

FEPOL  
Fondo  
Editorial



Sistemas de la información para  
ingeniería industrial

JULIO CÉSAR ALVAREZ REYES

Professionals  
on line S.A.C.

© **Julio César Alvarez Reyes**

<https://orcid.org/0000-0001-8465-8907>

Editada por:

© Professionals On Line SAC. (FEPOL) – Fondo Editorial.

Dirección Av. General José de San Martín N° 790, Dpto. 402, Urb.  
El Carmen - Pueblo Libre.

[professionalsonline.net@gmail.com](mailto:professionalsonline.net@gmail.com)

Teléf. móvil: +51 981 105 611

Web: <https://professionals.pe/>

Primera edición digital: Abril de 2026

Libro digital disponible en <https://editorialfondo.com/>

Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2026-04526

ISBN: 978-612-99409-1-5

DOI: <https://doi.org/10.47422/ce8dqf65>

Diseño y Diagramación: Gráfica “Imagen”

Professionals On Line

[professionalsonline.net@gmail.com](mailto:professionalsonline.net@gmail.com)

Sello editorial: Fondo Editorial (978-612-48981)



Licencia No Comercial Creative Commons

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

---

Professionals On Line (FEPOL)

ISSN: 2955-8549

**Este libro está dedicado a:**

A mis estudiantes de Ingeniería Industrial, porque en su inquietud por aprender y mejorar encuentro la razón permanente para seguir enseñando, investigando y creciendo junto a ustedes.

A la memoria de mi padre, prolijo escritor y hombre de pensamiento firme, cuyo ejemplo intelectual me enseñó el valor del rigor, la disciplina y la trascendencia del conocimiento.

A mi madre, dulce y cariñosa, fortaleza silenciosa que con su amor y apoyo incondicional ha sido el sostén permanente de mi camino académico.

A mi esposa, compañera de vida y apoyo constante, cuya confianza y fortaleza me impulsan a seguir creciendo personal y profesionalmente.

A mis hijos, mi mayor motivación y esperanza, quienes me recuerdan cada día que el esfuerzo, los valores y el ejemplo son el verdadero legado que podemos dejar.

## **Prefacio**

La transformación digital ha redefinido profundamente la manera en que las organizaciones diseñan, gestionan y optimizan sus procesos. En este nuevo entorno, la información ya no es un subproducto de la operación: es un activo estratégico que determina la competitividad, la eficiencia y la sostenibilidad empresarial.

En el campo de la Ingeniería Industrial, los sistemas de información constituyen el eje que conecta procesos productivos, recursos organizacionales y toma de decisiones. No se trata únicamente de tecnología, sino de la capacidad de integrar datos, analizarlos con criterio técnico y convertirlos en acciones concretas de mejora.

Esta obra presenta un enfoque integral de los sistemas de información desde la perspectiva del ingeniero industrial. A lo largo de sus capítulos, el lector encontrará fundamentos conceptuales, arquitectura tecnológica, integración por niveles de gestión, sistemas empresariales (ERP, CRM, SCM y BI), infraestructura digital, captura automática de datos, biometría industrial y tendencias tecnológicas como Big Data, Inteligencia Artificial e Industria 4.0. El propósito no es solo comprender cómo funcionan los sistemas, sino entender su impacto estratégico en la organización moderna.

Este libro forma parte de un conjunto de obras académicas orientadas a fortalecer la competencia digital del ingeniero industrial. Se integra con:

Bases de Datos para la Ingeniería Industrial, donde se desarrollan los fundamentos técnicos del almacenamiento, modelado y gestión de datos.

Gestión de la Información para la Ingeniería Industrial, que aborda el análisis, interpretación y uso estratégico de la información para la toma de decisiones.

En conjunto, estas tres obras constituyen una propuesta formativa estructurada: primero comprender los datos, luego gestionarlos estratégicamente y finalmente integrar sistemas que permitan convertirlos en ventaja competitiva.

El objetivo central de este libro es que el lector comprenda que los sistemas de información no son únicamente herramientas informáticas, sino plataformas estratégicas que sostienen la mejora continua, la eficiencia operativa y la transformación digital.

Porque en la ingeniería industrial contemporánea, quien domina la información, domina el proceso; y quien domina el proceso, lidera la organización.

**Tabla de Contenido**

PARTE I. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN .	7
Capítulo 1. Introducción a los sistemas de información .....	11
Capítulo 2. Componentes de un sistema de información .....	17
Capítulo 3. Calidad de la información para la toma de decisiones .....	25
PARTE II. SISTEMAS DE INFORMACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE GESTIÓN .....	33
Capítulo 4. Sistemas de Información en el Nivel Operativo .....	35
Capítulo 5. Sistemas de Información en el Nivel Táctico .....	38
Capítulo 6. Sistemas de Información en el Nivel Estratégico .....	40
PARTE III. TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIALES .....	43
Capítulo 7. ERP (Enterprise Resource Planning) .....	44
Capítulo 8. CRM (Customer Relationship Management) .....	47
Capítulo 9. SCM (Supply Chain Management).....	49
Capítulo 10. BI (Business Intelligence).....	50
PARTE IV. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....	53
Capítulo 11. Infraestructura tecnológica .....	53
Capítulo 12. Sensores, IoT y captura automática de datos .....	61
Capítulo 13. Equipos biométricos y control digital de operaciones .....	64
Capítulo 14. Tendencias tecnológicas en los sistemas de información industriales .....	70

## **PARTE I. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

### **La ingeniería Industrial y su campo de acción en la era digital**

La Ingeniería Industrial es la disciplina encargada de diseñar, mejorar e integrar sistemas productivos y organizacionales mediante el uso eficiente de recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros. Su finalidad es optimizar procesos para incrementar la productividad, la calidad y la competitividad de las organizaciones.

A diferencia de otras especialidades de ingeniería, la Ingeniería Industrial tiene un enfoque integrador, ya que combina conocimientos de:

- Procesos productivos
- Gestión organizacional
- Estadística aplicada
- Tecnología de la información
- Optimización de recursos

En el contexto actual, caracterizado por la transformación digital, la información se ha convertido en uno de los activos más importantes para las organizaciones. Los sistemas de información permiten transformar datos operativos en información estratégica, facilitando la toma de decisiones en todos los niveles de gestión.

El ejercicio profesional de la Ingeniería Industrial se encuentra respaldado institucionalmente por organismos como el Colegio de

Ingenieros del Perú, que promueve el desarrollo técnico y profesional en los distintos sectores productivos.

### **Campo de acción del Ingeniero Industrial**

El ingeniero industrial posee un amplio campo de acción profesional, encontrándose presente en organizaciones de los sectores productivos y de servicios. Su enfoque sistémico le permite integrar procesos, recursos y tecnologías de información para optimizar el desempeño organizacional y apoyar la toma de decisiones.

Los ingenieros industriales están presentes en todos los sectores empresariales y/o instituciones públicas o privadas (Díaz, 2024).



*Fig. 1 Campo de acción del ingeniero industrial*

### **Gestión de producción**

- Planeamiento y control de la producción
- Balance de líneas
- Mejora de procesos

### **Gestión logística**

- Administración de inventarios
- Transporte y distribución
- Gestión de almacenes

### **Gestión de calidad**

- Control estadístico de procesos
- Auditorías de calidad
- Sistemas de mejora continua

### **Gestión organizacional**

- Gestión por procesos
- Gestión de costos
- Planeamiento estratégico

### **Gestión tecnológica e información (enfoque del libro)**

- Sistemas de información empresariales
- Analítica de datos
- Automatización de procesos
- Transformación digital

En todas estas áreas, los sistemas de información permiten registrar operaciones, analizar resultados y generar indicadores para la toma de decisiones.

### **Relación entre Ingeniería Industrial y Sistemas de Información**

El ingeniero industrial utiliza los sistemas de información como herramientas para:

- Controlar operaciones
- Medir productividad
- Evaluar desempeño
- Optimizar recursos

En términos conceptuales:



*Fig. 2 Flujo de procesos y mejora continua*

Esta relación constituye la base del enfoque moderno de la Ingeniería Industrial basada en datos.

## Capítulo 1. Introducción a los sistemas de información

Según Laudon y Laudon (2022), un sistema de información integra personas, procesos y tecnología para apoyar la toma de decisiones.

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados que interactúan entre sí para alcanzar un objetivo común. En el contexto organizacional, los sistemas permiten transformar recursos en resultados mediante procesos estructurados.

Dentro de este marco, los sistemas de información cumplen un rol fundamental, ya que permiten convertir datos operativos en información útil para la gestión y la toma de decisiones.

Un sistema de información puede definirse como el conjunto de componentes tecnológicos, procesos y personas que permiten:

- Capturar datos
- Procesamiento de datos
- Almacenar información
- Distribuir resultados



Fig. 3 Flujograma de la información

## 1.1 Ciclo de los sistemas de información

### 1.1.1 Capturar datos

La captura de datos es el punto de partida de todo sistema de información. Sin datos, no es posible generar información ni conocimiento organizacional.

En esta etapa se registran los hechos que ocurren en los procesos productivos o administrativos, tales como tiempos de operación, cantidades producidas, movimientos de inventario o asistencia del personal.

Actualmente, la captura de datos se realiza mediante diversas tecnologías:

- Sensores industriales (IoT): permiten medir variables físicas como temperatura, presión o vibración en tiempo real.
- Equipos biométricos: registran asistencia y control de accesos mediante huella digital o reconocimiento facial.
- Lectores de código de barras y RFID (identificador por radiofrecuencia): identifican productos, lotes y ubicaciones logísticas.
- Interfaces hombre-máquina (HMI): facilitan el ingreso de datos operativos directamente desde la planta.
- Aplicaciones web o móviles: permiten registrar información desde cualquier ubicación.

Ejemplo:

En una línea de producción, sensores instalados en las máquinas registran automáticamente las unidades producidas por hora.

### **1.1.2 Procesamiento de datos**

Los datos capturados no tienen valor por sí solos si no son interpretados. El procesamiento transforma los datos en información mediante operaciones como:

- Clasificación
- Cálculo
- Filtrado
- Agrupación
- Comparación

Este proceso permite convertir registros operativos en indicadores de gestión.

Ejemplo:

A partir de los datos de producción diaria, el sistema calcula indicadores como eficiencia, rendimiento o tasa de defectos.

### **1.1.3 Almacenar información**

La información procesada debe almacenarse de forma organizada para facilitar su recuperación y análisis futuro. El almacenamiento constituye la memoria histórica de la organización.

El registro de información es necesario para:

- Trazabilidad: seguimiento del historial de producción.
- Análisis de tendencias: comparación de resultados en el tiempo.
- Cumplimiento normativo: conservación de registros obligatorios.
- Mejora continua: análisis estadístico de procesos.

Ejemplo:

Un sistema almacena los registros de producción mensual para analizar variaciones estacionales.

#### **1.1.4 Distribuir resultados**

La información debe llegar a las personas adecuadas, en el momento oportuno y en el formato correcto. Esta etapa permite transformar la información en decisiones.

Actualmente, la distribución se realiza mediante:

- Reportes automatizados
- Paneles de control (dashboards)
- Alertas operativas
- Sistemas móviles

Ejemplo:

Un dashboard muestra en tiempo real los indicadores de producción al jefe de planta.

## **1.2 Aplicación de los sistemas de información en Ingeniería Industrial**

El ingeniero industrial utiliza los sistemas de información como herramientas fundamentales para mejorar el desempeño organizacional, integrar procesos y apoyar la toma de decisiones en los distintos niveles de gestión.

Entre sus principales aplicaciones se destacan:

### **1.2.1 Optimización de procesos**

La optimización de procesos constituye uno de los ejes centrales de la ingeniería industrial. Consiste en identificar oportunidades de mejora para incrementar la eficiencia operativa, reducir tiempos improductivos y eliminar desperdicios. Los sistemas de información permiten analizar datos operativos en tiempo real, facilitando la detección de cuellos de botella y la mejora continua de los procesos.

### **1.2.2 Reducción de costos**

La reducción de costos es un objetivo permanente en cualquier organización. Los sistemas de información permiten identificar, medir y controlar los costos asociados a las operaciones, proporcionando

información detallada que facilita la eliminación de actividades que no generan valor.

### **1.2.3 Control de operaciones**

El control operativo busca asegurar que las actividades se ejecuten conforme a lo planificado. Mediante reportes automatizados, registros en tiempo real y alertas operativas, los sistemas de información permiten monitorear el desempeño de los procesos y detectar desviaciones oportunamente.

### **1.2.4 Análisis de indicadores**

Los sistemas de información facilitan la generación y análisis de indicadores clave de desempeño (KPI), permitiendo evaluar resultados, comparar periodos y apoyar la toma de decisiones basada en datos. Este análisis contribuye al seguimiento de objetivos organizacionales y al fortalecimiento de la gestión estratégica.

## Capítulo 2. Componentes de un sistema de información

Un sistema de información no es simplemente un software; es un ecosistema integrado donde convergen diversos elementos para transformar la realidad operativa en conocimiento estratégico. Para el ingeniero industrial, entender estos componentes es vital para diagnosticar fallas en el flujo de datos o proponer mejoras tecnológicas.



Fig. 4 Componentes de un sistema de información

### 2.1 Hardware

Representa todos los dispositivos físicos y equipos electrónicos que soportan el sistema. En el entorno industrial, el hardware va más allá de la oficina:

- **Servidores:** Equipos de alta capacidad encargados de alojar las bases de datos y aplicaciones críticas como los sistemas transaccionales o ERP. Pueden ser locales (on-premise) o estar en la nube.
- **Computadoras y Estaciones de Trabajo:** Terminales donde los analistas y gerentes procesan la información y generan reportes.
- **Lectores Biométricos:** Dispositivos de seguridad y control que capturan rasgos físicos (huella, rostro) para la gestión de asistencia y acceso a áreas restringidas de la planta.
- **Sensores Industriales:** Componentes del Internet de las Cosas (IoT) que capturan variables críticas en tiempo real, como temperatura, presión o vibración de las máquinas.

## 2.2 Software

El software constituye el conjunto de instrucciones lógicas que permiten al hardware procesar la información. Sin embargo, es fundamental que el ingeniero industrial evite la confusión técnica común entre "Software" y "Sistema".

Es frecuente escuchar, cuando un aplicativo transaccional deja de funcionar, la frase: "Se cayó el sistema". No obstante, desde un enfoque de ingeniería, esto representa a menudo una imprecisión diagnóstica. Un fallo en la disponibilidad del servicio no necesariamente reside en el código del programa; la causa raíz puede encontrarse en otros componentes del ecosistema, como la

infraestructura de red, fallos en los servidores (hardware), errores en la base de datos o incluso un manejo inadecuado por parte del personal.

Para un diagnóstico correcto, se debe conocer las distintas capas de software que dictan las reglas de procesamiento:

- **Sistemas Transaccionales (TPS) y ERP:** Constituyen la base operativa de la organización. Los TPS (Transaction Processing Systems) registran las actividades diarias y rutinarias como ventas, compras o ingresos a almacén. Cuando estos sistemas se integran en una sola plataforma que conecta todas las áreas (finanzas, producción, RR.HH.), hablamos de un ERP (Enterprise Resource Planning).
- **Sistemas de Gestión de Bases de Datos (DBMS):** Son los motores lógicos encargados de organizar, almacenar y recuperar grandes volúmenes de registros de manera eficiente y segura. Sin este software, los datos carecerían de estructura y accesibilidad.
- **Sistemas Analítico y de Inteligencia de Negocios (BI):** Son herramientas de nivel táctico y estratégico que transforman los datos históricos acumulados en los TPS o ERP en indicadores clave de desempeño (KPIs) y cuadros de mando visuales, facilitando así la toma de decisiones informada.

### 2.3 Datos

Es el insumo fundamental del sistema; sin datos de calidad, los resultados del sistema carecerán de valor.

- Registros de producción: Tiempos de ciclo, unidades producidas y paradas de máquina.
- Inventarios: Niveles de stock, entradas de materia prima y salidas de producto terminado.
- Ventas: Órdenes de pedido, facturación y comportamiento del cliente.

### 2.4 Procesos y Procedimientos

Son las secuencias lógicas de actividades que definen cómo se recolectan, transforman y distribuyen los datos. En ingeniería industrial, esto incluye los protocolos de registro en planta y las rutinas de auditoría de datos para asegurar que la información sea exacta y oportuna.

La relevancia de los procesos y procedimientos es crítica, pues los sistemas transaccionales o los ERP no son fines en sí mismos, sino herramientas que deben estar perfectamente alineadas a la forma en que la empresa opera. Un sistema mal parametrizado o implantado sin considerar los procesos reales puede generar ineficiencias, datos inconsistentes y resistencia al cambio. Por ello, antes de implementar o modificar una solución tecnológica, es fundamental comprender,

documentar y, si es necesario, optimizar los procesos existentes, asegurando que la tecnología los soporte y potencie, y no al revés.

## 2.5 Personas

Las personas constituyen el componente más crítico y dinámico de un sistema de información. Más allá de la tecnología o los procedimientos, son los individuos quienes, con su criterio, experiencia y acción, dan sentido a los datos y transforman la información en decisiones y mejoras concretas. Un sistema de información, por más avanzado que sea, resulta inútil si las personas no lo adoptan, no lo alimentan con calidad o no interpretan correctamente sus resultados. En el entorno industrial, podemos distinguir tres perfiles fundamentales, cada uno con una misión específica en la cadena de valor de la información:

- **Usuarios operativos:** Son la primera línea de generación de datos. Incluyen a operarios de planta, almacenistas, personal de mantenimiento y control de calidad. Su labor cotidiana de registrar eventos (partes de producción, consumos de material, incidencias, lecturas de sensores) es la base sobre la que se construye todo el sistema. La precisión, oportunidad y honestidad con que realicen su registro determinan la fiabilidad del diagnóstico posterior. Por ello, su capacitación y motivación resultan esenciales.
- **Analistas y mandos intermedios:** Ingenieros de proceso, supervisores, analistas de producción, calidad o logística. Son

los encargados de convertir los datos en información útil. Mediante herramientas de análisis, estadística y simulación, identifican patrones, cuellos de botella, desviaciones y oportunidades de mejora. Su labor conecta la realidad operativa con la toma de decisiones, proponiendo acciones correctivas y optimizando el uso de recursos. Actúan como traductores entre el lenguaje de la máquina y el lenguaje del negocio.

- Directivos y gerentes: Responsables de la toma de decisiones estratégicas. Utilizan la información sintetizada en indicadores (KPIs), cuadros de mando y reportes ejecutivos para evaluar el desempeño global, fijar objetivos, asignar recursos y definir el rumbo de la organización. Su visión debe estar respaldada por datos confiables y oportunos, pero su juicio y experiencia son los que finalmente guían las decisiones de alto impacto.

La interacción armónica entre estos tres niveles —alimentación de calidad desde la base, análisis riguroso en el nivel táctico y dirección informada en el nivel estratégico— es lo que convierte un sistema de información en un verdadero motor de competitividad. Ignorar la dimensión humana, o no invertir en su desarrollo, es la causa más frecuente de fracaso en proyectos tecnológicos.

## 2.6 Redes y comunicaciones

Las redes y comunicaciones constituyen la infraestructura tecnológica que permite la interconexión entre todos los componentes de un sistema de información, facilitando el flujo continuo de datos entre dispositivos, aplicaciones y usuarios.

En entornos industriales y organizacionales modernos, las redes no solo conectan equipos dentro de una misma planta u oficina, sino que también integran múltiples locales, sedes o sucursales, permitiendo centralizar la información y asegurar su disponibilidad en tiempo real para la toma de decisiones.

Esta infraestructura incluye:

- Cableado estructurado, utilizado para la conexión física de equipos dentro de una planta u oficina.
- Redes LAN (Local Area Network), que permiten la comunicación interna entre computadoras, servidores y dispositivos industriales.
- Redes WAN (Wide Area Network), que conectan diferentes sedes geográficas de una organización.
- Wi-Fi industrial, que facilita la conectividad de dispositivos móviles, sensores y terminales operativas dentro de las instalaciones.
- Protocolos de comunicación industrial, que permiten la transmisión segura y eficiente de datos entre máquinas y sistemas.

- Conexión a servicios en la nube, que posibilita el almacenamiento y procesamiento centralizado de la información.

En organizaciones con varias sedes, las redes permiten integrar procesos operativos y administrativos, asegurando que los datos generados en cada local se consoliden automáticamente en una base de datos central.



Fig. 5 Infraestructura de redes y comunicaciones

## **Capítulo 3. Calidad de la información para la toma de decisiones**

### **3.1 Introducción**

En la ingeniería industrial, la calidad del proceso depende de la calidad de la información que lo gobierna.

Un sistema puede tener sensores modernos, TPS o ERP robustos y dashboards sofisticados; sin embargo, si los datos son incorrectos, incompletos o tardíos, las decisiones serán deficientes.

Decisiones correctas requieren información confiable.

La calidad de la información no es un aspecto técnico aislado, sino un factor estratégico que impacta:

- Planeación de producción
- Gestión de inventarios
- Programación de mantenimiento
- Control de calidad
- Gestión financiera

### **3.2 Dimensiones fundamentales de la calidad de la información**

La información debe cumplir con cuatro atributos esenciales:

- Exactitud
- Oportunidad
- Integridad
- Consistencia



Fig. 6 Calidad de la información para la toma de decisiones

### 3.2.1 Exactitud

La información debe reflejar la realidad sin errores.

Un dato exacto es aquel que:

- No contiene errores de digitación.
- No presenta duplicidad.
- Representa correctamente la variable medida.
- No ha sido alterado o distorsionado.

### Ejemplo

Si el sistema indica que existen 500 unidades en almacén, pero físicamente solo hay 430, la planificación se basará en un dato incorrecto.

Consecuencias:

- Órdenes de producción insuficientes.
- Retrasos en entregas.
- Compras urgentes con mayor costo.
- Pérdida de credibilidad del sistema.

La exactitud depende de:

- Buen diseño del proceso de captura.
- Validaciones automáticas.
- Auditorías periódicas.
- Capacitación del personal.

### 3.2.2 Oportunidad

La información debe estar disponible en el momento adecuado.

Un dato correcto pero tardío pierde valor estratégico.

### Ejemplo

Si el reporte de fallas de una máquina se genera al final del turno y no en tiempo real:

- La máquina puede seguir operando en condiciones inadecuadas.
- Se incrementa el riesgo de daño mayor.
- Se pierde capacidad productiva.

En cambio, con información oportuna:

- Se activan alertas inmediatas.
- Se toman acciones preventivas.
- Se reduce el tiempo muerto.

La oportunidad está relacionada con:

- Automatización.
- Integración de sistemas.
- Captura en tiempo real (IoT).
- Tableros de control actualizados.

### **3.2.3 Integridad**

La información debe estar completa.

Un dato incompleto puede ser tan peligroso como un dato incorrecto.

Ejemplo

En una orden de producción faltan los siguientes campos:

- Código de lote.
- Fecha de vencimiento.
- Responsable del proceso.

Consecuencias:

- Problemas de trazabilidad.
- Riesgos en auditorías.
- Dificultad para análisis posterior.
- Incumplimiento normativo.

La integridad exige:

- Campos obligatorios.
- Reglas de validación.
- Estandarización de registros.
- Supervisión del flujo de datos.

### 3.2.4 Consistencia

La información debe mantener coherencia entre diferentes sistemas y momentos. Un mismo dato no puede tener valores distintos según el sistema consultado.

Ejemplo

El sistema de almacén indica:

- Inventario: 1,200 unidades

El sistema contable indica:

- Inventario: 1,050 unidades

Consecuencias:

- Confusión en planificación.

- Problemas financieros.
- Dificultad en auditorías.
- Pérdida de confianza en los sistemas.

La consistencia requiere:

- Integración entre sistemas (TPS, ERP, WMS, MES).
- Base de datos centralizada o sincronizada.
- Reglas claras de actualización.
- Gobierno de datos organizacional.

### **3.3 Impacto directo en la toma de decisiones**

La calidad de la información influye en tres niveles de decisión:

Nivel operativo

- Programación diaria.
- Asignación de recursos.
- Control de producción.

Nivel táctico

- Planificación mensual.
- Gestión de inventarios.
- Programación de mantenimiento.

Nivel estratégico

- Inversiones.
- Expansión de planta.

- Nuevas líneas de negocio.
- Transformación digital.

Si la información es deficiente en cualquiera de estos niveles, el impacto económico puede ser significativo.

### **3.4 Relación con sistemas de información**

En un sistema de información bien diseñado:

- La captura es automática cuando sea posible.
- Existen validaciones de datos.
- Los sistemas están integrados.
- Se implementan controles de auditoría.
- Existe responsabilidad clara sobre los datos.

La calidad no es responsabilidad exclusiva del área de TI.

Es responsabilidad organizacional.

### **3.5 Rol del Ingeniero Industrial**

El ingeniero industrial no solo analiza datos; debe asegurar su calidad.

Su rol incluye:

- Diseñar procesos con controles.
- Validar indicadores.
- Detectar inconsistencias.
- Proponer mejoras en captura de datos.
- Implementar automatización cuando sea necesario

## **Resumen de la Parte I**

La Parte I sienta las bases conceptuales de la obra al introducir los fundamentos de los sistemas de información en el contexto de la Ingeniería Industrial. En esta sección se establece que un sistema de información no debe entenderse como un simple software, sino como un conjunto estructurado de personas, procesos, datos, tecnología e infraestructura que interactúan para transformar datos en información útil para la toma de decisiones.

Se profundiza en los componentes que conforman estos sistemas y en la importancia de su integración adecuada dentro de la organización. Asimismo, se analiza la calidad de la información como elemento central para una gestión efectiva, destacando criterios como exactitud, oportunidad, integridad y consistencia. Se enfatiza que una decisión es tan sólida como la información que la sustenta.

También se aborda la infraestructura tecnológica que soporta los sistemas empresariales, incluyendo centros de datos, modelos on-premise y cloud computing, así como los esquemas de servicio IaaS, PaaS y SaaS. Esta parte permite comprender cómo la arquitectura tecnológica influye directamente en la eficiencia operativa y en la capacidad estratégica de la empresa.

En esencia, la Parte I construye el marco teórico que permitirá al lector entender que la información es un activo estratégico y que su adecuada gestión constituye una competencia esencial del ingeniero industrial contemporáneo.

## **PARTE II. SISTEMAS DE INFORMACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE GESTIÓN**

### **Introducción**

En una organización industrial, no todas las decisiones tienen el mismo impacto ni el mismo horizonte temporal.

Existen decisiones:

- Operativas (día a día)
- Tácticas (mediano plazo)
- Estratégicas (largo plazo)

Cada nivel requiere información diferente, con distinto nivel de detalle, frecuencia y análisis.

Por ello, los sistemas de información deben diseñarse de acuerdo con el nivel de gestión al que sirven.

El ingeniero industrial debe comprender esta arquitectura para:

Diagnosticar fallas informativas.

- Proponer mejoras.
- Integrar procesos.
- Alinear tecnología con estrategia.

## Estructura organizacional y niveles de gestión

En términos generales, una organización industrial se estructura en tres niveles:

- Nivel Operativo
- Nivel Táctico
- Nivel Estratégico

Cada uno cumple funciones distintas y requiere sistemas de información específicos.



Fig. 7 Sistemas de información según nivel de gestión

## **Capítulo 4. Sistemas de Información en el Nivel Operativo**

### **4.1 Características del nivel operativo**

El nivel operativo se encarga de la ejecución diaria de los procesos:

- Producción
- Control de inventarios
- Registro de ventas
- Control de asistencia
- Movimientos de almacén

Son decisiones rutinarias y estructuradas.

### **4.2 Sistemas utilizados**

#### **a) Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS)**

Los Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS) constituyen la base operativa de los sistemas de información en cualquier organización industrial. Su función principal es registrar, validar y almacenar las transacciones diarias que se generan en los procesos, tales como órdenes de producción, movimientos de inventario, ventas, compras, asistencia de personal o registros de mantenimiento.

En el contexto de la ingeniería industrial, el TPS no debe concebirse como un sistema aislado o independiente por área. Para generar verdadero valor organizacional, debe estar integrado, de modo que cada transacción actualice automáticamente las demás áreas relacionadas. Por ejemplo, una salida de almacén debe impactar

simultáneamente el inventario, los costos, la planificación y los reportes financieros. Cuando el TPS funciona de manera fragmentada, se producen duplicidades, inconsistencias y errores en la toma de decisiones.

Por ello, el TPS representa el nivel más operativo del sistema de información, pero también el más crítico, ya que de su correcta integración depende la confiabilidad de los sistemas tácticos y estratégicos que se alimentan de sus datos.

Son sistemas diseñados para:

- Registrar operaciones.
- Procesar grandes volúmenes de datos.
- Generar comprobantes.
- Actualizar bases de datos.

Ejemplos:

- Registro de órdenes de producción.
- Control de entradas y salidas de almacén.
- Control biométrico de asistencia.
- Registro de mantenimiento correctivo.

#### **4.3 Características de la información operativa**

- Alto nivel de detalle.
- Alta frecuencia.
- En tiempo real o casi real.

- Estructurada.
- Orientada a la ejecución.

#### **4.4 Impacto en la Ingeniería Industrial**

Si el nivel operativo falla:

- Los indicadores se distorsionan.
- El inventario pierde confiabilidad.
- La planificación se vuelve ineficiente.
- Se generan reprocesos.

El ingeniero industrial debe asegurar:

- Calidad de captura.
- Automatización cuando sea posible.
- Integración con niveles superiores.

## **Capítulo 5. Sistemas de Información en el Nivel Táctico**

### **5.1 Características del nivel táctico**

El nivel táctico traduce la estrategia en planes concretos.

Aquí se toman decisiones como:

- Planificación mensual de producción.
- Presupuestos.
- Programación de mantenimiento.
- Gestión de capacidad instalada.
- Control de costos.

### **5.2 Sistemas utilizados**

#### **a) Sistemas de Información Gerencial (MIS)**

Consolidan información operativa para generar:

- Reportes periódicos.
- Indicadores.
- Tableros de control.
- Comparaciones históricas.

#### **b) Sistemas de Apoyo a Decisiones (DSS)**

Permiten:

- Simulaciones.
- Análisis de escenarios.

- Evaluación de alternativas.
- Modelos matemáticos.

Ejemplo:

Simulación de demanda para determinar el plan maestro de producción.

### **5.3 Características de la información táctica**

- Resumida.
- Agregada.
- Comparativa.
- Histórica.
- Orientada a análisis.

### **5.4 Rol del Ingeniero Industrial**

En este nivel, el ingeniero industrial:

- Analiza indicadores.
- Evalúa variaciones.
- Propone mejoras.
- Modela escenarios.
- Optimiza recursos.

Aquí la estadística y la analítica toman protagonismo.

## **Capítulo 6. Sistemas de Información en el Nivel Estratégico**

### **6.1 Características del nivel estratégico**

El nivel estratégico define el rumbo organizacional.

Decisiones típicas:

- Inversión en nueva tecnología.
- Expansión de planta.
- Diversificación de productos.
- Transformación digital.
- Implementación de Industria 4.0.

### **6.2 Sistemas utilizados**

#### **a) Sistemas de Información Ejecutiva (EIS)**

Presentan:

- Indicadores clave (KPIs).
- Tendencias.
- Gráficos comparativos.
- Alertas estratégicas.

#### **b) Sistemas de Inteligencia de Negocios (BI)**

Permiten:

- Análisis profundo de datos.
- Minería de datos.

- Predicciones.
- Visualización avanzada.

### **6.3 Características de la información estratégica**

- Altamente resumida.
- Orientada a tendencias.
- Predictiva.
- Visual.
- Comparativa con el entorno.

### **6.4 Impacto en la competitividad**

La calidad del sistema estratégico determina:

- Ventaja competitiva.
- Capacidad de adaptación.
- Innovación organizacional.
- Sostenibilidad empresarial.

Una decisión estratégica mal informada puede comprometer años de crecimiento.

### **Resumen de la Parte II**

La Parte II desarrolla la clasificación de los sistemas de información según el nivel de gestión dentro de la organización, permitiendo comprender cómo la información fluye desde la operación diaria hasta la alta dirección. Esta sección explica que no toda la información tiene

el mismo propósito ni el mismo nivel de detalle, ya que cada nivel organizacional requiere un tipo específico de soporte informativo para cumplir sus funciones.

Se analiza el nivel operativo, donde los sistemas de procesamiento de transacciones registran las actividades cotidianas de la empresa y constituyen la base estructural de todo el sistema informacional. A partir de estos datos, el nivel táctico consolida y organiza la información para el control y seguimiento de indicadores, apoyando la gestión de mandos medios. Finalmente, el nivel estratégico transforma la información en una visión global que permite a la alta dirección evaluar el desempeño organizacional y definir el rumbo de la empresa.

La Parte II enfatiza la necesidad de integración vertical entre estos niveles, ya que una desconexión entre la operación y la estrategia genera decisiones basadas en información incompleta o distorsionada. De este modo, se demuestra que la solidez de la dirección estratégica depende directamente de la calidad y confiabilidad del registro operativo.

En síntesis, esta sección permite al lector comprender que los sistemas de información deben alinearse con la estructura organizacional y que el ingeniero industrial cumple un rol clave como articulador entre los distintos niveles de gestión, asegurando coherencia, trazabilidad y soporte efectivo para la toma de decisiones.

### **PARTE III. TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIALES**

En la empresa moderna, los sistemas de información han evolucionado desde simples herramientas de registro hacia plataformas integrales que articulan procesos, recursos, clientes y decisiones estratégicas.

Dentro del ecosistema empresarial, cuatro sistemas destacan por su impacto organizacional:

- ERP (Enterprise Resource Planning)
- CRM (Customer Relationship Management)
- SCM (Supply Chain Management)
- BI (Business Intelligence)

Estos sistemas no operan de manera aislada; forman una arquitectura interconectada que permite transformar operaciones en ventaja competitiva.

Para el ingeniero industrial, comprender su función, alcance e integración es fundamental para diseñar organizaciones eficientes y orientadas a datos.

## **Capítulo 7. ERP (Enterprise Resource Planning)**

### **7.1 Definición**

El ERP es un sistema integrado que centraliza y estandariza los procesos internos de la organización bajo una única plataforma tecnológica.

Su objetivo principal es integrar las áreas funcionales para asegurar coherencia, trazabilidad y control corporativo.

Según O'Brien y Marakas (2011), los sistemas ERP representan un paso evolutivo crucial en la integración de la información dentro de una empresa, ya que no solo constituyen una solución tecnológica, sino una herramienta estratégica para la gestión y la generación de ventaja competitiva.

### **7.2 Principales módulos**

Un ERP típicamente incluye:

- Finanzas y contabilidad
- Producción
- Inventarios
- Compras
- Ventas
- Recursos humanos
- Mantenimiento

### 7.3 Función estratégica

El ERP permite:

- Eliminación de duplicidad de datos.
- Trazabilidad financiera completa.
- Control de costos en tiempo real.
- Integración vertical de información.
- Cumplimiento normativo y auditoría.

### 7.4 Aplicación en Ingeniería Industrial

En una planta industrial, el ERP:

- Consolida órdenes de producción.
- Controla consumo de materiales.
- Actualiza inventarios automáticamente.
- Calcula costos reales de fabricación.
- Integra producción con finanzas.

### 7.5 Ventajas y limitaciones

Ventajas:

- Integración total.
- Escalabilidad.
- Estándares internacionales.
- Gobernanza organizacional.

Limitaciones:

- Alto costo de implementación.
- Complejidad técnica.
- Resistencia al cambio.
- Rigidez estructural frente a procesos altamente personalizados.



## **Capítulo 8. CRM (Customer Relationship Management)**

### **8.1 Definición**

El CRM es un sistema orientado a la gestión estratégica de la relación con los clientes.

Su finalidad es centralizar información comercial y optimizar la experiencia del cliente.

### **8.2 Funciones principales**

- Registro de oportunidades de venta.
- Historial de clientes.
- Seguimiento de cotizaciones.
- Gestión de campañas.
- Análisis de comportamiento de compra.

### **8.3 Impacto en la industria**

En entornos industriales B2B, el CRM permite:

- Mejorar la previsión de demanda.
- Identificar clientes estratégicos.
- Reducir pérdida de oportunidades.
- Aumentar fidelización.

### **8.4 Relación con Ingeniería Industrial**

El CRM influye en:

- Planificación de producción.

- Diseño de capacidad instalada.
- Gestión de inventarios.
- Desarrollo de nuevos productos.
- La información comercial impacta directamente la operación.



*Fig. 8 CRM (Customer Relationship Management)*

## **Capítulo 9. SCM (Supply Chain Management)**

### **9.1 Definición**

El SCM es un sistema que gestiona y optimiza la cadena de suministro, desde proveedores hasta clientes finales.

Integra flujos:

- Materiales
- Información
- Financiamiento

### **9.2 Componentes clave**

- Planificación de demanda.
- Gestión de proveedores.
- Control logístico.
- Gestión de transporte.
- Optimización de inventarios.
- Coordinación interorganizacional.

### **9.3 Enfoque estratégico**

El SCM busca:

- Reducir tiempos de entrega.
- Disminuir costos logísticos.
- Minimizar inventarios innecesarios.
- Aumentar nivel de servicio.

## **Capítulo 10. BI (Business Intelligence)**

### **10.1 Definición**

El BI es el conjunto de herramientas y metodologías que transforman datos empresariales en información analítica para la toma de decisiones estratégicas.

### **10.2 Componentes**

- Data warehouse.
- Procesos ETL.
- Dashboards interactivos.
- Modelos analíticos.
- Indicadores clave (KPIs).

### **10.3 Función organizacional**

El BI permite:

- Analizar tendencias.
- Detectar patrones.
- Evaluar desempeño.
- Realizar análisis predictivo.
- Apoyar decisiones estratégicas.

### **10.4 Relación con Ingeniería Industrial**

El ingeniero industrial utiliza BI para:

- Analizar eficiencia productiva.
- Evaluar OEE.

- Identificar cuellos de botella.
- Optimizar costos.
- Simular escenarios.

El BI convierte datos operativos en inteligencia empresarial.

ERP, CRM, SCM y BI representan los pilares tecnológicos de la empresa moderna.



*Fig. 9 Integración sistemas empresariales*

### **Resumen de la Parte III**

La Parte III se centra en los principales sistemas de información empresariales que estructuran la gestión organizacional moderna. En esta sección se estudian plataformas que no solo automatizan procesos, sino que integran áreas, conectan actores internos y externos, y permiten transformar datos en ventaja competitiva.

Se desarrolla el papel del ERP como sistema integrador de los procesos internos de la empresa, consolidando operaciones financieras, productivas y logísticas bajo una misma arquitectura tecnológica. Asimismo, se analiza el CRM como herramienta estratégica para gestionar la relación con los clientes, destacando su impacto en la planificación de la demanda y en la sostenibilidad comercial. El SCM es presentado como el sistema que articula la cadena de suministro, optimizando flujos de materiales, información y coordinación con proveedores y distribuidores. Finalmente, el BI es abordado como el componente analítico que convierte la información operativa en conocimiento estratégico para la toma de decisiones.

En esencia, la Parte III muestra cómo los sistemas empresariales configuran la estructura digital de la organización y cómo el ingeniero industrial debe comprender su funcionamiento e interacción para liderar procesos de mejora y transformación organizacional.

## **PARTE IV. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

### **Capítulo 11. Infraestructura tecnológica**

#### **11.1 Concepto de infraestructura tecnológica**

La infraestructura tecnológica es el conjunto de recursos físicos, lógicos y de comunicaciones que permiten el funcionamiento de los sistemas de información dentro de una organización.

Incluye:

- Hardware
- Software base
- Redes de comunicación
- Centros de datos
- Servicios en la nube
- Plataformas de seguridad informática

La infraestructura tecnológica constituye la base sobre la cual operan los procesos digitales de la organización.

En Ingeniería Industrial, la infraestructura tecnológica permite:

- Automatizar procesos
- Integrar áreas organizacionales
- Generar información en tiempo real
- Optimizar el uso de recursos



*Fig. 10 Impacto de la infraestructura tecnológica en la Ing. Industrial*

## 11.2 Componentes de la infraestructura tecnológica

### 11.2.1 Hardware

Equipos físicos utilizados para procesar información:

- Servidores
- Computadoras
- Dispositivos móviles
- Equipos biométricos
- Sensores industriales

Ejemplo

Una planta utiliza servidores para almacenar información de producción y sensores para capturar datos de temperatura.

### 11.2.2 Software base

Permite el funcionamiento de los sistemas:

- Sistemas operativos
- Sistemas gestores de bases de datos
- Software de virtualización

### **11.2.3 Redes de comunicación**

Permiten el intercambio de datos entre sistemas y dispositivos:

- Redes LAN
- Redes WAN
- Redes industriales
- Internet

### **11.2.4 Centros de datos**

Son instalaciones donde se almacenan y procesan grandes volúmenes de información.

Actualmente existen dos modelos:

- On-premise
- Cloud computing

#### **Modelo On-Premise**

En el modelo on-premise, la empresa instala y administra sus propios servidores dentro de sus instalaciones físicas. Esto implica contar con:

- Infraestructura especializada (sala de servidores).
- Sistemas de climatización y energía redundante.

- Equipos de seguridad física y lógica.
- Personal técnico para mantenimiento.
- Inversión inicial significativa en hardware y software.

Su principal ventaja es el control total sobre la información, la infraestructura y las políticas de seguridad. Por ello, suele ser la opción preferida en empresas grandes, corporaciones multinacionales o industrias con altos requerimientos de confidencialidad, regulación o procesamiento intensivo de datos.

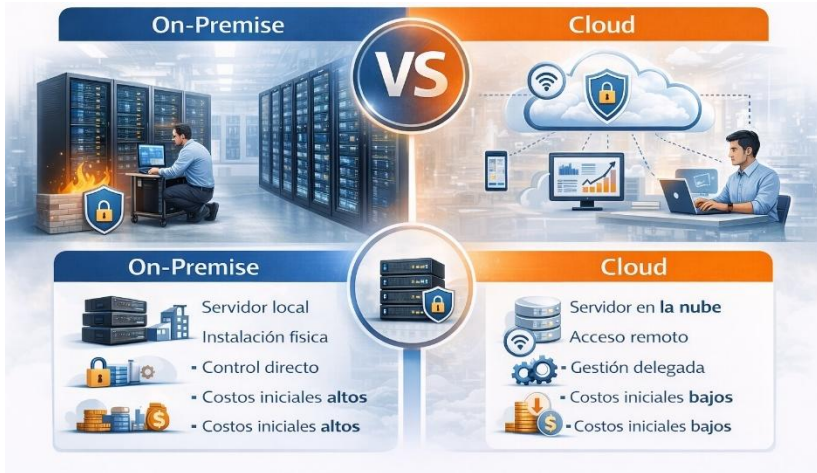
Sin embargo, requiere una inversión elevada y costos permanentes de mantenimiento, actualización tecnológica y gestión operativa.

### **Modelo Cloud Computing**

El cloud computing consiste en alojar la infraestructura tecnológica en servidores externos gestionados por proveedores especializados. En este modelo, la empresa accede a sus sistemas a través de internet sin necesidad de poseer físicamente los servidores.

Sus principales ventajas son:

- Reducción de inversión inicial.
- Eliminación de costos asociados a construcción de data center.
- Menor gasto en mantenimiento y personal especializado.
- Escalabilidad inmediata.
- Alta disponibilidad y respaldo automático.
- Seguridad administrada por proveedores especializados.



*Fig. 11 Infraestructura On-Premise vs Cloud*

Desde el punto de vista económico, el modelo cloud suele ser más eficiente para pequeñas y medianas empresas, ya que evita los costos estructurales de un centro de datos propio y convierte la inversión en un gasto operativo mensual.

No obstante, en empresas grandes o industrias estratégicas, puede ser necesario mantener infraestructura propia —o modelos híbridos— debido a:

- Políticas internas de seguridad.
- Regulaciones sectoriales.
- Necesidad de alto control sobre la información.
- Procesamiento crítico en tiempo real.

### 11.3 Cloud Computing en los sistemas de información

El cloud computing permite acceder a recursos tecnológicos a través de internet.

Modelos principales:

- IaaS (Infrastructure as a Service – Infraestructura como Servicio). Proporciona recursos básicos de infraestructura tecnológica a través de internet, como servidores virtuales, almacenamiento y redes. La empresa administra el sistema operativo, las aplicaciones y los datos, mientras el proveedor gestiona el hardware físico. Ofrece alto nivel de control y flexibilidad.
- PaaS (Platform as a Service – Plataforma como Servicio). Ofrece un entorno completo para desarrollar, probar e implementar aplicaciones. Incluye infraestructura, sistema operativo y herramientas de desarrollo. La empresa se enfoca en crear y gestionar sus aplicaciones sin preocuparse por la infraestructura subyacente.
- SaaS (Software as a Service – Software como Servicio). Proporciona aplicaciones listas para usar que funcionan en la nube. El proveedor administra toda la infraestructura, la plataforma y el mantenimiento del software. El usuario simplemente accede a la aplicación mediante internet, generalmente bajo un modelo de suscripción.



*Fig. 12 Conexión digital en la nube segura*

#### **11.4 Consideración estratégica sobre SaaS y el Core del Negocio**

Aunque el modelo SaaS ofrece ventajas como menor costo inicial, rápida implementación y mantenimiento delegado, no siempre es recomendable para procesos que constituyen el core del negocio.

Por ejemplo, en el caso de una universidad, el sistema académico (matrículas, historial estudiantil, evaluación, gestión curricular) representa el núcleo de su operación institucional. Externalizar completamente este sistema bajo un modelo SaaS puede implicar riesgos como:

- Dependencia tecnológica del proveedor.
- Limitaciones de personalización.
- Pérdida de control estratégico sobre datos críticos.
- Restricciones en integraciones futuras.

En organizaciones donde el sistema informático forma parte directa de su propuesta de valor o ventaja competitiva, puede ser más conveniente optar por:

- Soluciones IaaS o PaaS con mayor control.
- Infraestructura propia (on-premise).
- Modelos híbridos que combinen control y escalabilidad.



## **Capítulo 12. Sensores, IoT y captura automática de datos**

### **12.1 Introducción**

En la ingeniería industrial moderna, la información ya no se genera únicamente a partir de registros manuales o reportes administrativos. Hoy, los datos nacen directamente desde el proceso productivo.

Los sensores y el Internet de las Cosas (IoT) permiten:

- Capturar datos en tiempo real.
- Reducir intervención humana en el registro.
- Disminuir errores operativos.
- Mejorar trazabilidad.
- Alimentar sistemas analíticos y modelos predictivos.

La fábrica deja de ser solo un espacio físico y se convierte en un sistema ciberfísico donde cada variable relevante puede ser medida, transmitida y analizada.

### **12.2 Sensores en entornos industriales**

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar una variable física o química y transformarla en una señal interpretable por un sistema electrónico.

Principales tipos de sensores industriales

- Sensores de temperatura. Hornos industriales, procesos químicos, cadena de frío, etc.

- Sensores de presión. Sistemas hidráulicos, compresores, calderas, etc.
- Sensores de proximidad. Conteo de piezas, detección de presencia, automatización de líneas, etc.
- Sensores de vibración. Motores eléctricos, bombas, quipos rotativos, etc.



*Fig. 13 Tecnología IoT en entorno industrial*

### **12.3 Integración con Sistemas de Información**

Para el ingeniero industrial, el verdadero valor no está en el sensor, sino en la integración del dato al sistema organizacional.

El flujo ideal es:

Sensor → IoT → Base de datos → Sistema empresarial → Analítica  
→ Decisión → Mejora del proceso

- Sin integración, solo hay datos.
- Con integración, hay inteligencia operacional.



Fig. 14 Flujo de datos industriales óptimo

#### 12.4 Beneficios estratégicos

- Reducción de errores humanos.
- Datos confiables.
- Información en tiempo real.
- Mejora de trazabilidad.
- Base para inteligencia artificial.
- Soporte para Industria 4.0.

#### 12.5 Riesgos y desafíos

- Seguridad informática.
- Ciberataques industriales.
- Costos iniciales de implementación.
- Resistencia al cambio.
- Interoperabilidad entre sistemas antiguos y modernos.

## **Capítulo 13. Equipos biométricos y control digital de operaciones**

En la era de la transformación digital, la identificación precisa del personal ha dejado de ser una tarea administrativa para convertirse en un componente estratégico del control operativo. El uso de equipos biométricos permite al ingeniero industrial eliminar la subjetividad y los errores de los registros manuales, garantizando la trazabilidad total de quién, cuándo y dónde se ejecutan las actividades en la planta.

### **13.1 Concepto de biometría**

La biometría se define como el conjunto de métodos automáticos para reconocer a un individuo basándose en características físicas o rasgos conductuales únicos e intransferibles. A diferencia de las contraseñas o tarjetas magnéticas, los rasgos biométricos no pueden olvidarse, perderse o compartirse, lo que eleva el estándar de seguridad y confiabilidad del sistema de información.

#### **Principales tecnologías utilizadas:**

- **Huella digital:** Es la tecnología más extendida por su bajo costo y facilidad de implementación, basada en el análisis de los surcos y valles de la yema de los dedos.
- **Reconocimiento facial:** Utiliza algoritmos de visión computacional para analizar puntos clave del rostro (distancia entre ojos, forma de la nariz, etc.). Es ideal para entornos donde no se debe tener contacto físico con el lector por razones de higiene.

- Reconocimiento de iris: Analiza los patrones complejos del anillo coloreado del ojo. Es extremadamente preciso y difícil de falsificar, aunque su costo es superior a los anteriores.



*Fig. 15 Control biométrico de personal*

## 13.2 Aplicaciones en Ingeniería Industrial

La implementación de estos equipos dentro del entorno productivo tiene múltiples objetivos que impactan directamente en la eficiencia organizacional:

- Control de asistencia: Registro exacto de las horas de ingreso y salida, eliminando el "fraude de marcación" (cuando un trabajador marca por otro).

- **Control de acceso:** Restricción de entrada a zonas críticas, como almacenes de materiales peligrosos, laboratorios o centros de datos, basándose en el nivel de autorización del trabajador.
- **Seguridad industrial:** Asegurar que solo personal capacitado y certificado pueda activar maquinaria pesada o equipos de alto riesgo mediante una validación biométrica previa al encendido.
- **Control de operaciones:** Vincular la identidad del operario con una estación de trabajo específica para medir tiempos de ciclo y calidad de salida por individuo.

### **13.3 Integración con sistemas de información**

Para que el hardware biométrico aporte valor estratégico, debe estar interconectado con el ecosistema digital de la empresa:

- **Sistemas de Recursos Humanos:** Permite gestionar perfiles de competencias y capacitaciones vinculados a la identidad del personal.
- **Sistemas de planillas:** La automatización de la transferencia de datos desde los lectores biométricos reduce drásticamente los errores en el cálculo de horas extra, bonos de nocturnidad y descuentos por tardanza.
- **Sistemas de seguridad institucional:** Integración con alarmas y protocolos de emergencia para saber exactamente cuántas personas hay en el edificio durante una evacuación.

Esta integración permite que el ingeniero industrial se libere de la carga administrativa de procesar datos manuales y se enfoque en el análisis de la variabilidad y la optimización de turnos.

### **13.4 Impacto económico: El ahorro de costos mediante la biometría**

La implementación de sistemas biométricos no debe verse como un gasto, sino como una inversión con un Retorno de Inversión (ROI) acelerado. El ahorro se manifiesta principalmente en:

- Eliminación del "Buddy Punching" (Marcación por terceros): En sistemas tradicionales (tarjetas o firmas), es común que un empleado marque la asistencia de un compañero ausente o que llega tarde. Estudios industriales estiman que esto puede inflar la nómina entre un 2% y 5%. La biometría elimina este costo de forma inmediata.
- Reducción de costos de insumos: Se eliminan los gastos recurrentes en la emisión, reposición y mantenimiento de tarjetas magnéticas o de proximidad que se pierden, dañan o caducan.
- Optimización del tiempo administrativo: Automatizar la recolección de datos ahorra cientos de horas hombre al mes que el personal de RR.HH. o supervisores de planta suelen gastar digitando planillas manuales o corrigiendo errores de lectura.

- Prevención de accesos no autorizados: Evita pérdidas económicas por robos de activos críticos o espionaje industrial al restringir físicamente el acceso a áreas sensibles solo al personal calificado.

### **13.5 Importancia para la gestión de indicadores y auditorías**

La biometría convierte un evento físico (un toque de dedo o una mirada) en un dato digital puro e inalterable, lo cual es la base de la ingeniería de datos.

#### **13.5.1 Análisis de valores históricos**

- Permite construir series de tiempo precisas para analizar la puntualidad y el ausentismo estacional.
- Facilita la identificación de patrones de fatiga: si los datos históricos muestran que la productividad baja en ciertos turnos vinculados a registros biométricos de salida tardía, el ingeniero puede rediseñar los horarios para optimizar el rendimiento.

#### **13.5.2 Trazabilidad y auditorías**

- Inalterabilidad: A diferencia de un registro en papel o un Excel, los logs (registros) biométricos son difíciles de manipular, lo que otorga una "fuente única de verdad" ante auditorías internas o inspecciones gubernamentales de trabajo.

- Responsabilidad (Accountability): En caso de un incidente en planta o un error de calidad, el sistema permite realizar una auditoría forense para saber exactamente qué operario estaba presente en la estación de trabajo en ese minuto específico.

### 13.5.3 Generación de KPIs en tiempo real

- Índice de Ausentismo:  $(\text{Horas no trabajadas} / \text{Horas pactadas}) \times 100$ .
- Tasa de Rotación por Área: Identificar qué secciones de la planta tienen mayor inestabilidad de personal basándose en los registros de acceso.

Reflexión: "Lo que no se mide, no se puede mejorar; pero lo que se mide con datos poco confiables, conduce a decisiones erróneas". La biometría garantiza que la base de nuestras decisiones sea 100% veraz.

## **Capítulo 14. Tendencias tecnológicas en los sistemas de información industriales**

La transformación digital en la industria no es un evento tecnológico, sino un cambio de paradigma organizacional. No se trata simplemente de incorporar software o hardware, sino de redefinir cómo la información es capturada, procesada y analizada para convertir la intuición en decisiones basadas en datos. Los sistemas de información industriales (SII) están evolucionando de ser repositorios pasivos a convertirse en entornos inteligentes, predictivos y autónomos.

### **14.1 Big Data y analítica avanzada**

La industria moderna genera volúmenes masivos de datos a una velocidad sin precedentes (Velocity, Volume, Variety). Estos datos provienen de sensores en tiempo real, sistemas ERP/MES, registros de mantenimiento y el comportamiento dinámico del mercado.

El verdadero valor del Big Data para el Ingeniero Industrial no reside en el almacenamiento, sino en la madurez analítica, que se divide en cuatro niveles:

- **Analítica Descriptiva:** ¿Qué ocurrió? (Reportes de producción histórica).
- **Analítica Diagnóstica:** ¿Por qué ocurrió? (Minería de datos para hallar causas de fallas).
- **Analítica Predictiva:** ¿Qué podría ocurrir? (Modelos estadísticos para pronosticar demanda o averías).

- **Análítica Prescriptiva:** ¿Qué decisión optimiza el resultado? (Algoritmos que sugieren el mejor plan de producción ante una crisis de suministros).



*Fig. 16 Big data y analítica avanzada*

Impacto en la Ingeniería Industrial:

- **Optimización de inventarios:** Reducción del capital inmovilizado mediante modelos de demanda precisa.
- **Eliminación de cuellos de botella:** Identificación de restricciones mediante el análisis de flujos en tiempo real.
- **Cultura Proactiva:** La organización deja de reaccionar ante las crisis y comienza a anticiparlas.

## 14.2 Inteligencia Artificial (IA)

La IA incorpora algoritmos que aprenden de los datos (Machine Learning) para mejorar su desempeño sin ser programados explícitamente para cada tarea. En el contexto industrial, la IA permite

que el sistema de información pase de un rol informativo a uno decisional.

Aplicaciones críticas:

- **Mantenimiento Predictivo:** Algoritmos que detectan patrones de falla antes de que ocurra la rotura, optimizando la disponibilidad de activos.
- **Visión Artificial:** Sistemas de cámaras con IA que realizan control de calidad al 100% de la producción, detectando defectos imperceptibles al ojo humano.
- **Programación Dinámica:** Ajuste automático de las secuencias de producción ante la llegada de pedidos urgentes o falta de materia prima.

**Cambio de Paradigma:** El ingeniero ya no analiza datos manualmente en hojas de cálculo; ahora supervisa y audita modelos inteligentes que generan recomendaciones automatizadas.

### **14.3 Industria 4.0 e Internet de las Cosas Industrial (IIoT)**

La Industria 4.0 representa la convergencia entre el mundo físico y el digital. A través del IIoT, las máquinas dejan de ser islas de automatización para convertirse en nodos de una red global.

Pilares del ecosistema 4.0:

- **Sistemas Ciberfísicos:** Integración de computación, redes y procesos físicos.

- Integración Horizontal y Vertical: Conexión total desde el proveedor hasta el cliente final, y desde el sensor en planta hasta el despacho de gerencia.
- Interoperabilidad: Capacidad de las máquinas para comunicarse entre sí y ajustar parámetros de operación autónomamente para reducir la variabilidad.



*Fig. 17 Industria 4.0 e IIoT*

#### **14.4 Ciberseguridad Industrial: Protegiendo la Continuidad Operativa**

A mayor interconectividad, mayor es la superficie de ataque. En entornos industriales, un ciberataque no solo pone en riesgo la información, sino la integridad física de las personas y las máquinas.

Estrategias de defensa para el Ingeniero Industrial:

- Seguridad desde el Diseño (Security by Design): Integrar protocolos de seguridad desde la concepción de los sistemas de información.
- Segmentación de Redes: Aislar las redes de control de planta (OT) de las redes administrativas (IT) para evitar la propagación de malware.
- Resiliencia Operativa: Establecer protocolos de respaldo y recuperación ante desastres que minimicen el tiempo de parada de planta.

### 14.5 Gemelos Digitales (Digital Twins)

Un gemelo digital es una réplica virtual dinámica de un activo o proceso físico. A diferencia de una simulación estática, el gemelo digital recibe datos en tiempo real de su contraparte física, permitiendo un monitoreo y experimentación sin riesgos.



*Fig. 18 Gemelos digitales*

**Beneficios Estratégicos:**

- Simulación de Escenarios "What-if": Evaluar el impacto de un cambio en el layout de la planta o una nueva maquinaria antes de realizar la inversión física.
- Optimización del Diseño: Refinar procesos productivos en el entorno digital para maximizar la capacidad instalada.
- Reducción de Riesgos: Probar límites operativos en el modelo virtual para evitar accidentes en el mundo real.

**Resumen de la parte IV**

La Parte IV aborda la infraestructura tecnológica y las tendencias digitales que sustentan y potencian los sistemas de información industriales. Esta sección trasciende la visión tradicional de soporte tecnológico y presenta la infraestructura como un habilitador estratégico de la transformación organizacional.

Se analiza la estructura física y lógica que permite el funcionamiento de los sistemas empresariales, incluyendo hardware, software base, redes de comunicación y centros de datos bajo modelos on-premise y cloud computing. Se destaca cómo la elección de la arquitectura tecnológica influye en la escalabilidad, seguridad y sostenibilidad económica de la organización.

Asimismo, se profundiza en la digitalización del entorno industrial mediante sensores, IoT y captura automática de datos, evidenciando cómo la información comienza en el piso de planta y fluye hacia sistemas analíticos y estratégicos. La incorporación de equipos

biométricos demuestra cómo la trazabilidad y el control digital fortalecen la gestión operativa y la generación de indicadores confiables.

Finalmente, se desarrollan tendencias tecnológicas como Big Data, Inteligencia Artificial, Industria 4.0, ciberseguridad industrial y gemelos digitales, mostrando cómo los sistemas de información evolucionan hacia entornos inteligentes, predictivos y altamente integrados. Esta parte resalta que la transformación digital no es solo una modernización tecnológica, sino un cambio estructural en la manera de gestionar procesos, riesgos y decisiones.

En síntesis, la Parte IV consolida la visión del libro al demostrar que la competitividad industrial contemporánea depende de una infraestructura sólida, integrada y orientada a la analítica avanzada, y que el ingeniero industrial debe asumir un rol protagónico en la adopción y gestión estratégica de estas tecnologías.

**Referencias bibliográficas**

- Díaz, J. (2024). Un momentito con la Ingeniería Industrial (1ª ed.). Fondo Editorial.
- Alvarez, J. (2026). Bases de datos para la Ingeniería Industrial (1ª ed.). Fondo Editorial.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). Management information systems: Managing the digital firm (17th ed.). Pearson.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). Management information systems (10th ed.). McGraw-Hill.
- Stair, R., & Reynolds, G. (2019). Principles of information systems (13th ed.). Cengage Learning.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). Supply chain management: Strategy, planning, and operation (7th ed.). Pearson.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science for business. O'Reilly Media.
- Marr, B. (2016). Big data in practice. Wiley.
- Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0: The industrial internet of things. Apress.