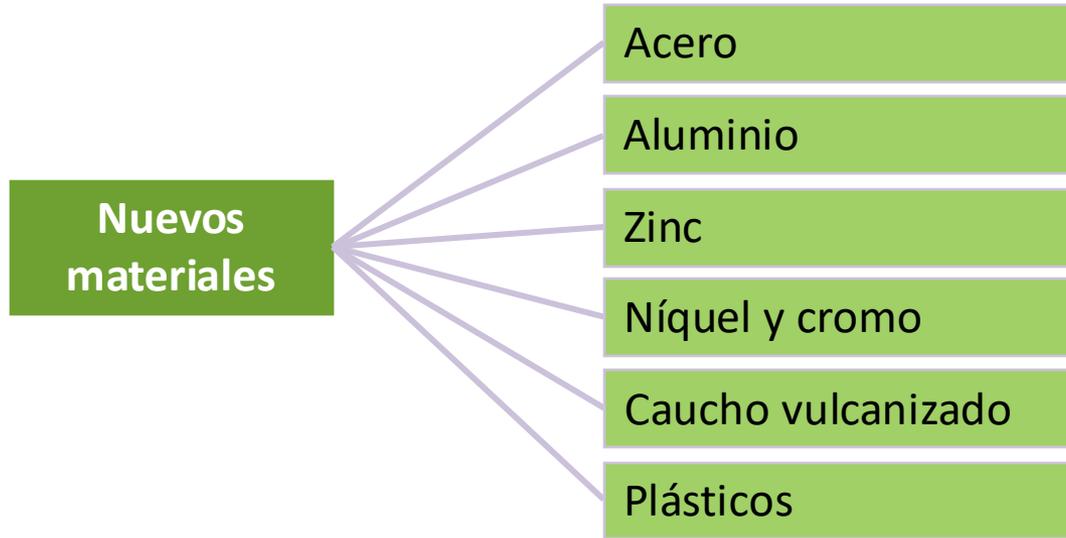
Nuevas fuentes de energía

Petróleo: la perforación de pozos se extendió por todo el mundo.

Electricidad: transforma la vida en la fábrica y en las ciudades. Hace posible otros inventos importantes.



Figura 1.7. Thomas Alva Edison inventó el fonógrafo, el primer aparato que reproducía y grababa sonidos.



Progreso de la ciencia y la química

Durante la segunda revolución industrial se dan grandes avances para el control de enfermedades con el desarrollo de vacunas, antibióticos y la creación de la pasteurización.

También trajo consigo el desarrollo de fertilizantes para la agricultura y explosivos que hicieron posible el armamento nuclear.

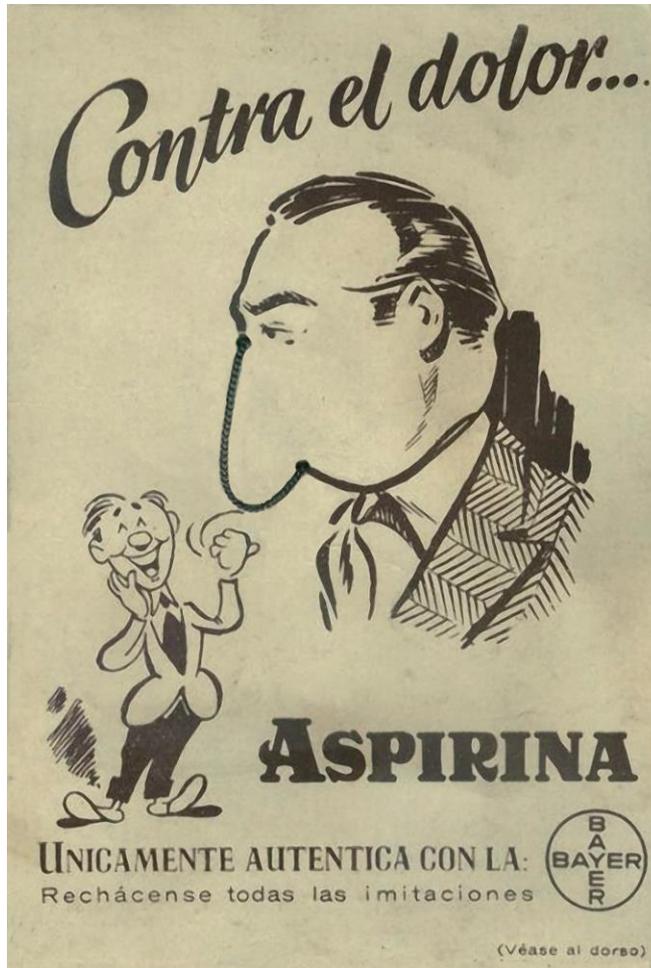


Figura 1.8. La aspirina resultaba una solución efectiva para el dolor de cabeza y la fiebre. La sociedad de la época estaba fascinada por sus propiedades.

1.1.3. Tercera revolución industrial

Se produjo en la década del 70 y se conoce como industria 3.0 o **era de la información**.

Se da paso a la automatización, las tecnologías de la información y comunicación (TIC), la introducción a sistemas electrónicos y nace la informática para luego expandirse el uso de ordenadores, y más adelante, el Internet.

Se inicia la descarbonización de las materias primas en los medios de transporte con el uso de energías renovables.



Figura 1.9. El uso de una red de telefonía, internet, como medio de comunicación e interconexión entre países.

Se desarrolla la biotecnología para la producción alimenticio y farmacéutica; y la ingeniería energética para el desarrollo de nuevas fuentes de energía.

La electricidad pasa a ser obtenida de energías no renovables para generarse desde fuentes naturales inagotables.



Figura 1.10. Molinos de viento y paneles solares son parte del desarrollo de la tercera revolución industrial.

1.1.4. Cuarta revolución industrial

La industria 4.0 o 4IR inicia en el 2011 y es impulsada por el aumento de los datos, la conectividad y las mejoras en la robótica.

La producción automatizada e interconectada se basa en el uso de sistemas físicos cibernéticos o CPS.



Figura 1.11. El control de la producción en una industria mediante el uso de una Tablet es una actividad de rutina en las factorías actuales.

¿Qué es exactamente la cuarta revolución industrial?

Tipos fundamentales de tecnologías disruptivas producidas en la industria 4.0

Conectividad, datos y potencia computacional: tecnología en la nube, Internet, *blockchain* y *sensores*.

Análisis e inteligencia: aprendizaje automático e inteligencia artificial.

Realidad virtual y realidad aumentada, robótica y automatización y vehículos guiados autónomos.

Ingeniería avanzada: fabricación aditiva, energía renovable, nanopartículas.

La recapacitación en tecnologías es un gran desafío para las empresas más tradicionales por el cambio de parámetros que implica.

Ventajas que ofrece la cuarta revolución industrial

Productos y servicios más fácilmente accesibles y transmisibles para las empresas.

Cadenas de suministro más eficientes.

Reducción del desperdicio en fábricas.

La pandemia aceleró la transición a la 4AI al forzar a las empresas a adoptar la digitalización y las operaciones sin contacto.

Digitalización de la industria 4.0 y oportunidades para la sostenibilidad

La cuarta revolución industrial impulsa avances más sostenibles y facilita un tipo de eficiencia que combina la sostenibilidad y la excelencia competitiva.

Dimensiones de la tecnología digital en la ecoeficiencia

Permite acciones basadas en datos en la producción y cadena de valor.

Supone mejoras en costos, agilidad y calidad.

Limita el consumo, las emisiones y el desperdicio de recursos.

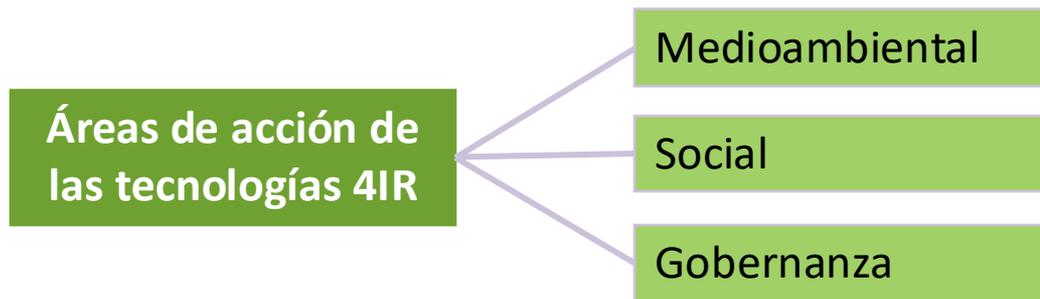


Figura 1.12. Concepto de transformación digital inteligente y disrupción tecnológica. Esto cambiará de forma radical las tendencias globales en la nueva era de la información.

Impacto de la industria 4.0 en la economía

La industria 4.0 impactará de forma significativa la economía, beneficiando a aquellas empresas que actúen más rápido.

También transformará las habilidades de la fuerza laboral, aumentando la demanda de habilidades tecnológicas, cognitivas complejas y habilidades sociales y emocionales de alto nivel.



Figura 1.13. Las 20 habilidades blandas más demandadas en la empresa.

Industrias que están siendo más transformadas por la cuarta revolución industrial 4.0

Manufactura

Transporte

Comercio minorista

Todas las industrias se transformarán durante la industria 4.0.

¿Se ha producido la quinta revolución industrial?

La quinta revolución industrial o industria 5.0 está en proceso y se considera una fusión entre el ser humano y la máquina.

En esta etapa se trata de compatibilizar los beneficios y el progreso de la empresa con la sostenibilidad, el cuidado ambiental y el respeto por los derechos humanos.



Figura 1.14. La industria 5.0 está centrada en el ser humano, en el cuidado del medioambiente y en los beneficios sociales.

1.2. Cuarta revolución. Digitalización. Elementos que la definen

La digitalización es el proceso de cambiar los estados de los elementos de analógicos a digitales.

Este cambio permite tener acceso real a todos los datos de la compañía desde cualquier lugar y dispositivo dependiendo de la gestión de las cuentas de usuarios.

La robótica, el IoT, las impresoras 3D, los vehículos autónomos y la inteligencia artificial se encuentran cada vez más presentes en el día a día.

1.2.1. Transformación de las organizaciones en la cuarta revolución industrial

Lo característico de la industria 4.0 es la computación en la nube porque:

- Ha impulsado la transformación digital en todos los sectores económicos y sociales.
- Rompe las barreras geográficas.
- Permite un almacenamiento seguro de datos.
- Permite ofrecer mejores experiencias a sus clientes.



Figura 1.15. Empresario extrayendo los valores anuales de su compañía empleando un teléfono móvil con realidad aumentada.

1.3. Sistemas ciberfísicos

Los sistemas ciberfísicos (CPS) combinan hardware, software y redes para interactuar y controlar el mundo físico a través de la recolección de datos.

Los dispositivos utilizan sensores y actuadores inteligentes para recoger los datos que permiten automatizar y tomar decisiones en tiempo real.



Figura 1.16. Industria interconectada por elementos inteligentes, sensores y actuadores. Toda la industria está ciberconectada y almacena la información en la nube.

Usos de los sistemas ciberfísicos

Robots industriales colaborativos.

Sistemas de control de edificios inteligentes.

Vehículos autónomos y sin piloto (AVG).

Monitoreo en tiempo real de la salud de pacientes.

Mapeo de la actividad del cerebro mediante una interfaz en el rubro de la neurociencia de precisión.

Dispositivos que ofrecen transporte público integrado y sistemas de tráfico vial seguros y eficientes.

Asegurar suministros de alimentos rentables y rastreables.

Brindar edificios seguros y energéticamente optimizados.

Producir energía confiable y sustentable.

Desafíos del diseño de los CPS

Requerirán mayor integración de modelos de hardware y software con modelos del comportamiento humano.

Se vuelve complejo diseñar comportamientos transversales.

1.3.1. Aplicaciones de los sistemas ciberfísicos

Ciberseguridad: se traduce en aprovechar sistemas de comunicación cifrados, monitorear redes y dispositivos de forma instantánea para hacer frente a las ciberamenazas.

Militar: sistemas autónomos de vigilancia, mejora en las comunicaciones y la recopilación de datos en tiempo real aumenta la eficacia de operaciones militares.

Agricultura: se utilizan drones, sistemas de riego inteligentes y robots agrícolas .

Aeroespacial: los sistemas de control utilizan los datos para incrementar la seguridad, mejorar la estabilidad del vuelo y reducir la carga de los pilotos.

1.3.2. Advertencias sobre seguridad ciberfísica

Los sistemas ciberfísicos aún están en sus primeras etapas y el gran reto que enfrentan se refiere a la privacidad y protección de los datos.

1.4. Estructura de la empresa

La estructura de la empresa está compuesta por unidades organizativas agrupadas jerárquicamente.

Las unidades organizativas son dinámicas y se representan a través de un organigrama.

Un departamento es una unidad organizativa que se agrupa según las funciones de las que se ocupa.

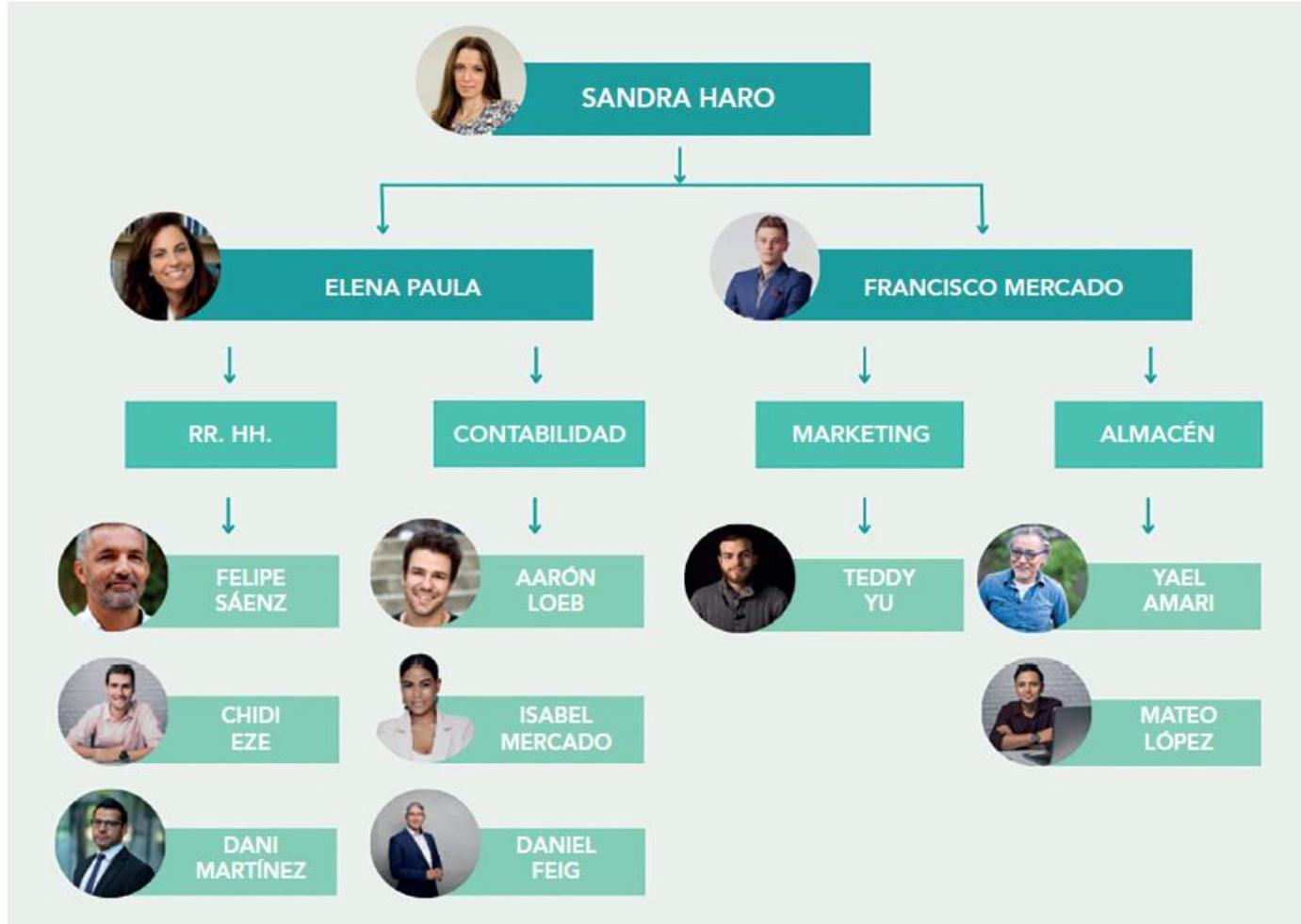


Figura 1.17. Organigrama. Unidades organizativas.

1.4.1. Digitalización de las unidades

En el proceso de digitalización, la jerarquía de las unidades organizativas se administra informáticamente a través de la creación de directorios para cada unidad que contiene los permisos, recursos, materiales y los perfiles que pueden tener acceso.

El acceso al sistema de un trabajador ha pasado del uso de credenciales (correo y contraseña) a un sistema de doble verificación.



Figura 1.18. Parte de la digitalización es la ciberseguridad empleada en los entornos; por ejemplo, el acceso mediante doble chequeo de verificación con usuario y contraseña y además la necesidad de un código pin.

1.5. Convergencia entre entornos OT e IT

Componentes de la convergencia OT/IT

Tecnología operativa (OT): se refiere al hardware y software que controlan procesos físicos.

- Su enfoque principal es la protección de las personas.
- Garantiza que los procesos industriales sean óptimos, confiables, eficientes y seguros.
- Valora la capacidad de respuesta en tiempo real.
- Con la llegada de la industria 4.0, estos equipos pueden ser manipulados desde el exterior.

Tecnología de la información (IT): Operan en el ámbito digital y está más enfocada a la gestión de sistemas informáticos, redes y *software*.

- Se encarga del almacenamiento, recuperación, procesamiento, comunicación y gestión de datos.
- Apoyan las operaciones comerciales, las funciones administrativas y los procesos de toma de decisiones.

La convergencia entre los datos de los sistemas OT e IT consigue que las organizaciones:

- Reduzcan gastos en *hardware* y *software*.
- Mejoren la eficiencia de procesos.
- Automaticen y digitalicen algunos de sus procesos.
- Tengan una trazabilidad mayor en la fabricación del producto.



Figura 1.19. Convergencia entre tecnología de la información y tecnología operativa.

La constante transmisión de datos requiere atención para proteger la información, siendo más grave la vulneración a los sistemas OT.

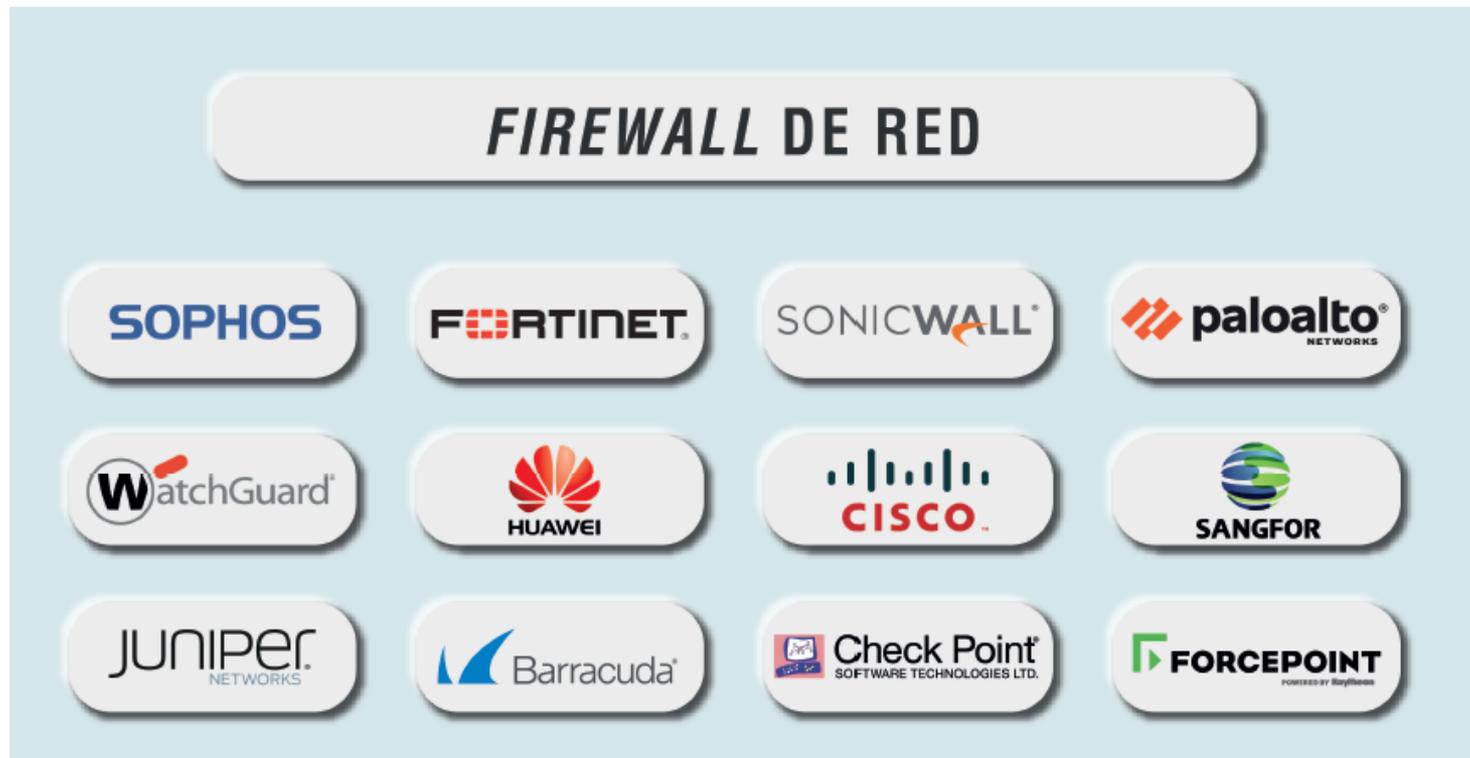


Figura 1.20. Firewall de red. El *firewall* es un elemento que permite, mediante la definición de unas reglas, el permiso y la prohibición de rutas de acceso a las redes en los equipos de una organización.



Figura 1.21. Cuarto de telecomunicaciones en un entorno IT. Estos cuartos recogen en armarios rack el cableado y la electrónica de la red de una organización.



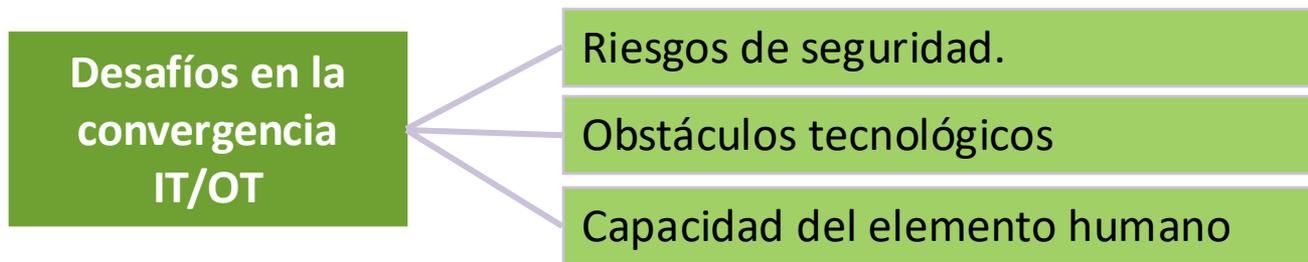
Figura 1.22. Ingeniero monitorizando y controlando unos sistemas inteligentes robotizados en un entorno OT. En la figura se observa el uso del casco por el personal en entornos OT como principal elemento visual que difiere del personal en IT.

Los equipos de IT son más sensibles a los cambios de temperatura y humedad que los de OT.

1.5.1. Beneficios de la convergencia IT/OT

Facilita el intercambio de datos y fomenta un flujo de información entre el mundo digital y físico: influye en la toma de decisiones porque permite tener una visión integral de la organización y dar respuestas más ágiles.

Mayor eficacia en la operatividad: las organizaciones pueden optimizar procesos y prever fallos de equipos.



Riesgos de seguridad

Si la red de dispositivos no está protegida adecuadamente, se generan vulnerabilidades permanentes en ambos sistemas. La convergencia IT/OT fortalece las medidas de ciberseguridad para garantizar la integridad y continuidad de las operaciones.

1.6. Ventajas de digitalizar una empresa industrial de extremo a extremo

La digitalización de una empresa industrial de extremo a extremo consiste en implementar tecnologías digitales en todas o algunas de sus operaciones.

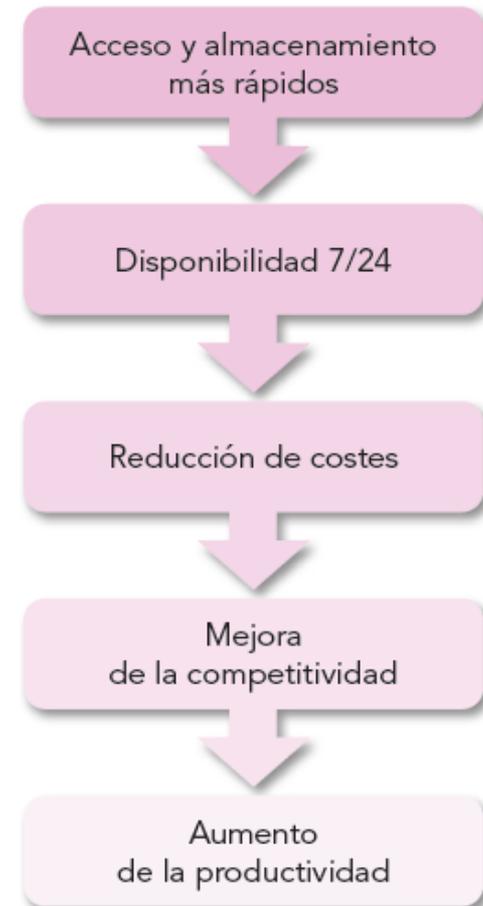


Figura 1.23. En la era de la digitalización, estas son las ventajas fundamentales de la digitalización de una organización.

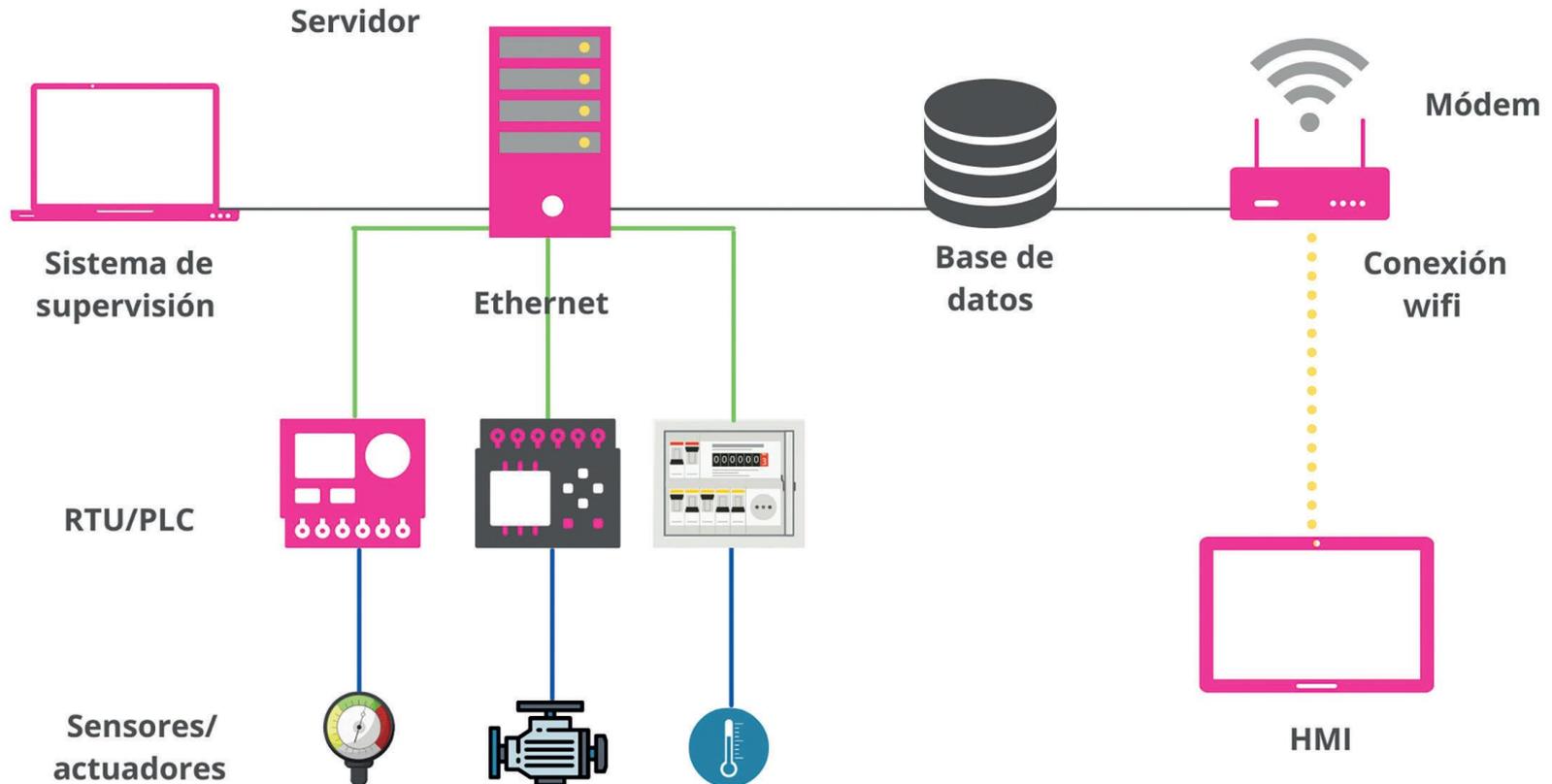
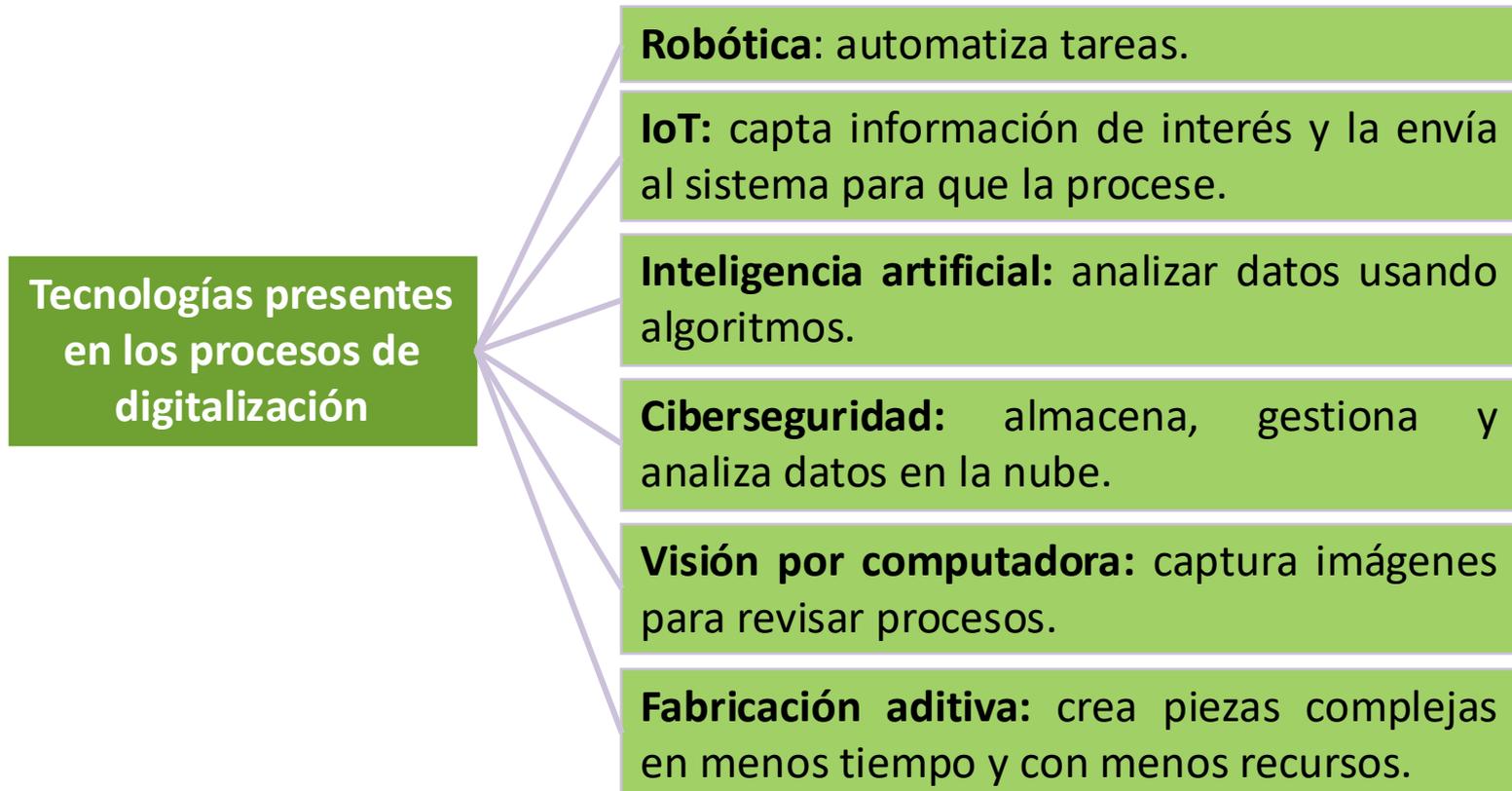


Figura 1.24. Un SCADA se emplea principalmente en los entornos OT. Se ocupa de controlar la supervisión y adquisición de datos en la industria y está formado por sistemas de supervisión, bases de datos, pantallas (HMI), RTU/PLC y sensores y actuadores, todos ellos comunicados mediante una red de datos. (Fuente: www.nunsys.com/scada).

1.6.1. Tecnologías implicadas en la digitalización industrial

La elección de las formas para digitalizar una empresa o industria dependen del sector y de las características del negocio.



1.6.2. Tecnologías implicadas en la digitalización industrial

Parámetro	Computación frontera	Computación en la nube
Definición	Modelo informático que acerca la informática y el almacenamiento de datos a la fuente de datos.	Modelo a través de internet.
Ubicación del procesamiento	Se realiza en el borde de la red, cerca del dispositivo que genera los datos.	Se realiza en una ubicación central, como un centro de datos.
Requisitos de ancho de banda	Requiere poco ancho de banda.	Requiere un mayor ancho de banda.
Costes	La <i>edge computing</i> es más cara.	La computación en la nube tiene menos costes porque se pagan solo los servicios que se utilizan.
Escalabilidad	En la <i>edge computing</i> puede ser necesario agregar recursos informáticos suplementarios.	Más fácil, se pueden aumentar o reducir rápidamente los recursos informáticos en función de las necesidades.
Casos de uso	Aplicaciones que requieren baja latencia y toma de decisiones en tiempo real, como los dispositivos IoT.	Aplicaciones que no tienen requisitos estrictos de latencia, como aplicaciones web, correo electrónico, etcétera.
Seguridad de los datos	La seguridad de los datos es mejorable, puesto que se procesan cerca de la fuente y no se transmiten a través de la red.	La seguridad de los datos es más desafiante; los datos se transmiten a través de la red a una ubicación central para ser procesados.

Tabla 1.1. Diferencias entre *edge computing* y *cloud computing*

1.6.3. Empresas sostenibles. La tecnología y los ODS

Las TIC son fundamentales para cumplir con los ODS, especialmente:

- ODS 13: lucha contra el cambio climático que se logra al digitalizar los procesos industriales lo que conlleva a reducir las emisiones de carbono.
- ODS 9: se refiere a la industrialización e infraestructura sostenible e inclusiva.
- ODS 4: impulsa una educación de calidad con oportunidades de aprendizaje y formación permanentes.

Tecnología verde

Se refiere al abandono del uso tradicional de recursos para construir infraestructuras IT alternativas y sostenibles.

La tecnología verde reduce la adquisición de nuevos recursos, reutilizando equipos en trabajos menos exigentes u optando por un reciclaje responsable.