



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

| uma.es

Título:

Organización de Empresas Manual de la asignatura

Autor: D^o Carlos Javier de las Heras Rosas
Dpto.: Organización de Empresas y Marketing
Universidad de Málaga

INDICE

TEMA 1. LA ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL	7
1. Concepto y naturaleza del subsistema de administración	7
1.1. La administración como coordinación	7
1.2. La organización como sistema	8
1.3. Subsistemas básicos de la empresa	8
1.4. Definiciones de administración	9
1.5. Objeto de estudio y características de la administración	9
1.6. Niveles jerárquicos y habilidades directivas	9
2. El proceso administrativo	10
2.1. Administración como proceso	10
2.2. Funciones del proceso administrativo	10
3. La toma de decisiones	11
3.1. Sistema de información empresarial	11
3.2. La decisión como tarea esencial del directivo	11
3.3. Etapas del proceso de toma de decisiones	11
3.4. Categorías de decisiones según el alcance	12
4. Roles del directivo.....	12
5. Planificación y objetivos	13
5.1. Concepto de planificación	13
5.2. Principios básicos de la planificación	13
5.3. Elementos de la planificación	13
5.4. Ejemplos de misión y planes estratégicos	14
5.5. Etapas del proceso planificador	14
5.6. Objetivos empresariales y jerarquía de objetivos	14
6. Funciones de dirección.....	15

6.1. Concepto de dirección.....	15
6.2. Liderazgo	15
6.3. Motivación.....	15
6.4. Comunicación.....	15
7. El control	16
7.1. Concepto de control	16
7.2. Control de la gestión y niveles	16
TEMA 2. MODELOS DE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN	19
2.1. Estructura de las organizaciones	19
2.2. Partes fundamentales de la estructura organizativa (Mintzberg, 1988)	20
2.3. Mecanismos de coordinación en las organizaciones	22
2.4. Sistemas de organización: criterios de agrupación	23
2.5. Diseño organizativo: departamentalización	26
2.6. Diseño organizativo vertical: red de autoridad.....	26
2.7. Estructuras complejas de organización	27
2.8. Nuevos modelos organizativos	28
2.9. Conclusiones sobre estructura organizativa.....	30
TEMA 3. LA GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	32
TEMA 3.1. CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD. CONCEPTOS	32
1. Concepto de calidad	32
2. Evolución histórica de la calidad	33
3. Inspección, Control, Aseguramiento y Gestión de la Calidad	36
4. La calidad y la empresa.....	38
5. Dimensiones de la calidad	39
6. Los costes de la calidad.....	41
TEMA 3.2. NORMAS ISO Y NORMALIZACIÓN	44
1. Normalización – Introducción	44

2. Concepto de Norma – Organismos elaboradores	45
3. Acreditación y Certificación – Organismos.....	48
4. ISO – Organización Internacional de Normalización	49
5. Normalización, Homologación, Certificación, Acreditación y Auditoría	50
6. Normas ISO más relevantes	53
TEMA 4. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	58
TEMA 4.1. CONCEPTO Y ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	58
1. Concepto de sistema de producción.....	58
2. Elementos constitutivos del sistema de producción.....	58
3. Objetivos del sistema de producción	61
4. Tipología de sistemas de producción.....	63
TEMA 4.2. DISEÑO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	66
1. Concepto de capacidad.....	66
2. Medición de la capacidad	68
3. Planificación de la capacidad.....	69
TEMA 5. LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE INSTALACIONES	73
5.1 LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES	73
5.2 DISEÑO DE INSTALACIONES (LAYOUT)	76
TEMA 6. GESTIÓN DE INVENTARIOS	82
6.1 CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIOS	82
6.2 MODELO EOQ (ECONOMIC ORDER QUANTITY)	83
TEMA 7. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN	90
7.1 PLANIFICACIÓN AGREGADA.....	90
7.2 PLANIFICACIÓN MAESTRA (MPS) Y MRP	92
TEMA 8. OPERACIONES Y MEJORA CONTINUA	96
8.1 LEAN MANUFACTURING	96
8.2 SIX SIGMA	98

8.3 SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRADOS	100
RESUMEN COMPARATIVO DE LAYOUTS	102
RESUMEN COMPARATIVO DE ESTRATEGIAS PLANIFICACIÓN AGREGADA	102
RESUMEN MODELO EOQ	102
RESUMEN LEAN MANUFACTURING	103
RESUMEN SIX SIGMA	103
TEMA 9. GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LAS OPERACIONES....	105
9.1 CONCEPTO Y DIMENSIONES DE LA TECNOLOGÍA.....	105
9.2 OBJETIVOS Y PLAN TECNOLÓGICO.....	107
9.3 LA POSICIÓN TECNOLÓGICA DE LA EMPRESA.....	110
9.4 PROCESO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	112
9.5 GLOBALIZACIÓN E INNOVACIÓN EMPRESARIAL	114
TEMA 10. HERRAMIENTAS SMART EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	119
10.1 LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES.....	119
10.2 LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	120
10.3 EL ENTORNO ACTUAL: OPORTUNIDADES Y PRESIONES	121
10.4 ¿QUÉ ESTÁ CAMBIANDO EN LA INDUSTRIA?	122
10.5 LA INTELIGENCIA DE INDUSTRIA 4.0	123
10.6 MES VS. ERP: SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN FÁBRICA.....	125
CONCLUSIÓN Y RESÚMENES FINALES	128
Evolución Tecnológica en Operaciones.....	128
Tabla Comparativa: Revoluciones Industriales.....	128



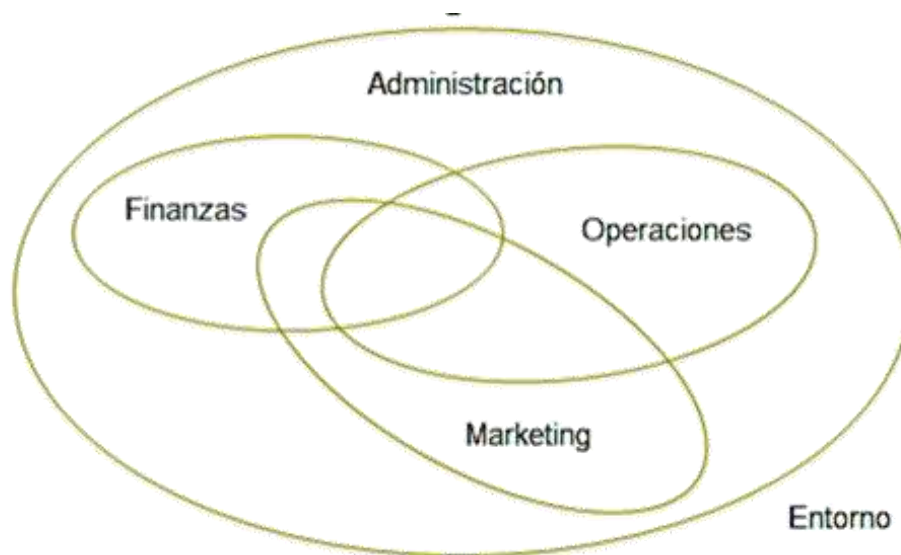
TEMA 1

TEMA 1. LA ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL

1. Concepto y naturaleza del subsistema de administración

En una visión sistémica, la empresa se entiende como un conjunto organizado de recursos que transforma entradas en salidas para satisfacer necesidades en el mercado. Dentro de ese conjunto, la administración constituye el subsistema que orienta, coordina y regula el funcionamiento del resto de subsistemas.

- La empresa puede descomponerse en:
 - Sistema de operación: combina tierra, trabajo y capital para producir bienes y servicios.
 - Sistema rector o de decisión: conjunto de decisiones que marcan objetivos, asignan recursos y controlan resultados.
- El subsistema de administración actúa como “cerebro” de la organización, guiando el sistema total hacia el cumplimiento de sus metas.



1.1. La administración como coordinación

Administrar implica coordinar de forma racional los recursos humanos y materiales para conseguir los objetivos de la organización. No se trata solo de mandar, sino de organizar el trabajo respondiendo a preguntas clave:

- ¿Qué producir?
- ¿Cuánto producir?
- ¿Cómo producirlo (tecnología, procesos)?
- ¿Cuándo y dónde producirlo y entregarlo al cliente?

En una empresa de ingeniería, esto se traduce, por ejemplo, en decidir qué proyectos acometer, con qué equipos, qué plazos y qué tecnologías emplear para que el resultado sea viable técnica y económicamente.

1.2. La organización como sistema

Una organización se concibe como un sistema complejo de sistemas, donde diferentes partes interactúan de manera dinámica.

Características clave:

- Interdependencia de las partes: decisiones en producción afectan a finanzas, recursos humanos o calidad, y viceversa.
- Homeostasis: la organización busca un equilibrio dinámico frente a cambios (fluctuaciones de demanda, cambios tecnológicos, etc.).
- Morfogénesis: capacidad para modificarse (reestructurarse, cambiar procesos, introducir nuevas tecnologías).
- Comportamiento probabilístico: no se puede predecir todo con certeza; se trabaja con riesgos e incertidumbre.

Esta visión es especialmente relevante en entornos tecnológicos, donde cambios en un módulo o sistema repercuten en toda la arquitectura organizativa y técnica.

1.3. Subsistemas básicos de la empresa

La empresa integra varios subsistemas que deben funcionar de forma coherente:

- Subsistema físico o real:
 - Aprovechamiento: captación de inputs (materias primas, componentes, servicios externos).
 - Producción: transformación de inputs en outputs (productos, servicios).
 - Comercialización: distribución y venta de los outputs.
 - Actividades de apoyo: mantenimiento, logística, almacenamiento, etc.
- Subsistema financiero:
 - Financiación: obtención de recursos financieros (capital propio, deuda).
 - Inversión: aplicación de esos recursos en activos productivos.
- Subsistema de recursos humanos:
 - Selección, formación, aplicación y mantenimiento (compensación) de las personas en la organización.
- Subsistema de administración:
 - Define misión, cultura, valores, objetivos, planificación y control del conjunto.

El subsistema de administración integra información del entorno (mercado, competencia, normativa) y de la propia empresa para formular y seleccionar estrategias.

1.4. Definiciones de administración

Desde una perspectiva clásica, administrar es “hacer las cosas por y a través de otras personas”. La tarea del administrador incluye:

- Crear un entorno adecuado para el trabajo (clima, recursos, estructura).
- Proveer los medios oportunos (herramientas, información, presupuesto).
- Conseguir que las personas contribuyan al esfuerzo colectivo y se alcancen los objetivos.

De forma más moderna, la administración se entiende como un proceso: un conjunto organizado de actividades (planificar, organizar, dirigir y controlar) orientadas a lograr fines determinados.

1.5. Objeto de estudio y características de la administración

El objeto de estudio de la administración ha evolucionado: desde un enfoque centrado en cargos y tareas, pasando por órganos y funciones, hasta el análisis de sistemas complejos de subsistemas que interactúan con su entorno.

Rasgos clave de la administración:

- **Ámbito general:** es aplicable a todo tipo de organizaciones (empresas, universidades, administraciones públicas, ONG).
- **Universalidad:** permite abordar problemas centrales (coordinación, motivación, diseño de estructuras, toma de decisiones) en contextos diversos.
- **Dimensión científica:** busca explicar el comportamiento de las organizaciones.
- **Dimensión tecnológica:** desarrolla técnicas y procedimientos para mejorar la eficiencia y la eficacia en la gestión.

1.6. Niveles jerárquicos y habilidades directivas

En la mayoría de organizaciones se distinguen tres grandes niveles:

- **Alta dirección (nivel institucional):** define la estrategia global, la misión, la visión y los grandes objetivos.
- **Dirección intermedia (nivel gerencial):** traduce la estrategia en planes y programas para áreas concretas.
- **Supervisión directa (nivel operacional):** dirige equipos operativos y supervisa la ejecución del trabajo diario.

Cada nivel requiere un tipo de habilidades predominantes:

- **Alta dirección:** habilidades conceptuales (visión global, análisis de entornos complejos, formulación de estrategias).
- **Dirección intermedia:** habilidades humanas (liderazgo, comunicación, resolución de conflictos).

- Supervisión directa: habilidades técnicas (conocimiento de procesos, tecnologías y tareas específicas).

2. El proceso administrativo

2.1. Administración como proceso

El enfoque de la administración como proceso se apoya en la idea de que gestionar una organización supone realizar de forma cíclica y coordinada cuatro funciones básicas:

- Planificación.
- Organización.
- Dirección.
- Control.



Estas funciones no son etapas aisladas, sino actividades que se solapan y se retroalimentan continuamente en la práctica directiva.

2.2. Funciones del proceso administrativo

- Planificación:
 - Consiste en pensar antes de actuar, anticipando objetivos y diseñando la ruta para alcanzarlos.
 - Permite sistematizar la acción, reducir la improvisación y orientar recursos hacia prioridades claras.
- Organización:
 - Supone repartir el trabajo, definir puestos, responsabilidades y relaciones de autoridad y comunicación.

- Garantiza que todas las tareas necesarias para lograr los objetivos se asignan a personas adecuadas.
- Dirección:
 - Se refiere a influir en las personas (liderar, motivar, comunicar) para que contribuyan al logro de los objetivos.
 - En el día a día, implica coordinar equipos, resolver conflictos y facilitar la colaboración.
- Control:
 - Compara lo que se había planeado con lo que realmente ocurre, detecta desviaciones y propone acciones correctoras.
 - Cierra el ciclo de gestión y aporta información para mejorar la planificación futura.

3. La toma de decisiones

3.1. Sistema de información empresarial

Un sistema de información empresarial es el conjunto organizado de personas, medios materiales, procedimientos y datos que proporcionan la información necesaria para decidir y coordinar recursos.

- Sus componentes básicos son:
 - Elementos humanos (usuarios, analistas, técnicos).
 - Elementos materiales (equipos informáticos, redes, soportes).
 - Procedimientos, métodos y técnicas (formas de capturar, procesar y transmitir datos).
 - Datos (hechos y registros que, procesados, se convierten en información útil).

En organizaciones tecnológicas, los sistemas de información integran datos técnicos (producción, mantenimiento, incidencias), económicos y comerciales para apoyar decisiones complejas.

3.2. La decisión como tarea esencial del directivo

La toma de decisiones es la tarea central del directivo: transforma información en acción, resolviendo problemas y aprovechando oportunidades. La administración, en este sentido, es un proceso continuo de obtener, procesar e interpretar información para decidir.

3.3. Etapas del proceso de toma de decisiones

Aunque en la práctica puede ser menos lineal, se identifican etapas típicas:

1. Percepción de la situación y definición del problema.
2. Análisis y elaboración de la información disponible.

3. Generación de alternativas de solución.
4. Evaluación de alternativas y elección de la más adecuada.
5. Implantación de la decisión.
6. Control de resultados y retroalimentación.

Este proceso es cíclico: los resultados de una decisión alimentan nuevas decisiones, permitiendo aprender y corregir.

3.4. Categorías de decisiones según el alcance

- Decisiones estratégicas:
 - Competencia de la alta dirección.
 - Gran impacto, alcance a largo plazo, uso intensivo de recursos.
 - No estandarizables, con alto grado de incertidumbre.
- Decisiones tácticas:
 - Propias de la dirección intermedia.
 - Se centran en áreas o funciones concretas (producción, marketing, RR. HH.).
 - Alcance temporal y de recursos intermedio, con alternativas relativamente bien definidas.
- Decisiones operativas:
 - Propias de la supervisión directa.
 - Rutinarias, frecuentes, muy estructuradas.
 - Orientadas a la eficiencia en las operaciones diarias.

4. Roles del directivo

Los directivos combinan distintos roles en su actividad diaria, que pueden agruparse en tres grandes bloques:

- Roles interpersonales:
 - Cabeza visible: representa formalmente a la organización.
 - Líder: dirige, motiva e influye sobre las personas.
 - Enlace: mantiene contactos dentro y fuera de la organización.
- Roles informativos:
 - Monitor: recibe y analiza información relevante.

- Difusor: transmite información dentro de la organización.
- Portavoz: comunica hacia el exterior.
- Roles de decisión:
 - Empresario: impulsa cambios y mejoras.
 - Gestor de anomalías: resuelve incidencias y crisis.
 - Asignador de recursos: decide cómo distribuir medios escasos.
 - Negociador: participa en negociaciones internas y externas.

El desempeño eficaz de la función directiva exige manejar con equilibrio estos diferentes roles.

5. Planificación y objetivos

5.1. Concepto de planificación

La planificación busca crear un puente entre la situación actual y una situación futura deseada para la organización. Supone:

- Establecer objetivos claros.
- Determinar las acciones necesarias para alcanzarlos.
- Anticipar recursos, plazos y responsables.

En entornos tecnológicos, una buena planificación permite coordinar proyectos, inversiones en equipos, desarrollo de producto y capacidades del personal.

5.2. Principios básicos de la planificación

Principios que orientan el proceso planificador:

1. Contribución a los objetivos: cada plan debe apoyar los fines globales de la empresa.
2. Primacía de la planificación: la planificación precede a organizar, dirigir y controlar.
3. Extensión de la planificación: debe aplicarse a las diferentes áreas de actividad.
4. Eficiencia de los planes: relación razonable entre resultados esperados y costes asociados.

5.3. Elementos de la planificación

Elementos principales:

- Misión o propósito: razón básica de existencia de la organización y función que cumple en la sociedad.
- Objetivos o metas: resultados concretos que se pretenden alcanzar, preferiblemente cuantificados y fechados.
- Estrategias: planes generales de acción a largo plazo que definen la posición competitiva deseada.

- Políticas: criterios y pautas que orientan decisiones repetitivas, coherentes con los valores y la cultura organizativa.
- Procedimientos: secuencias ordenadas de acciones para tratar determinados procesos o problemas.
- Reglas: instrucciones específicas y obligatorias sobre qué hacer o no en situaciones concretas.
- Programas: combinación de objetivos, acciones, plazos y recursos para un proyecto o conjunto de actividades.
- Presupuestos: cuantificación de planes y programas, normalmente en términos monetarios.

5.4. Ejemplos de misión y planes estratégicos

- La misión sintetiza en pocas líneas la finalidad de la organización, por ejemplo “organizar la información del mundo y hacerla universalmente accesible y útil” en el caso de Google.
- Universidades, grandes empresas industriales y entidades financieras formulan planes estratégicos plurianuales donde fijan objetivos de crecimiento, sostenibilidad, digitalización, internacionalización, etc.

5.5. Etapas del proceso planificador

Etapas típicas:

1. Observación del problema o necesidad de actuar.
2. Establecimiento de objetivos.
3. Análisis de contingencias internas y externas (recursos, entorno, competencia, tecnología).
4. Definición de alternativas de acción.
5. Evaluación de alternativas (costes, beneficios, riesgos).
6. Selección del plan.
7. Formulación de planes derivados (planes funcionales, programas específicos).
8. Estudio de costes y cuantificación (presupuestos).

5.6. Objetivos empresariales y jerarquía de objetivos

En la empresa actual se reconoce la existencia de múltiples objetivos: rentabilidad, crecimiento, estabilidad, responsabilidad social, etc. Estos objetivos se disponen en forma jerárquica:

- Propósito o misión.
- Objetivos estratégicos (a largo plazo y de alcance global).
- Objetivos funcionales y de unidades de negocio.
- Objetivos departamentales.

- Objetivos individuales (desempeño y desarrollo personal).

Esta jerarquía permite alinear las metas individuales y departamentales con los fines globales de la organización.

6. Funciones de dirección

6.1. Concepto de dirección

La función de dirección consiste en influir sobre las personas que forman la organización para que contribuyan con entusiasmo e interés al logro de los objetivos. Su foco principal es el comportamiento humano en contextos de trabajo.

6.2. Liderazgo

El liderazgo es el proceso mediante el cual una persona influye en otras para que se orienten hacia metas compartidas. Requiere:

- Uso responsable del poder.
- Comprensión de las motivaciones de las personas.
- Capacidad para inspirar y generar confianza.
- Creación de un clima que favorezca el desempeño del grupo.

Modelos de liderazgo, como el de Likert (sistemas autoritario, benevolente, consultivo y participativo), ayudan a clasificar estilos en función de la confianza en los subordinados y el grado de participación.

6.3. Motivación

La motivación en el trabajo estudia los factores que impulsan, dirigen y mantienen la conducta de las personas en la empresa. Algunas técnicas:

- Incentivos económicos.
- Participación en decisiones.
- Rediseño y enriquecimiento de puestos.
- Combinación de recompensas materiales y reconocimiento.

Diseñar sistemas de motivación adecuados es clave en empresas de base tecnológica, donde el conocimiento y la creatividad del personal son críticos.

6.4. Comunicación

La comunicación es la transferencia de información de un emisor a un receptor de manera que este la comprenda. En la práctica organizativa:

- Es fundamental para coordinar personas, departamentos y proyectos.
- Sufre degradaciones desde lo que se quiere decir hasta lo que finalmente se hace.

Buenas prácticas de comunicación:

- Favorecer la comunicación directa y el feedback.
 - Mostrar empatía y respeto hacia el interlocutor.
 - Emplear lenguaje claro y compartido.
 - Reforzar mensajes clave con cierta redundancia.
 - Evitar actitudes que bloqueen el diálogo.
-

7. El control

7.1. Concepto de control

El control es la actividad de seguimiento orientada a corregir desviaciones respecto a los objetivos y planes establecidos. Su lógica básica es:

- Comparar lo previsto con lo realizado.
- Valorar las desviaciones.
- Tomar decisiones correctoras.

Se sitúa al final del ciclo administrativo, pero también alimenta la planificación futura.

7.2. Control de la gestión y niveles

El control de gestión utiliza información continua sobre:

- Situación financiera.
- Personal (clima, rotación, formación).
- Producción y productividad.
- Posición comercial y servicio al cliente.
- Imagen y relaciones con la comunidad.

Para ser eficaz, el control requiere:

- Definir objetivos vinculados a la estrategia.
- Seleccionar indicadores adecuados.
- Establecer un modelo de referencia para comparar previsiones y resultados.

Se distinguen varios niveles de control: estratégico (qué hacer), táctico (cómo hacerlo) y operativo (ejecución de tareas), coherentes con la pirámide de gestión de la empresa.

Si este nivel de desarrollo te encaja, preparo el Tema 2: Modelos de organización y gestión con la misma lógica de apuntes-esquema + explicación para que puedas ir construyendo el documento completo.





TEMA 2

TEMA 2. MODELOS DE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

2.1. Estructura de las organizaciones

Concepto de organización

La organización, como actividad administrativa, es la coordinación racional de actividades de un conjunto de personas que buscan conseguir una finalidad común y explícita mediante:

- La división de funciones y tareas.
- Una jerarquización clara de la autoridad y responsabilidad.
- Mecanismos de coordinación efectivos.

Elementos definitorios de cualquier tipo de organización:

- Un grupo humano (recursos humanos).
- Relativa permanencia en el tiempo.
- Características comunes según el contexto social.
- Orientación hacia una meta o fin común y definido.
- Actividades y tareas diferenciadas entre sus miembros.
- Existencia de una jerarquía de autoridad y responsabilidad.
- Coordinación racional e intencionada de esfuerzos.
- Interacción con el ambiente externo.

La función de organización

La función administrativa de organización es la parte de la administración que comprende el establecimiento de una estructura intencional de roles para las personas de la empresa. Su objetivo es asegurar que:

- Se asignan todas las tareas necesarias para lograr los objetivos.
- Se eligen las personas adecuadas para realizarlas.
- Se definen claramente relaciones de autoridad y canales de comunicación.

En una empresa de mediano o gran tamaño, una estructura bien diseñada es crucial para coordinar esfuerzos dispersos hacia objetivos comunes.

Concepto de estructura

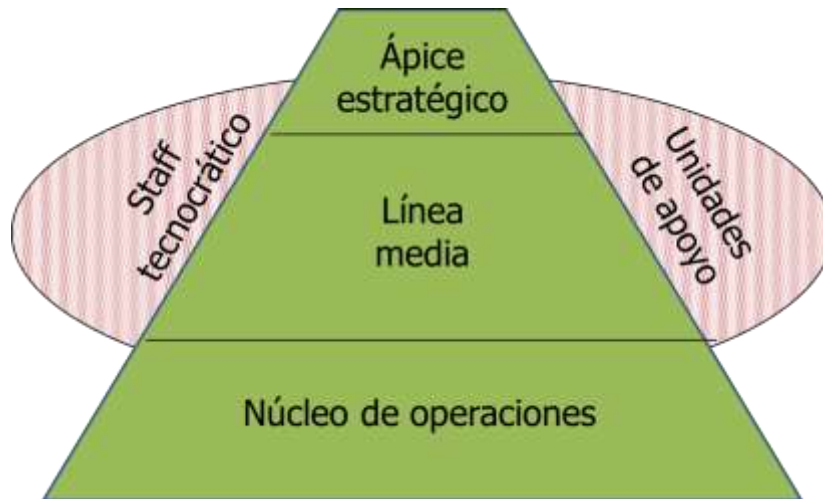
En cualquier ámbito del conocimiento, estructura es el orden dado a una serie de elementos. En la empresa, estructura es el sistema de relaciones de autoridad y comunicación entre sus elementos humanos.

La necesidad de estructuración formal es proporcional al tamaño y complejidad de la organización. Una pequeña empresa familiar puede funcionar sin organigramas formales,

coordinándose de forma informal. Sin embargo, una mediana o gran empresa requiere definición clara de:

- Roles y responsabilidades.
- Líneas de autoridad.
- Flujos de decisión y comunicación.

Sin esto, se producen ambigüedades, duplicaciones de trabajo, conflictos sobre quién decide qué, e ineficiencias operativas.



2.2. Partes fundamentales de la estructura organizativa (Mintzberg, 1988)

El modelo de Mintzberg proporciona un útil marco para analizar cualquier estructura organizativa, identificando cinco componentes clave:

Núcleo de operaciones

- Formado por los miembros que realizan el trabajo básico de producción de bienes y servicios.
- Incluyen actividades de: obtención de inputs, transformación, distribución y operaciones de apoyo (mantenimiento, inventarios, almacenaje).
- En una empresa de robótica, el núcleo incluiría ingenieros de diseño, técnicos de fabricación, electricistas, operarios de máquinas.

Ápice estratégico

- Se ocupa de que la organización cumpla su misión y satisfaga los intereses de grupos involucrados (socios, Estado, sindicatos, clientes, comunidad).
- Funciones clave:
 - Supervisar la organización como unidad integrada.

- Mantener y desarrollar relaciones con el entorno (proveedores, clientes, reguladores).
- Formular y revisar estrategias.
- Mantener una adaptación permanente entre la organización y su entorno.

Línea media

- Cadena de directivos que une el ápice estratégico con el núcleo de operaciones.
- Va desde mandos situados directamente bajo el ápice hasta supervisores de primera línea que dirigen operarios.
- Funciones principales:
 - Transmitir y ejecutar decisiones de niveles superiores.
 - Tomar decisiones sobre asuntos de su competencia.
 - Recopilar, seleccionar, agregar y transmitir información.
 - Controlar y supervisar trabajo.

Unidades de apoyo (staff de apoyo)

- Órganos especializados de asistencia y servicio, apartados de las operaciones centrales.
- Se ocupan de actividades auxiliares o de soporte en la cadena de valor: relaciones públicas, servicios médicos, asesoramiento legal, seguridad, recursos administrativos.
- Podrían subcontratarse en el mercado, pero la organización decide internalizarlas porque considera que es más eficiente o estratégico.
- A menudo, las unidades de apoyo tienen su propia estructura mini organización: su propio núcleo de operaciones, línea media y, a veces, ápice estratégico.

Staff tecnocrático

- Analistas que no intervienen directamente en el flujo de trabajo de las operaciones principales, pero lo diseñan, planifican, modifican y adaptan.
- Funciones principales:
 - Estudio y mejora de métodos de trabajo.
 - Normalización y establecimiento de estándares.
 - Formación y adiestramiento del personal.
 - Programación, presupuestos, control.

En empresas tecnológicas, el staff tecnocrático es esencial e incluye diseñadores de procesos, especialistas en calidad, ingenieros de sistemas, analistas de datos.

Coordinación en la estructura

Todas estas partes funcionan conjuntamente gracias a:

- Red de autoridad: relaciones formales jerárquicas que definen quién manda a quién.
- Red de comunicación: flujos de información que permiten coordinar decisiones.
- Mecanismos de coordinación: procedimientos y sistemas para alinear esfuerzos.

2.3. Mecanismos de coordinación en las organizaciones

Cuando se divide el trabajo entre múltiples personas y departamentos, la coordinación se convierte en imprescindible. Mintzberg identifica cuatro mecanismos básicos:

Adaptación mutua

- Comunicación directa, espontánea e informal entre los sujetos.
- En equipos pequeños o en proyectos muy flexibles, las personas se coordinan resolviendo problemas de forma colaborativa sin necesidad de estructuras formales.
- Funciona especialmente bien en: equipos multidisciplinares, startups tecnológicas, proyectos innovadores donde se requiere creatividad.

Supervisión directa

- Coordinación mediante la jerarquía: una persona supervisa y coordina el trabajo de otras.
- Es la forma más tradicional y sigue siendo fundamental en la mayoría de organizaciones.
- Requiere que los directivos tengan capacidad y tiempo para conocer y supervisar efectivamente el trabajo de sus subordinados.

Normalización de métodos

- Coordinación del trabajo mediante especificación detallada de cómo se deben hacer las operaciones.
- Ejemplo clásico: sistemas de producción en cadena (taylorismo/fordismo).
- Se define paso a paso cómo se debe hacer cada cosa (procedimientos estrictos, manuales de operación).
- Genera alta eficiencia pero reduce flexibilidad y capacidad de adaptación.

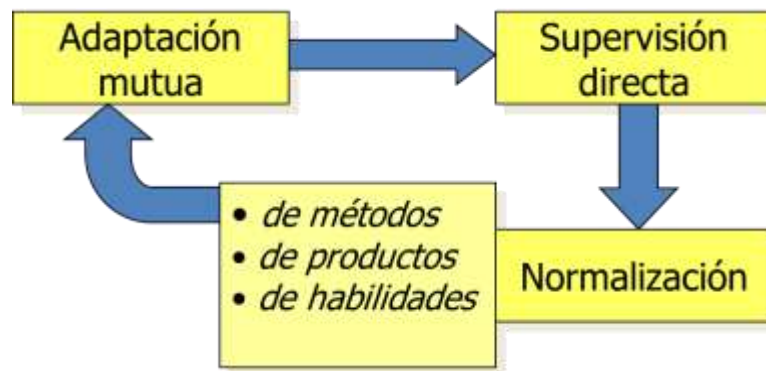
Normalización de productos

- Tipificación de los resultados esperados de un trabajo (no se especifica cómo, sino qué resultado lograr).
- Ejemplo: administración por objetivos (Management By Objectives, MBO).
- Los individuos tienen libertad en la metodología, pero deben alcanzar objetivos claros y medibles.

Normalización de habilidades

- Entrenamiento previo de los individuos para que sepan actuar apropiadamente en situaciones complejas e inciertas.
- Ejemplos: medicina, enseñanza, asesoría, ingeniería.
- En profesiones donde cada caso es diferente, la formación es el mecanismo de coordinación clave.

En la práctica, la mayoría de organizaciones usan una combinación de estos mecanismos. Una empresa industrial puede usar normalización de métodos en producción, normalización de habilidades en ingeniería de producto, supervisión directa en dirección.



2.4. Sistemas de organización: criterios de agrupación

La forma en que se agrupan las tareas y se diseña la estructura depende de criterios fundamentales de división del trabajo. Los principales sistemas de organización son:

Organización funcional

- Las actividades se agrupan por funciones o especialidades (especialización vertical).
- Estructura típica: Dirección General → Producción, Marketing, Finanzas, Recursos Humanos, Calidad, Investigación, etc.
- Ventajas:
 - Especialización profunda en cada función.
 - Eficiencia operativa, control de calidad, mejora continua en cada área.
- Inconvenientes:
 - Comunicación entre departamentos lenta (debe pasar por jerarcas).
 - Poca orientación al cliente global.
 - Divisiones geográficas o por producto más difíciles de implementar.
- Muy común en: medianas empresas industriales y tecnológicas.



Organización territorial o geográfica

- Las actividades se agrupan por zonas geográficas o mercados territoriales.
- Cada región tiene su propia estructura funcional (producción, ventas, RR. HH. locales).
- Ventajas:
 - Adaptación al mercado local, proximidad al cliente.
 - Decisiones localizadas y rápidas.
- Inconvenientes:
 - Duplicación significativa de funciones en cada región.
 - Dificultad de coordinación central, menos economías de escala.
- Usada en: empresas multinacionales, distribuidoras, bancos, servicios.



Organización por producto o línea de negocio

- Cada producto o línea de negocio es una unidad autónoma o semiautónoma con su propia estructura funcional interna.
- Ventajas:
 - Responsabilidad clara por producto.
 - Mayor agilidad y autonomía.
 - Orientación al cliente/producto.
- Inconvenientes:
 - Duplicación de funciones entre líneas.

- Posibles conflictos o competencia entre líneas por recursos.
- Común en: empresas con múltiples productos distintos, grupos empresariales diversificados.



Organización por cliente

- Las actividades se agrupan según tipos de cliente o segmentos.
- Ejemplo: empresa de consultoría con departamentos especializados en Sector Bancario, Industria Manufacturera, Sector Público.
- Ventajas: enfoque centrado en el cliente, especialización en necesidades específicas.
- Inconvenientes: duplicación funcional, gestión compleja de recursos compartidos.



Organización por proceso

- Las actividades se agrupan según procesos clave de creación de valor.
- Ejemplo: Proceso de Ventas, Proceso de Entrega, Proceso de Soporte al Cliente.
- Emergente en empresas que adoptan gestión de procesos y BPM (Business Process Management).
- Ventajas: orientación a cliente, eficiencia de flujos de trabajo, mejora continua.
- Inconvenientes: cambio cultural significativo, requiere inversión en tecnología y formación.

2.5. Diseño organizativo: departamentalización

La departamentalización es el proceso de agrupar actividades (tareas, funciones, responsabilidades) en unidades o departamentos, definiendo sus límites, autoridad y relaciones.

Una correcta departamentalización debe:

- Asegurar que se cubren todas las actividades necesarias para lograr objetivos.
- Asignar cada actividad a un único responsable (evitar duplicaciones y conflictos).
- Conferir la autoridad necesaria para que cada departamento logre sus objetivos.
- Diseñar mecanismos de coordinación vertical (relación jefe-subordinado) y horizontal (coordinación entre departamentos).

El organigrama es la representación gráfica de la estructura organizativa, mostrando departamentos, puestos, relaciones de autoridad y, a veces, comunicaciones clave.

2.6. Diseño organizativo vertical: red de autoridad

La red de autoridad o cadena de mando define las relaciones jerárquicas en la empresa.

Principios básicos de la red de autoridad

Principio de la unidad de mando:

- Cada persona debe recibir órdenes de un único superior directo.
- Evita conflictos y confusión sobre quién es responsable de qué.
- En estructuras matriciales (que veremos), este principio se relativiza de forma intencional.

Principio del tramo de control:

- Número máximo de subordinados que un directivo puede supervisar eficientemente.
- Varía según: complejidad del trabajo, experiencia del directivo, si las tareas son rutinarias o complejas, disponibilidad de tecnología de apoyo.
- Rangos típicos: 4-12 personas (depende del contexto).
- Tramos amplios: estructuras más planas, menos niveles jerárquicos, decisiones más rápidas.
- Tramos estrechos: estructuras más piramidales, más niveles jerárquicos, mayor especialización pero más lentitud.

Niveles jerárquicos:

- El número de niveles en la jerarquía afecta significativamente a velocidad de decisión, comunicación y coordinación.
- Estructura plana (pocos niveles): decisiones rápidas, comunicación directa, pero directivos potencialmente sobrecargados.

- Estructura profunda (muchos niveles): especialización clara, pero mayor lentitud, más filtrado de información, riesgo de desalineación con objetivos corporativos.

Delegación de autoridad:

- Proceso mediante el cual un superior otorga poder a un subordinado para actuar en su nombre dentro de ciertos límites.
- Es clave para que los directivos no se conviertan en cuello de botella.
- Requiere: confianza mutua, claridad de límites y responsabilidades, y mecanismos de control.

2.7. Estructuras complejas de organización

Estructura matricial

- Combina dos o más criterios de agrupación simultáneamente (por ejemplo, funcional + por proyecto).
- Una persona puede tener dos "jefes": un jefe de función y un jefe de proyecto.
- Ventajas:
 - Flexibilidad para gestionar proyectos paralelos.
 - Mejor compartición de recursos especializados entre proyectos.
 - Orientación simultánea a proyectos y a especialidad funcional.
- Inconvenientes:
 - Conflictos de autoridad (dos jefes pueden dar indicaciones contradictorias).
 - Complejidad en comunicación y coordinación.
 - Ambigüedad de roles y responsabilidades si no está bien definida.
- Muy usada en: empresas de ingeniería, consultoría, desarrollo de producto, departamentos de IT.

Estructura de holding

- Empresa matriz que controla varias empresas filiales o divisiones.
- Cada filial puede tener su propia estructura interna.
- Ventajas: autonomía operativa de filiales, gestión de cartera empresarial, diversificación de riesgos.
- Inconvenientes: complejidad de coordinación corporativa, duplicación de funciones centrales.

Estructura divisional

- Cada división es una unidad de negocio relativamente autónoma con estructura integrada (estructura funcional internamente).
- La empresa matriz mantiene funciones corporativas centralizadas (estrategia global, finanzas corporativas, RR. HH. estratégicos).
- Balance entre autonomía operativa de divisiones y control corporativo.

2.8. Nuevos modelos organizativos

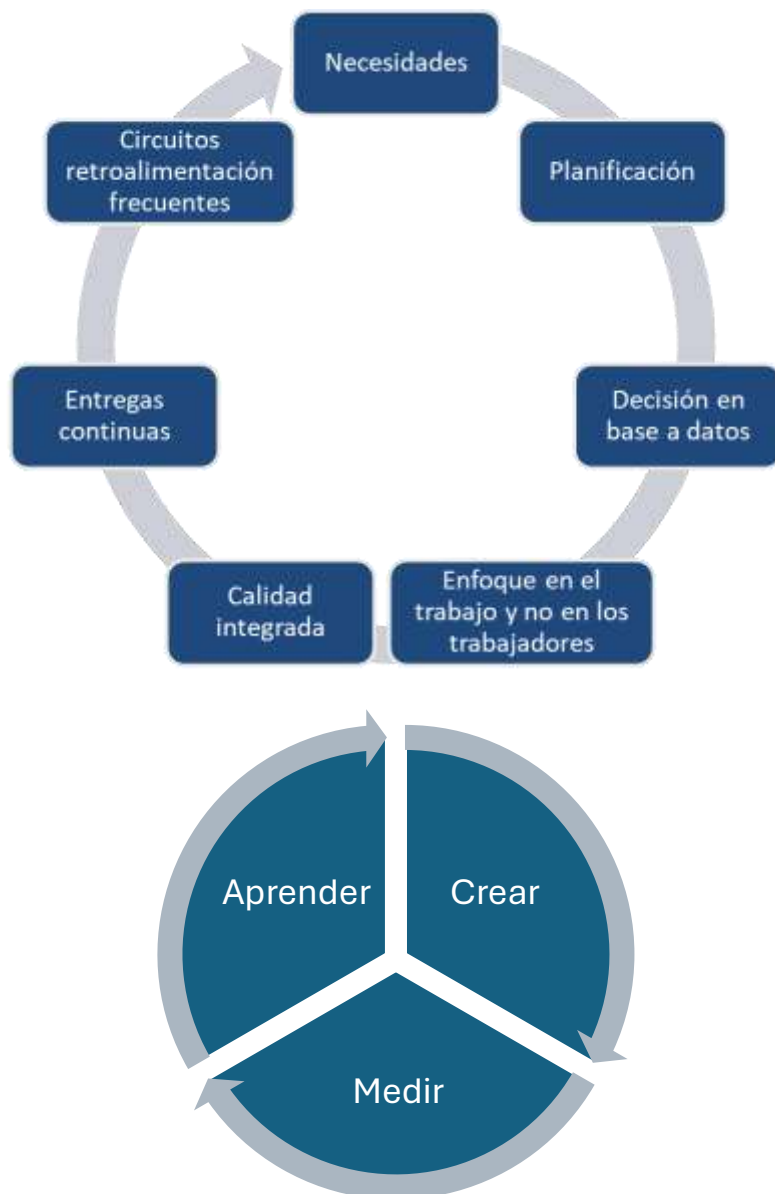
Entornos empresariales más dinámicos y tecnología digital han facilitado la emergencia de nuevos modelos:

Organización por redes o networked organization

- Estructura flexible donde alianzas y colaboraciones externas son tan importantes como la propia organización.
- Múltiples empresas vinculadas por objetivos comunes pero manteniendo autonomía.
- Ejemplos: clusters industriales, ecosistemas de startups, redes de proveedores especializados.
- Ventajas: flexibilidad, acceso a talento y recursos externos, escalabilidad sin inversión en activos propios.
- Inconvenientes: coordinación compleja entre entidades independientes, menor control directo.

Organización ágil / Agile organization

- Enfoque orientado a rapidez de respuesta y adaptabilidad continua.
- Características: equipos autoorganizados, ciclos cortos de trabajo (sprints), feedback continuo, revisión y aprendizaje iterativo.
- Muy usada en: desarrollo de software, startups, áreas de innovación, startups de base tecnológica.
- Basada en metodologías ágiles (Scrum, Kanban, Lean).



Organización en plataforma

- Empresa que proporciona una plataforma (física, digital) donde otros actores (usuarios, proveedores) operan e interactúan.
- Ejemplos: Uber, Airbnb, Amazon Marketplace.
- Modelo de negocio distinto al tradicional: no producen directamente, sino que facilitan transacciones.
- Requiere desarrollar un ecosistema activo de usuarios/proveedores.

Teletrabajo y trabajo distribuido

- Equipos dispersos geográficamente que se sincronizan mediante tecnología digital.
- Acelerado significativamente por la pandemia COVID-19.
- Requiere: herramientas digitales robustas, cultura de confianza, comunicación clara y asincrónica.
- Ventajas: flexibilidad horaria y de ubicación, acceso a talento global, reducción de costes inmobiliarios.
- Retos: cohesión de equipo, aislamiento de personas, comunicación menos rica.

2.9. Conclusiones sobre estructura organizativa

No existe una estructura única y "perfecta" aplicable a todas las empresas. La estructura debe ajustarse a múltiples factores contextuales:

- Estrategia de la empresa.
- Tamaño y complejidad operativa.
- Entorno (estable o turbulento, predecible o incierto).
- Tecnología (procesos y sistemas disponibles).
- Cultura y valores organizativos.
- Personas disponibles (talento, competencias).

Una empresa debe revisar y adaptar periódicamente su estructura cuando:

- Crece significativamente en ingresos, empleados o geografía.
- Cambia su estrategia o entra en nuevos mercados/negocios.
- Adopta nuevas tecnologías (digitalización, automatización).
- Experimenta cambios importantes en el entorno competitivo.

La estructura es un medio, no un fin en sí misma. Su propósito es facilitar la coordinación y alineación hacia los objetivos de la organización de la forma más eficiente posible.



TEMA 3

TEMA 3. LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

TEMA 3.1. CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD. CONCEPTOS

1. Concepto de calidad

En una visión sistémica de la empresa, la calidad constituye un conjunto de características y atributos de un producto o servicio que determinan su aptitud para satisfacer necesidades específicas del cliente. Sin embargo, la calidad no es unidimensional: su significado varía según la perspectiva desde la que se analice (técnica, comercial, económica).

Definición formal (RAE)

"Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas."

Esta definición subraya dos aspectos clave: por un lado, la calidad como conjunto de propiedades intrínsecas del producto; por otro, la necesidad de conformidad con especificaciones previamente establecidas. Desde esta perspectiva, un componente electrónico es de calidad si sus dimensiones, resistencia, y características eléctricas coinciden exactamente con lo especificado en el pliego técnico.

Definiciones de expertos en gestión de la calidad

Joseph Juran propone: "Calidad es idoneidad o aptitud para el uso". Esta perspectiva enfatiza que un producto es de calidad cuando cumple efectivamente la función para la cual fue diseñado, independientemente del precio. Un reloj de 30 euros que marca la hora correctamente posee la calidad necesaria para su uso previsto; un reloj de lujo que se retrasa continuamente no tiene calidad, independientemente de su coste.

Philip Crosby define calidad simplemente como "conformidad". Crosby desglosa esta definición en tres niveles: (1) conformidad del diseño con los requisitos del cliente (especificar bien), (2) conformidad del producto fabricado con el diseño y especificaciones establecidas (fabricar bien), (3) conformidad del servicio con las prestaciones acordadas (servir bien). En síntesis: calidad significa hacer exactamente lo que se prometió al cliente.

Peter Drucker añade la dimensión económica: "Calidad es satisfacción del cliente al mínimo coste". Esta definición reconoce que no es suficiente tener calidad; hay que conseguirla de forma eficiente, optimizando la relación entre valor entregado y recursos consumidos. Una empresa puede producir excelentes productos, pero si los costes son desmesurados, no será viable a largo plazo.

K. Ishikawa, desde la perspectiva japonesa, define: "Calidad es Hinshitsu" (bienes + calidad en japonés). Ishikawa la concibe como "diseñar, fabricar y vender productos con una calidad que satisfaga realmente al consumidor cuando los use". Añade una precisión crucial: "Buena calidad es la mejor calidad que una empresa puede producir con su tecnología de producción y sus capacidades de proceso actuales, y que satisfará las necesidades de los clientes, en función de factores tales como el coste y el uso previsto." Esta definición relativiza el concepto de calidad: no es absoluto, sino contextual a las capacidades reales de la organización.

La Organización Europea de Control de Calidad (EOQC) sintetiza: "Calidad es la totalidad de las características y aspectos de un producto o servicio en las que se basan su aptitud para satisfacer

una necesidad dada." Esta definición es integradora: reconoce que la calidad incluye todas las características (funcionales y estéticas), no solo las técnicas.

En conclusión, la calidad es un concepto multifacético que puede entenderse como conformidad con especificaciones, aptitud para el uso, satisfacción del cliente, o valor entregado al menor coste. La concepción que predomine dependerá de la filosofía de gestión de la empresa.

2. Evolución histórica de la calidad

La forma de entender, gestionar y controlar la calidad ha experimentado una evolución dramática, profundamente ligada a los cambios en los modos de producción. Se pueden distinguir cinco fases evolutivas claramente diferenciadas.

FASE 1: ÉPOCA ARTESANAL – INSPECCIÓN INTEGRADA (Orientación al Producto)

En la época anterior a la Revolución Industrial, la calidad se aseguraba de forma integrada en el trabajo artesanal:

- El artesano era simultáneamente fabricante e inspector de su propio trabajo.
- Existía contacto directo permanente con el cliente: el artesano conocía personalmente los deseos y necesidades específicas.
- Los productos se elaboraban "a medida" según especificaciones del cliente.
- No existía cadena de montaje; cada pieza se hacía manualmente de principio a fin por la misma persona o equipo pequeño.
- La calidad era teórica del 100% porque el artesano veía directamente al cliente y su satisfacción.
- El feedback sobre satisfacción del cliente era instantáneo y afectaba directamente al siguiente producto.

Ventajas: Alta personalización, conocimiento directo del cliente, ajustes inmediatos, compromiso personal con la calidad.

Inconvenientes: Baja productividad, alto coste unitario, imposible producir en masa.

FASE 2: ERA INDUSTRIAL – CONTROL DE CALIDAD (Orientación al Proceso)

Con la Revolución Industrial y el surgimiento de la producción en masa surgieron nuevos desafíos para la calidad:

- Nueva filosofía productiva: "planear y ejecutar" (W. Taylor, taylorismo). Se enfatiza la división del trabajo.
- Desaparecen los pequeños talleres artesanales.
- Emergen centros de producción en cadena de montaje con muchos operarios.
- División clara del trabajo: cada persona realiza tareas repetitivas y especializadas.
- Establecimiento formal de procedimientos y asignación clara de responsabilidades.

- Surgen los primeros problemas de calidad sistemáticos: un error de un operario se propaga al resto de la cadena.
- Aparecen nuevas figuras: inspectores de calidad, supervisores de calidad, departamentos de Calidad especializados.

Hito 1775 – Calidad del Producto

Se inicia la producción en serie de productos estandarizados. Se comienzan a identificar y separar productos defectuosos después de la fabricación (control reactivo). El problema es que muchos productos defectuosos se detectan tardíamente, generando costes muy altos de desperdicio.

Hito 1820-1840 – Estandarización y Tolerancias

Se establece el concepto de tolerancia: límites aceptables de variación en dimensiones. Se vuelve necesario el control sistemático para verificar conformidad con especificaciones. Los inspectores de calidad verifican el producto mediante medidas precisas y pruebas.

Hito 1924 – Control Estadístico de Procesos

Se publica "Economic Control of Quality of Manufactured Product" de W. Shewhart. Aparecen técnicas de inspección por muestreo: no inspeccionar el 100% de productos, sino una muestra estadísticamente significativa. Se crea la American Society for Quality Control (ASQC, actualmente ASQ). Nace el concepto de Control Estadístico de Procesos (SPC, Statistical Process Control).

Características principales: Control reactivo, inspección después de la fabricación, uso intensivo de herramientas estadísticas.

Avance: Se detectan problemas más rápidamente y se reducen costes de inspección.

Limitación fundamental: Sigue siendo reactivo (detecta defectos, pero no los previene). No hay visión de evitar problemas desde el origen.

FASE 3: ERA INDUSTRIAL – ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (Orientación al Sistema)

Hito 1945 – Calidad en el Diseño

Se produce un cambio conceptual fundamental: se reconoce que la calidad no puede inspeccionarse después de fabricar; debe diseñarse y construirse en el producto desde el inicio del proceso.

Concepto clave: El diseño del producto Y el diseño del proceso han de ser de calidad.

Emerge el concepto de "Aseguramiento de la Calidad" (Quality Assurance, QA): sistemas y procedimientos para garantizar que la calidad se cumple en TODAS las fases de la cadena de valor: diseño, compras, fabricación, entrega, servicio post-venta.

Cambios en la estructura organizativa:

- Se crean departamentos de Calidad independientes del departamento de Producción.
- Se formaliza el "Servicio al cliente" como parte integral del sistema de calidad.

- La calidad deja de ser responsabilidad solo de inspectores; se convierte en responsabilidad de toda la organización.

Características: Enfoque sistémico (no solo producto, sino procesos), prevención (no solo detección), participación de todo el personal en la calidad.

FASE 4: ACTUALIDAD – CALIDAD TOTAL / TQM (Orientación a la Prevención y Mejora Continua)

Contexto histórico de divergencia tras la Segunda Guerra Mundial

Occidente (USA):

- Prioridad en la productividad y volumen de producción.
- Basado en inspección masiva (Calidad Reactiva).
- Filosofía: "Todo lo que se fabrica se vende, cuanto más se produzca, mejor".
- Enfoque en cantidad sobre calidad.

Japón, bajo asesoramiento de expertos norteamericanos (Deming, Juran):

- Se optó por fabricar sin errores a la primera vez.
- 1951: Se instaura el Premio Deming, que reconoce a empresas con excelencia en calidad.
- Desarrollo de la calidad en todos los niveles con cultura de mejora continua (kaizen).
- Comunicación permanente entre empresa y cliente.
- A partir de los años 80 y 90, Japón emerge como líder mundial en calidad (Sony, Toyota, Honda, Sharp).

Concepto de Calidad Total (Armand V. Feigenbaum, 1956)

- Calidad como función integral de Gestión, no solo departamental.
- Las compañías japonesas Hitachi, Toshiba y Toyota la desarrollan hasta sus últimas consecuencias.
- La Calidad Total abarca todas las actividades, procesos y personas de la organización.
- Su implantación requiere participación activa de todos los miembros de la compañía.
- Incluye todas las funciones: estudio de mercado, Investigación y Desarrollo, compras, fabricación, embalaje, transporte, venta, post-venta, etc.
- Involucra también a todas las organizaciones relacionadas: proveedores, distribuidores, clientes.

Concepto de Círculos de Calidad (1960)

- Emergen de la revista Gemba-To-QC (Control de Calidad para Supervisores).
- Pequeños grupos de empleados que se reúnen periódicamente para analizar problemas de trabajo y proponer soluciones.
- Principio fundamental: Todos somos responsables de la calidad, no solo inspectores.

- Se estudia cómo aplicar métodos de mejora a la producción.
- Gran énfasis en formación continua de empleados.
- Esto genera una cultura de mejora continua y participación.

FASE 5: CONTEMPORÁNEO – EXCELENCIA (Orientación al Cliente y Sostenibilidad)

Enfoque actual e integral:

- Superación de expectativas del cliente (no solo satisfacción, sino "deleite").
- Gestión de la experiencia del cliente en todos los puntos de contacto (omnicanalidad).
- Innovación continua basada en necesidades del cliente.
- Sostenibilidad y responsabilidad social integrada en la calidad.
- Perspectiva a largo plazo y creación de valor para múltiples stakeholders (clientes, empleados, accionistas, comunidad).
- Uso intensivo de tecnología digital para monitoreo y mejora de calidad.

En empresas modernas de base tecnológica, la calidad es un factor competitivo estratégico integrado en toda la cadena de valor, desde el diseño hasta el reciclaje.

3. Inspección, Control, Aseguramiento y Gestión de la Calidad

Es fundamental distinguir estos cuatro conceptos, que representan evoluciones sucesivas en la forma de entender y gestionar la calidad. Aunque se utilizan frecuentemente como sinónimos en el lenguaje cotidiano, tienen significados técnicos bien diferenciados.

INSPECCIÓN DE CALIDAD

Actividad: Examinar el producto después de fabricado para identificar y separar defectos.

Métodos: Medición de dimensiones, pruebas visuales, ensayos funcionales, análisis químicos según el producto.

Momento de aplicación: Post-fabricación (después del proceso productivo).

Objetivo: Separar productos buenos de productos defectuosos.

Limitación crítica: Es fundamentalmente reactiva. No previene problemas, solo los detecta. Genera costes muy altos de rechazo, reproceso y desperdicio.

Ejemplo: En una empresa de componentes electrónicos, revisión de cada placa soldada para detectar conexiones defectuosas o componentes dañados.

CONTROL DE CALIDAD

Actividad: Supervisar y ajustar procesos durante la fabricación para mantener conformidad continua con especificaciones.

Métodos: Muestreo estadístico, gráficos de control, procedimientos normalizados, mediciones en tiempo real.

Momento de aplicación: Durante el proceso de fabricación (en tiempo real o con frecuencia alta).

Objetivo: Detectar desviaciones tempranamente y corregirlas antes de que se produzcan defectos masivos.

Ventaja respecto a inspección: Más eficiente que inspección 100%, permite detectar tendencias problemáticas tempranamente, reduce costes de desperdicio.

Ejemplo: Verificar cada 30 minutos que la temperatura en un proceso de soldadura se mantiene dentro de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ de la especificación; si se desvía, ajustar inmediatamente los parámetros.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (Quality Assurance, QA)

Actividad: Establecer y mantener sistemas, procedimientos y procesos que garantizan que la calidad se cumple en TODAS las etapas de la cadena de valor: diseño, compras, fabricación, logística, entrega, servicio post-venta.

Métodos: Procedimientos documentados, auditorías internas, certificaciones externas (ISO 9001), sistemas de gestión, formación de personal.

Momento de aplicación: Antes, durante y después de la producción.

Objetivo: Prevenir defectos de forma sistemática, no solo detectarlos.

Alcance: Afecta a toda la organización, no solo al departamento de producción. Incluye además a proveedores y en algunos casos a clientes.

Ejemplos de actividades de QA:

- Procedimiento documentado para verificar que los proveedores entregan componentes de calidad especificada.
- Procedimiento de revisión del diseño antes de fabricar (Design Review).
- Procedimiento de formación de operarios en técnicas de fabricación.
- Auditorías internas para verificar que se cumplen los procedimientos.
- Estudios de fiabilidad y durabilidad en fase de diseño.

La empresa que implementa QA se compromete a que "la calidad está integrada en cómo hacemos las cosas", no es algo que se verifica al final.

GESTIÓN DE LA CALIDAD / TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

Actividad: Enfoque integral donde toda la organización (incluida la alta dirección) está comprometida y orientada hacia la mejora continua de la calidad.

Métodos: Implicación del personal a todos los niveles, mejora continua (kaizen), satisfacción del cliente, medición continua de indicadores de calidad, retroalimentación.

Momento de aplicación: Continuo, en todas las actividades de la empresa, todos los días.

Objetivo: Superación de expectativas del cliente, búsqueda de excelencia, rentabilidad a través de la calidad.

Alcance: Dirección General (compromiso y recursos), áreas de operación, servicios, proveedores, distribuidores, clientes.

Ejemplo: Programa de "mejora continua" donde todos los empleados, desde operarios hasta directivos, tienen objetivos de mejora. Un operario detecta que una máquina podría ser más eficiente si se modifica un parámetro; lo propone, se valida, se implementa, y se reconoce su contribución.



Síntesis comparativa

La inspección es ex-post (después del problema). El control es in-process (durante la fabricación). El aseguramiento es preventivo (en todas las etapas, incluyendo diseño). La gestión de calidad es holística (toda la organización orientada a calidad como elemento de estrategia empresarial).

4. La calidad y la empresa

¿QUÉ APORTA LA CALIDAD A UNA ORGANIZACIÓN?

La implementación de sistemas de calidad genera valor en múltiples dimensiones:

Dimensión comercial

- Mayor satisfacción del cliente, lo que mejora su experiencia.

- Lealtad de clientes (vuelven a comprar, recomiendan a otros): crucial en mercados competitivos.
- Mejor reputación y fortalecimiento de marca (confianza).
- Posibilidad de aumentar precios por diferenciación de calidad (valor percibido).
- Acceso a nuevos mercados y segmentos (muchos mercados premium exigen calidad).

Dimensión operativa

- Reducción de costes derivados de defectos (reparación, reproceso, rechazo).
- Menos reclamaciones y devoluciones de clientes (ahorro en gestión de incidencias).
- Mayor eficiencia en procesos y mejor aprovechamiento de recursos.
- Reducción de desperdicios y mermas en producción.
- Optimización del ciclo productivo (menos paradas por problemas de calidad).

Dimensión competitiva

- Ventaja competitiva diferencial frente a competidores.
- Cumplimiento de normativa y regulaciones vigentes (especialmente crítico en sectores como médico, alimentario, automotriz).
- Acceso a nuevos mercados (muchos mercados internacionales requieren certificaciones de calidad como ISO 9001 como requisito para ser proveedor).
- Mejor desempeño en licitaciones públicas y privadas (las calidades mejoran la puntuación en concursos).

¿ES LA CALIDAD SINÓNIMO DE ÉXITO?

No necesariamente. La calidad es necesaria pero no suficiente:

- Una empresa puede tener excelente calidad pero no vender si tiene problemas de marketing, precio inadecuado o canal de distribución malo.
- Una empresa puede tener calidad mediocre pero vender mucho si el precio es muy bajo (viabilidad a corto plazo, pero insostenible a largo plazo).
- El éxito empresarial sostenido requiere: buena relación calidad-precio, marketing efectivo, servicio al cliente, innovación, gestión financiera sólida.

Sin embargo, en mercados maduros y competitivos, la calidad es un factor de éxito fundamental para la supervivencia y crecimiento a largo plazo. En sectores como electrónica, automoción, farmacia, una mala calidad es simplemente inaceptable.

5. Dimensiones de la calidad

David Garvin identificó ocho dimensiones distintas de la calidad. Cada una puede tener mayor o menor importancia según el tipo de producto, sector y cliente:

DIMENSIÓN DE DESEMPEÑO O ACTUACIÓN

- El producto cumple sus funciones básicas correctamente y con el nivel de prestación especificado.
- Ejemplo: Un motor eléctrico gira a las RPM especificadas, con par de torque requerido.
- En servicios: Un hotel ofrece alojamiento limpio con servicios acordados.

DIMENSIÓN DE CONFIABILIDAD / DURABILIDAD

- El producto funciona sin fallo durante el período de tiempo esperado (lifecycle).
- Confiabilidad: probabilidad de que funcione sin fallo bajo condiciones normales.
- Durabilidad: vida útil antes de degradación significativa.
- Ejemplo: Una batería mantiene su capacidad durante 1000 ciclos de carga-descarga.
- En servicios: Una aerolínea entrega consistentemente pasajeros a tiempo.

DIMENSIÓN DE CONFORMIDAD

- El producto se ajusta exactamente a las especificaciones y diseño establecido.
- Variabilidad mínima respecto a estándares.
- Ejemplo: Un componente tiene las dimensiones exactas especificadas en planos (± 0.1 mm).

DIMENSIÓN DE SERVICIO / MANTENIBILIDAD

- Facilidad y rapidez de reparación cuando algo falla.
- Disponibilidad de servicio técnico post-venta y repuestos.
- Ejemplo: Disponibilidad de repuestos, tiempo de respuesta de servicio técnico corto, acceso al servicio sin dificultades.

DIMENSIÓN ESTÉTICA

- Apariencia, acabado, sensación táctil y diseño del producto.
- Experiencia sensorial del usuario.
- Ejemplo: Diseño visual atractivo que agrada al usuario, materiales de calidad en el acabado, ergonomía del producto.

DIMENSIÓN DE CARACTERÍSTICAS / FUNCIONALIDADES

- Atributos adicionales o secundarios del producto más allá de lo básico.
- Funciones extra que añaden valor.
- Ejemplo: Número de funciones extra que ofrece un dispositivo electrónico (conectividad WiFi, aplicación móvil, integración con ecosistemas).

DIMENSIÓN DE SEGURIDAD

- Ausencia de riesgos o peligros asociados al uso del producto.
- Inocuidad: el producto no causa daño.

- Protección frente a usos incorrectos.
- Ejemplo: Producto que no genera riesgos eléctricos, mecánicos ni químicos; dispositivos de seguridad integrados.

DIMENSIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL / SOSTENIBILIDAD

- Minimización de impacto ambiental durante el ciclo de vida completo del producto (diseño, fabricación, transporte, uso, reciclaje).
- Huella de carbono, consumo de agua, generación de residuos.
- Ejemplo: Producto fabricado con materiales reciclables, bajo consumo energético, packaging biodegradable.

IMPORTANCIA ESTRATÉGICA

La importancia relativa de estas ocho dimensiones varía significativamente según:

- Tipo de producto (físico vs servicio, bien de consumo vs industrial).
- Sector industrial (automoción, electrónica, servicios, alimentario, etc.).
- Segmento de cliente (luxury/premium, masivo, profesional/industrial).
- Estrategia competitiva de la empresa (diferenciación vs liderazgo en costes).

Una empresa debe identificar cuáles son las dimensiones de calidad más relevantes para su mercado objetivo y orientar esfuerzos de mejora preferentemente en esas dimensiones, sin descuidar un nivel mínimo en las otras.

Ejemplo: Un fabricante de coches de lujo prioriza Estética, Características, Servicio post-venta. Un fabricante de coches económicos prioriza Conformidad, Durabilidad, Precio. Ambos deben mantener Seguridad en un nivel muy alto (regulatorio).

6. Los costes de la calidad

Un aspecto crítico para la gestión empresarial es entender que la calidad tiene un coste, pero también genera beneficios económicos. La gestión de costes de calidad requiere equilibrio inteligente entre inversión en prevención y costes derivados de fallos.

CLASIFICACIÓN DE COSTES DE CALIDAD

Los costes asociados a la calidad se pueden clasificar en cuatro categorías principales:

COSTES DE PREVENCIÓN (Gastos de Conformidad)

Actividades orientadas a evitar que se produzcan defectos en primer lugar:

- Diseño del producto y proceso (con enfoque explícito en calidad e integración de la calidad desde el inicio).
- Capacitación y formación del personal en técnicas de calidad.
- Sistemas de gestión de calidad (documentación, manuales, procedimientos, auditorías).

- Inspecciones y controles preventivos (auditorías de calidad internas).
- Mantenimiento preventivo de máquinas y equipos (evita paradas imprevistas).
- Asesoría y consultoría en sistemas de calidad.
- Certificaciones (ISO 9001, etc.).

Estos son gastos que la empresa ELIJE realizar para evitar problemas futuros.

COSTES DE EVALUACIÓN / INSPECCIÓN (Gastos de Detección)

Actividades orientadas a detectar defectos que ya han ocurrido:

- Inspección de materia prima en recepción (antes de usarla).
- Inspección en proceso durante la fabricación (muestreo, gráficos de control).
- Inspección final del producto antes de entrega (control de calidad de salida).
- Pruebas y ensayos de funcionamiento (validación de que funciona).
- Auditorías de calidad internas (verificación de que se cumplen procedimientos).
- Ensayos de homologación y certificación (required para muchos mercados).

Estos gastos intentan detectar problemas antes de que lleguen al cliente.

COSTES DE NO-CONFORMIDAD - FALLOS INTERNOS (Gastos de Fallo Detectado Internamente)

Costes generados por defectos detectados internamente, antes de que lleguen al cliente:

- Rechazo y destrucción de productos defectuosos (pérdida total).
- Reproceso (refabricación de productos con defectos, requerirá nuevo trabajo).
- Desperdicios y mermas de material (scrap).
- Paradas de producción por defectos o no-conformidades detectadas.
- Tiempos perdidos de equipos y personal (subutilización).
- Pérdida de eficiencia por reorganización ante problemas (cambios de última hora).

Estos costes ocurren porque hubo problemas de calidad, pero al menos se detectaron antes de perder al cliente.

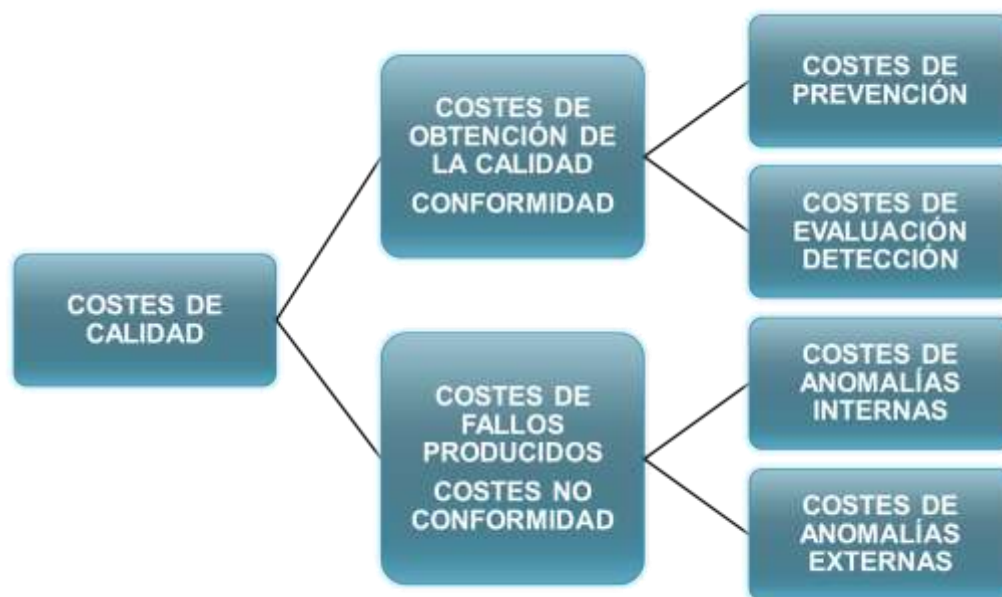
COSTES DE NO-CONFORMIDAD - FALLOS EXTERNOS (Gastos de Fallo No Detectado)

Costes generados por defectos que llegan al cliente (los más perjudiciales):

- Reclamaciones de clientes (investigación, gestión, análisis root cause).
- Devoluciones y cambios de productos.
- Garantía y servicio post-venta para reparación o sustitución.
- Pérdida de reputación y pérdida de clientes (impacto dramático en futuras ventas).

- Responsabilidad legal y demandas judiciales (en productos de seguridad crítica).
- Costes de campañas de retirada de productos defectuosos del mercado.
- Indemnizaciones por daños causados a clientes o terceros.
- Pérdida de confianza en la marca (puede ser irreversible).

Estos costes pueden ser 10-100 veces mayores que el coste de prevención, especialmente en productos de consumo de marca o en sectores regulados.



PRINCIPIOS ECONÓMICOS FUNDAMENTALES

1. Existe un coste óptimo de calidad, no un máximo de calidad.
 - Demasiada prevención es cara (inspeccionar al 100%, múltiples validaciones).
 - Poca prevención genera muchos costes de fallo (defectos, reclamaciones, pérdida de clientes).
 - El equilibrio depende del sector, tipo de producto, y coste relativo de fallo vs prevención.
 - Ejemplo: En aviación, el coste de un fallo es catastrófico → prevención muy alta. En juguetes de bajo coste, la prevención es más limitada.
2. Prevenir es más barato que reparar.
 - En general, el coste de prevención es significativamente menor que el coste de fallo.
 - Especialmente en productos complejos o con ciclo de vida largo.

- Regla de oro: "hacer bien a la primera es más barato que reparar después".
- 3. El coste total de la no-calidad puede ser 10-20 veces el coste de prevención.
 - Un defecto en el cliente puede costar 10-20 veces más que haberlo prevenido en diseño o fabricación.
 - Estudios en empresas de tecnología lo confirman consistentemente.
- 4. La inversión inicial en sistemas de calidad se recupera rápidamente.
 - Típicamente en 1-2 años a través de reducción de costes (menos rechazos, reproceso) y mejor reputación (más ventas).
 - Las empresas líderes en calidad (Toyota, Apple, etc.) tienen márgenes operativos superiores.

CASO ESPECIAL: INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA Y ELECTRÓNICA

En empresas tecnológicas (electrónica, robótica, software), el coste de un fallo detectado en el cliente es exponencialmente mayor que el coste de prevención en fase de diseño o fabricación. Por ello:

- La inversión en sistemas de calidad es especialmente crítica y rentable.
- El testing y validación exhaustiva (aunque sean caros) son justificados económicamente.
- La presión por time-to-market debe ser equilibrada contra la necesidad de calidad.
- Una reputación de producto defectuoso es muy difícil de recuperar en el mundo tecnológico.

TEMA 3.2. NORMAS ISO Y NORMALIZACIÓN

1. Normalización – Introducción

CONCEPTO

La normalización es el proceso de establecer estándares (normas) que definen especificaciones técnicas, características de productos, procedimientos operacionales o requisitos que productos, servicios o procesos deben cumplir. Se trata de un conjunto de reglas y especificaciones técnicas consensuadas internacionalmente que facilitan la compatibilidad, seguridad y calidad.

PROPÓSITOS PRINCIPALES DE LA NORMALIZACIÓN

Asegurar la Calidad y Seguridad

- Las normas especifican características mínimas que el producto debe tener para ser considerado aceptable.
- Protegen al consumidor contra riesgos innecesarios e inaceptables.
- Establecen niveles de desempeño mínimos aceptables.

Facilitar el Comercio y la Compatibilidad

- Productos de diferentes fabricantes pueden interoperar porque siguen especificaciones comunes.
- Ejemplo: todos los enchufes eléctricos de un país tienen la misma forma, voltaje y frecuencia. Esto permite que cualquier aparato comprado funcione en cualquier lugar.
- Reduce costes de adaptación de productos a diferentes mercados (sin normas, cada fabricante haría su propia "especificación").

Mejorar la Eficiencia Productiva

- Procedimientos estandarizados reducen variabilidad y facilitan automatización.
- Facilita la producción en serie a bajo coste.
- Abarata costes totales de fabricación (menos re-diseño, menos especificaciones únicas).

Proteger el Medio Ambiente

- Normas de emisiones contaminantes (qué puede emitir una fábrica).
- Gestión de residuos (cómo se deben tratar los desechos).
- Eficiencia energética de productos (máximo consumo permitido).
- Uso de materiales sostenibles y reciclables.

Facilitar el Comercio Internacional

- Normas reconocidas globalmente evitan aranceles por incumplimiento técnico.
- Exportadores pueden vender a cualquier país sin cambiar el producto (si cumple normas internacionales).
- Reduce barreras técnicas al comercio: no se pueden usar "requisitos técnicos caprichosos" para favorecer productores locales.

2. Concepto de Norma – Organismos elaboradores

DEFINICIÓN DE NORMA (AENOR – Asociación Española de Normalización)

Una norma es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y el desarrollo tecnológico. Es el fruto del consenso de todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la norma (fabricantes, usuarios, reguladores, expertos) y debe ser aprobada por un organismo de normalización reconocido.

CARACTERÍSTICAS DE UNA NORMA

1. Debe contener los últimos avances tecnológicos
 - Refleja el estado del arte en el campo.
 - Debe ser actualizada periódicamente a medida que la tecnología avanza.
2. Su aceptación debe ser mayoritaria

- Es resultado de consenso entre expertos representativos del sector.
- No es impuesta por una sola empresa, sino acordada.
- 3. Ha de ser estable, no debe cambiar constantemente
 - Permite a las empresas planificar a largo plazo y hacer inversiones confiando en que la norma seguirá vigente.
 - Las revisiones se hacen cada 5-10 años típicamente.
- 4. Debe llevar asociadas ventajas técnicas y económicas
 - Beneficiosa para productores (reduce incertidumbre, facilita comercio).
 - Beneficiosa para consumidores (seguridad, compatibilidad, calidad).

CONTENIDO DE UNA NORMA

Las normas son documentos técnicos detallados que incluyen:

- Definiciones y terminología más adecuada (cada término se define con precisión).
- Símbolos gráficos y convenciones de dibujo.
- Unidades de medida (el estándar internacional ISO prescribe metros, kilogramos, segundos).
- Códigos de colores (ej: rojo = peligro, verde = seguridad).
- Características técnicas de productos y materiales.
- Medios de verificación (cómo se mide si se cumple).
- Métodos de ensayo y análisis (procedimientos para validar).
- Niveles de calidad y seguridad.
- Diseño y procedimientos de montaje.

Ejemplo: Una norma de seguridad eléctrica (IEC 61010) especifica exactamente: voltaje máximo, temperatura máxima de contacto, distancias de aislamiento, formas de prueba para validar, cuáles son los niveles de seguridad aceptables, cómo debe ser el manual de usuario, etc.

ORGANISMOS ELABORADORES NACIONALES

Cada país cuenta con organismos responsables de la redacción, discusión, consenso y adaptación de normas:

ESPAÑA – AENOR

- Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Entidad privada independiente (no estatal, aunque colabora con administraciones públicas).
- Responsable de elaboración, revisión y difusión de normas.
- Publica normas UNE (Normas Una Española, que son las normas españolas).

- Es miembro de organismos internacionales: ISO, CEN, CENELEC, ETSI.
- Actualmente acredita a empresas, laboratorios y certificadores que quieren obtener certificaciones.

OTROS PAÍSES

- Alemania: DIN (Deutsches Institut für Normung) – muy influyente en normas europeas.
- USA: ANSI (American National Standards Institute).
- Francia: AFNOR (Association Française de Normalisation).
- Gran Bretaña: BSI (British Standards Institute).
- Japón: JIS (Japanese Institute for Standards).

PAIS	NORMA / ORGANISMO DE NORMALIZACIÓN
ALEMANIA	DIN – DEUTCHES INSTITUT FUR NORMUNG
U.S.A.	ANSI – AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
FRANCIA	NF– ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR)
ESPAÑA	UNE – ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR)
GRAN BRETAÑA	BS - BRITISH STANDARDS INSTITUTE (BSI)
JAPÓN	JIS – JAPANESE INSTITUTE FOR STANDARDS

AENOR – CONTEXTO HISTÓRICO

- IRANOR: Instituto de Racionalización y Normalización, antecedente histórico (1946, en plena época de autarquía).
- AENOR se constituye en 1986, ya en contexto democrático y de apertura internacional.
- 1996: AENOR es la primera entidad española acreditada por ENAC.
- Actualmente AENOR es el organismo principal de normalización en España.

ORGANISMOS ELABORADORES SUPRANACIONALES

ISO (International Organization for Standardization)

- Organización internacional de carácter no gubernamental.
- Fundada en 1947 en Ginebra.
- Actualmente (marzo 2024): más de 170 países miembros.
- España es miembro desde 1951.
- Desarrolla normas ISO reconocidas mundialmente.

- Cubre prácticamente todos los sectores de la economía: tecnología, manufactura, servicios, salud, medioambiente, etc.
- Publicadas más de 19.000 normas internacionales ISO (con nuevas normas constantemente).

IEC (International Electrotechnical Commission)

- Organismo especializado en normas de electrotecnia y electrónica.
- Ejemplo de normas: normas de seguridad eléctrica (IEC 60950), compatibilidad electromagnética, máquinas eléctricas.

CEN (Comité Europeo de Normalización)

- Desarrolla normas europeas (EN) aplicables a toda la Unión Europea.
- Coordinación entre organismos nacionales de normalización europeos.
- Ejemplo: EN-ISO 9001 (norma europea de gestión de la calidad, adoptada de ISO).



3. Acreditación y Certificación – Organismos

CONCEPTO DE NORMA ISO

Una norma ISO es un estándar internacional establecido por ISO que especifica requisitos, características, procedimientos o sistemas que deben cumplir productos, servicios, procesos o sistemas de gestión.

CARACTERÍSTICAS DE LAS NORMAS ISO

Consensuadas Internacionalmente

- Desarrolladas por expertos de múltiples países (comités técnicos de ISO).
- Reflejan mejores prácticas globales y el consenso internacional sobre "cómo hacer las cosas bien".

Voluntarias (pero a menudo obligatorias de facto)

- Formalmente no es obligatorio cumplirlas por ley (excepto en casos muy específicos).
- Sin embargo, muchas empresas y clientes exigen certificación ISO a sus proveedores.
- Ejemplo: Un contrato de suministro de componentes puede incluir cláusula "el proveedor debe estar certificado en ISO 9001".
- De facto, para competir en muchos mercados, la certificación ISO es necesaria.

Certificables

- Se puede obtener una certificación externa que acredita que se cumplen los requisitos de la norma.
- La certificación es realizada por organismos acreditados (como AENOR en España).
- Certificación externa proporciona garantía independiente al cliente.

Actualizables

- Se revisan periódicamente (típicamente cada 5 años) para mantenerlas vigentes ante cambios tecnológicos.
- Ejemplo: ISO 9001:2008 fue revisada a ISO 9001:2015, que añadió requisitos de gestión de riesgos.

4. ISO – Organización Internacional de Normalización

CONTEXTO HISTÓRICO

- Organización No Gubernamental (ONG), constituida como asociación.
- Fundada en 1947 en Ginebra (tras Segunda Guerra Mundial, como mecanismo para facilitar comercio internacional).
- España es miembro desde 1951.
- Marzo 2024: 170 miembros en la organización.

ESTRUCTURA DE MIEMBROS

ISO tiene tres tipos de miembros:

- Miembros de Pleno Derecho: 127 miembros (con poder de voto en asambleas y decisiones estratégicas). Típicamente son los organismos nacionales de normalización de países desarrollados.
- Miembros Corresponsales: 39 miembros (sin poder de voto, participan pero con menos influencia). Típicamente países en desarrollo o con capacidad limitada de normalización.
- Miembros Suscriptores: 4 miembros (nivel más bajo de participación).

FUNCIÓN

Los miembros de ISO son organizaciones nacionales que representan la normalización en cada país. En España, AENOR es quien representa a España en ISO. Cada país designa un único organismo nacional que representa sus intereses en ISO y que tiene voz y voto en las decisiones.

5. Normalización, Homologación, Certificación, Acreditación y Auditoría

Estos cinco conceptos están interrelacionados pero tienen significados técnicos distintos. Es importante entender sus diferencias, especialmente en contexto empresarial.

NORMALIZACIÓN

Definición: Actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan fundamentalmente en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía.

Propósito: Conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto y posibilitar la utilización de un lenguaje técnico común.

Mecanismo: Unificación de criterios mediante acuerdos voluntarios y por consenso entre las partes implicadas (fabricantes, usuarios, expertos, reguladores), aprobados por un organismo de normalización reconocido (como ISO, CEN, AENOR).

Beneficios de la normalización:

Para la Empresa:

- Ahorro de costes (menos necesidad de especificaciones únicas).
- Aumenta la satisfacción del cliente (compatibilidad, calidad previsible).
- Acceso a nuevos mercados (sin barreras técnicas).
- Reducción de stocks y variabilidad.
- Facilita la colaboración con otras empresas (lenguaje común, especificaciones compartidas).

Para los Gobiernos:

- Concentra y sistematiza textos legales y requisitos técnicos.
- Facilita exportaciones e importaciones.
- Agiliza las políticas comerciales.
- Favorece el desarrollo económico.

Para los Usuarios/Consumidores:

- Establece niveles mínimos de calidad y seguridad.
- Mayor información estandarizada sobre el producto.
- Simplifica las compras (no necesita especialización técnica para entender si es válido).

- Evita errores y riesgos innecesarios.

HOMOLOGACIÓN

Definición: Mecanismo de acreditación de la calidad y cumplimiento de requisitos técnicos con las siguientes características:

- Carácter obligatorio en muchos sectores (regulada por ley).
- Se refiere a normas técnicas de cumplimiento obligatorio establecidas por leyes o reglamentos.
- Justifica formalmente que el producto o proceso cumple con especificaciones técnicas establecidas por autoridades regulatorias (de obligado cumplimiento legal).
- Se somete el producto a un dictamen o examen por parte de una entidad oficial reconocida.
- Sin homologación, el producto NO puede comercializarse en ese territorio.

Ejemplo típico: Homologación de cascos de moto (obligatorio por ley de seguridad vial), vehículos (requisitos de emisiones, seguridad, ruido), equipos médicos (regulación farmacéutica).

Diferencia clave: Normalización es voluntaria. Homologación es obligatoria.

CERTIFICACIÓN

Definición: Rubricación (confirmación oficial) de que un producto o servicio cumple con determinadas normas o características técnicas especificadas.

Características:

- Carácter voluntario (no es obligatorio por ley, es una decisión de la empresa).
- En el caso de calidad, la certificación acredita que los criterios de estandarización se cumplen (ej: ISO 9001).
- Una entidad acreditada (certificador independiente) atestigua la conformidad respecto a una serie de normas.
- Supone una ventaja competitiva diferencial: los competidores que no presentan certificación están en desventaja.

Tipos de certificación:

- Certificación de productos: verifica que las propiedades técnicas del producto son conformes a normas especificadas.
- Certificación de procesos: comprueba que se siguen procedimientos establecidos en fabricación.
- Certificación de sistemas de gestión: legitima que los procedimientos y sistemas de la organización se ajustan a normativa (ej: ISO 9001 para calidad, ISO 14001 para medio ambiente).
- Certificación de personas: ratifica conocimientos, aptitudes y habilidades de una persona para ejecutar ciertas actividades (ej: ingeniero certificado en una metodología).

Organismos Certificadores en España

- AENOR (la principal, también es organismo de normalización).
- Bureau Veritas (multinacional, certifica en múltiples normas).
- TÜV SÜD (alemán, muy activo en certificaciones técnicas).
- DNV (noruego, especializado en sectores específicos como marítimo, energía).
- Otros certificadores internacionales (SGS, etc.).

ACREDITACIÓN

Definición: Procedimiento mediante el cual un organismo autorizado (acreditador) reconoce formalmente que una organización (certificador, laboratorio, inspector) es competente para la realización de una determinada actividad de evaluación de la conformidad.

Significado profundo: La acreditación es la herramienta establecida a escala internacional para generar confianza sobre la actuación de organismos de evaluación de la conformidad. Sin acreditación, cualquiera podría decir "certifico que este producto cumple ISO 9001" sin que haya verificación alguna.

Organismos de evaluación de conformidad que requieren acreditación:

- Laboratorios de ensayo (que prueban productos).
- Laboratorios de calibración (que verifican precisión de instrumentos).
- Entidades de inspección (que inspeccionan productos, procesos, servicios).
- Entidades de certificación (como AENOR, que emiten certificados ISO).
- Verificadores ambientales (que auditan sistemas ambientales).

ENAC – ENTIDAD NACIONAL DE ACREDITACIÓN (España)

- Organización auspiciada y tutelada por la Administración Pública española.
- Constituida conforme a la Ley de Industria 21/1992.
- Entidad privada, independiente y sin ánimo de lucro.
- Funciones clave:
 - Coordinar y dirigir en el ámbito nacional un Sistema de Acreditación.
 - Conforme a criterios y normas internacionales (reconocimiento mutuo entre países).
 - Acreditar organismos que realizan actividades de evaluación de la conformidad.
 - Aplicable en cualquier sector (manufactura, servicios, tecnología, etc.), tamaño de empresa, carácter público o privado.

Significado de una Acreditación ENAC

Si un certificado ISO 9001 viene firmado por AENOR acreditado por ENAC, significa:

- ENAC ha verificado formalmente que AENOR es competente para auditar y certificar ISO 9001.
- El proceso de certificación ha seguido criterios internacionalmente reconocidos.
- El certificado tiene valor real y es reconocido globalmente (no es "papel mojado" de un certificador sin credibilidad).
- Garantiza que el proceso de auditoría ha sido riguroso y conforme a estándares internacionales.

AUDITORÍA

Definición: Examen o revisión sistemática de un proceso, actividad, o sistema para constatar que cumple una serie de requisitos previamente establecidos.

Tipos:

- Auditorías Internas: las realiza la propia entidad sobre sí misma, al objeto de auto-evaluarse. Genera información para mejora.
- Auditorías Externas: una entidad independiente (certificador acreditado) realiza el proceso de evaluación. Proporciona garantía a terceros.

Importancia: Las actividades de certificación y acreditación requieren necesariamente de la realización de auditorías como parte de su proceso de evaluación.

6. Normas ISO más relevantes

ISO 9000 – FAMILIA DE NORMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

ISO 9001: Requisitos para Sistemas de Gestión de la Calidad

- Define requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de la calidad en una organización.
- Aplicable a cualquier tipo de organización: manufactura, servicios, educación, sector público, ONG.
- Especifica procesos para: planificación de la calidad, realización del producto/servicio, seguimiento y medición, control de no-conformidades, mejora continua.
- Versión actual: ISO 9001:2015 (actualizada en 2015, con énfasis en gestión de riesgos).
- Es la norma más adoptada globalmente. Millones de certificados en vigor en todo el mundo.
- Proporciona marco para que la empresa estructure su sistema de calidad de forma sistemática.

Beneficios de implementar ISO 9001:

- Mejora de procesos y eficiencia operativa (análisis y sistematización de cómo se hace el trabajo).
- Mayor satisfacción del cliente (procesos claros, responsabilidades definidas).

- Mejor organización interna (documentación, procedimientos, auditorías).
- Acceso a nuevos mercados que exigen esta certificación a proveedores.
- Mejora de reputación corporativa (confianza de clientes y socios).
- Base para implementar sistemas de gestión especializados (ISO 14001, ISO 45001, etc.).

ISO 19011: Directrices para Auditorías de Sistemas de Gestión

- Guía práctica para realizar auditorías internas y externas de sistemas de gestión de calidad.
- Proporciona criterios y procedimientos para realizar auditorías efectivas.
- Mejora la competencia de los auditores.

ISO 14001 – GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Definición: Norma que define requisitos para un sistema de gestión medioambiental.

Objetivo: Que las organizaciones minimicen su impacto ambiental y cumplan regulaciones ambientales.

Especifica:

- Políticas ambientales (compromiso de la empresa con el medioambiente).
- Objetivos ambientales (metas de reducción de contaminación, residuos, consumo de agua, etc.).
- Identificación y control de aspectos medioambientales significativos.
- Controles de emisiones y efluentes (qué se puede emitir, con qué límites).
- Gestión de residuos (clasificación, tratamiento, reciclaje).
- Eficiencia energética.
- Cumplimiento de legislación ambiental.

Versión actual: ISO 14001:2015.

Beneficios:

- Reducción de residuos y contaminación (beneficio medioambiental directo).
- Ahorro de recursos (energía, materiales, agua) → reducción de costes operativos.
- Cumplimiento normativo ambiental (evita multas y sanciones).
- Mejora de reputación corporativa y responsabilidad social.
- Alineación con objetivos ESG (Environmental, Social, Governance) cada vez más demandados por inversores.

ISO 45001 – SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Definición: Norma que define requisitos para que una organización gestione riesgos y oportunidades relacionados con la seguridad y salud laboral.

Objetivo: Eliminar o minimizar peligros que puedan causar lesiones, enfermedades profesionales, o incapacidades.

Especifica:

- Identificación sistemática de peligros en los lugares de trabajo.
- Evaluación y valoración de riesgos (probabilidad × consecuencia).
- Medidas preventivas y controles para eliminar o mitigar riesgos.
- Formación y capacitación de empleados en seguridad.
- Planes de contingencia y respuesta a emergencias.
- Investigación de incidentes y accidentes laborales.

Nota: ISO 45001 reemplazó a OHSAS 18001 (estándar anterior, no-ISO).

Beneficios:

- Reducción de accidentes y enfermedades laborales (bienestar de empleados).
- Cumplimiento legal (legislación sobre seguridad laboral).
- Mejor clima laboral y motivación (empleados se sienten protegidos).
- Reducción de costes por accidentes (ausencias, tratamientos médicos, indemnizaciones).

ISO 50001 - GESTIÓN DE LA ENERGÍA

Definición: Norma que define requisitos para gestionar el consumo de energía en una organización.

Objetivo: Mejorar eficiencia energética y reducir costes operativos.

Especifica:

- Política energética (compromiso con la eficiencia).
- Objetivos de mejora de eficiencia (ej: reducir 10% consumo en 2 años).
- Medidas de eficiencia energética (mejora de equipos, cambios de procesos).
- Seguimiento y medición del consumo energético.
- Auditorías energéticas.

Beneficios:

- Reducción de consumo energético (típicamente 10-20% después de implementación).
- Ahorro económico directo (menores facturas de energía).
- Reducción de huella de carbono (contribución a objetivos climáticos).
- Cumplimiento de regulaciones energéticas cada vez más estrictas.

OTRAS NORMAS ISO RELEVANTES

ISO/IEC 27001: Gestión de Seguridad de la Información

- Para empresas que manejan datos sensibles o información confidencial.
- Protege información confidencial de la organización de accesos no autorizados.
- Especialmente relevante en empresas tecnológicas, de consultoría, financieras.

ISO 13485: Gestión de Calidad para Dispositivos Médicos

- Específica para empresas que desarrollan y fabrican productos médicos.
- Requisitos más exigentes que ISO 9001 debido a criticidad de seguridad en salud.
- Requerida por regulaciones de autoridades sanitarias (FDA en USA, Agencia Española del Medicamento).

ISO 26000: Responsabilidad Social Corporativa

- No es certificable (a diferencia de otras ISO), es guía de orientación.
- Proporciona directrices para que organizaciones actúen de forma socialmente responsable.
- Temas: derechos humanos, gobernanza, medio ambiente, prácticas laborales, relación con comunidad.
- Alineación con Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas.

ISO 31000: Gestión del Riesgo

- Marco para identificar, analizar y gestionar riesgos empresariales.
- Aplicable a cualquier tipo de organización y contexto.
- Riesgos: financieros, operacionales, estratégicos, reputacionales, cumplimiento legal.

Herramienta clave para directivos en toma de decisiones bajo incertidumbre.



TEMA 4

TEMA 4. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

TEMA 4.1. CONCEPTO Y ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

1. Concepto de sistema de producción

Un sistema de producción es el conjunto integrado de elementos técnicos, humanos, organizativos y procedimentales mediante el cual una organización transforma insumos (materias primas, componentes, energía, información, conocimiento) en productos o servicios que tienen valor para los clientes.

Definición formal

"Sistema de producción es la estructura mediante la cual una empresa organiza su actividad productiva para convertir recursos (inputs) en bienes y servicios (outputs) de forma eficiente, sistemática y controlada, cumpliendo objetivos de calidad, plazos, costes y flexibilidad."

Esta definición subraya varios aspectos clave:

- **Transformación:** Conversión de inputs en outputs de mayor valor.
- **Estructura:** Está organizado de forma sistemática, no es caótico.
- **Eficiencia:** Logra objetivos minimizando desperdicio de recursos.
- **Cumplimiento de objetivos:** Ha de satisfacer especificaciones técnicas, plazos de entrega, costes presupuestados, capacidad de adaptación.

Perspectiva sistémica

Un sistema de producción no es solo "máquinas y operarios". Es un sistema complejo que incluye:

- Procesos técnicos de transformación (máquinas, líneas de producción).
- Recursos humanos (operarios, técnicos, supervisores, ingenieros).
- Procedimientos y métodos de trabajo (cómo se ejecuta cada tarea).
- Sistemas de información (datos de producción, órdenes de fabricación, planes de capacidad).
- Sistemas de control (supervisión de calidad, costes, plazos).
- Integración con otras funciones empresariales (compras, logística, comercial, financiero).

Un cambio en cualquier elemento del sistema afecta a los demás. Por ejemplo:

- Si se introducen máquinas más automatizadas (elemento técnico), cambia el perfil de personal requerido (elemento humano).
- Si cambia el volumen de demanda de clientes (elemento externo), ha de cambiar la capacidad de producción.
- Si se mejoran procedimientos de control (elemento procedimentario), pueden reducirse defectos de calidad.

2. Elementos constitutivos del sistema de producción

Un sistema de producción está formado por varios elementos interconectados:

ELEMENTOS TÉCNICOS

Infraestructura física y máquinas

- Instalaciones y edificios (fábrica, taller, almacenes).
- Maquinaria y equipos de transformación (máquinas herramienta, líneas de montaje, autoclaves, extrusoras, soldadoras).
- Sistemas de manipulación y transporte de materiales (cintas transportadoras, grúas, carretillas elevadoras, robots).
- Sistemas de control y medición (instrumentos de medida, sistemas de inspección, equipos de ensayo).
- Infraestructura de servicios (sistemas eléctricos, agua, aire comprimido, sistemas de refrigeración).

Tecnología de procesos

- Tecnología de transformación específica del sector (electrónica, química, mecánica, textil, alimentaria, etc.).
- Know-how técnico acumulado en los procesos (recetas, parámetros, tolerancias, mejores prácticas).
- Automatización (grado en que las máquinas realizan tareas automáticamente vs. requieren intervención manual).

ELEMENTOS HUMANOS

Personal operativo

- Operarios de máquinas (manejan equipos de producción).
- Técnicos de mantenimiento (reparan y mantienen máquinas).
- Operarios de logística (mueven materiales, gestión de almacenes).
- Inspectores de calidad (verifican conformidad con especificaciones).

Personal de supervisión y coordinación

- Supervisores de producción (coordinan operarios, garantizan cumplimiento de horarios y objetivos).
- Jefes de turno (responsables de secciones de producción).
- Coordinadores de producción (optimizan flujos, resuelven conflictos de capacidad).

Personal de especialización técnica

- Ingenieros de procesos (diseñan y mejoran procesos productivos).
- Ingenieros de producción (optimizan layouts, capacidades, flujos).
- Ingenieros de calidad (diseñan sistemas de control).
- Especialistas en mejora continua (Lean, Kaizen, Six Sigma).

Personal directivo

- Director de Producción o Director de Operaciones (responsable estratégico).
- Jefes de Área (responsables de secciones especializadas).

ELEMENTOS PROCEDIMENTALES (Métodos de Trabajo)

Procedimientos de planificación

- Plan Agregado de Producción (cuántas unidades fabricar en el trimestre/año).
- Plan Maestro de Producción (cuántas unidades de cada referencia cada mes).
- Planificación detallada de órdenes de fabricación (qué hacer cada día, en qué máquina, con qué secuencia).
- Gestión de proyectos (si hay introducción de nuevos productos o cambios significativos).

Procedimientos de ejecución

- Instrucciones de trabajo (descripción paso a paso de cómo ejecutar una tarea).
- Especificaciones técnicas de productos (qué características debe tener el resultado final).
- Procedimientos de setup de máquinas (cómo preparar una máquina para cambiar de producto).
- Estándares de tiempos (cuánto debe tardar cada operación, base para productividad).

Procedimientos de control y mejora

- Procedimientos de inspección y control de calidad (cuándo inspeccionar, qué criterios, qué hacer con defectos).
- Procedimientos de reporte de incidentes (cómo informar si algo sale mal).
- Procedimientos de mejora continua (cómo proponer mejoras, análisis de causas raíces, implementación).
- Procedimientos de mantenimiento preventivo (calendario de mantenimiento para evitar paradas imprevistas).

ELEMENTOS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS

Sistemas de información de producción

- MRP (Material Requirements Planning): sistema que calcula qué materiales se necesitan cuando.
- ERP (Enterprise Resource Planning): sistema integrado que conecta producción con finanzas, contabilidad, compras, logística.
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): sistemas de monitoreo en tiempo real de máquinas y procesos.
- MES (Manufacturing Execution System): sistema de ejecución de manufactura que controla órdenes, recursos, calidad a nivel de planta.

Datos de producción

- Órdenes de fabricación (qué producir, cantidad, especificaciones, fecha de vencimiento).
- Fichas técnicas (especificaciones de productos).
- Registros de producción (cantidad producida, tiempo empleado, defectos, paradas).
- Registros de calidad (mediciones, ensayos, no-conformidades).
- Datos de costes (costo de materiales, mano de obra, gastos generales).

ELEMENTOS DE INTEGRACIÓN ORGANIZACIONAL

Conexión con otras funciones

- **Compras:** suministro de materias primas y componentes en tiempo y cantidad requeridos.
- **Logística/Almacenes:** gestión de inventarios de materias primas, productos en proceso, productos terminados.
- **Calidad:** aseguramiento de calidad, inspección, estudios de fiabilidad.
- **Mantenimiento:** disponibilidad de máquinas, prevención de paradas.
- **Comercial/Marketing:** información sobre demanda, cambios en preferencias de clientes, nuevos productos.
- **Ingeniería/R+D:** introducción de nuevos productos, mejoras tecnológicas.
- **Recursos Humanos:** capacitación, evaluación de desempeño, seguridad laboral.
- **Finanzas:** control de costes, presupuesto de inversiones.

3. Objetivos del sistema de producción

El sistema de producción ha de alcanzar objetivos balanceados en múltiples dimensiones:

OBJETIVO DE CALIDAD

- Cumplimiento de especificaciones técnicas del producto (conformidad).
- Cero defectos o mínimo número aceptable de defectos.
- Satisfacción del cliente (el producto funciona como se esperaba).
- Mejora continua de calidad (reducción de variabilidad, innovación en características).

Métricas: Porcentaje de conformidad, número de no-conformidades, índice de defectos por millón (DPMO, Defects Per Million Opportunities), retorno de productos, reclamaciones de clientes.

OBJETIVO DE PLAZO (Time to Market, Cumplimiento de Entregas)

- Cumplimiento de fechas de entrega comprometidas a clientes.
- Minimización del Lead Time (tiempo desde orden hasta entrega).
- Flexibilidad: capacidad de adaptarse rápidamente a cambios de demanda (acortar/alargar plazos).

- Introducción rápida de nuevos productos al mercado (especialmente crítica en industria tecnológica).

Métricas: Porcentaje de entregas a tiempo, Lead Time promedio, tiempo de ciclo de producción, time to market de nuevos productos.

OBJETIVO DE COSTE

- Eficiencia productiva (minimizar costes de fabricación por unidad).
- Productividad (máximo output con mínimos inputs).
- Control de gastos indirectos (supervisión, energía, mantenimiento).
- Optimización de inventarios (capital inmovilizado en stock).
- Utilización de capacidad (evitar máquinas paradas).

Métricas: Coste unitario de producción, gastos de fabricación como % de ventas, retorno sobre activos (ROA) en producción, eficiencia de mano de obra.

OBJETIVO DE FLEXIBILIDAD

- Capacidad de cambiar de producto sin paradas largas (changeover rápido).
- Capacidad de responder a variaciones en demanda (aumentar/disminuir volumen).
- Capacidad de personalización (adaptación del producto a especificaciones del cliente).
- Innovación: introducir nuevos productos o características frecuentemente.

Métricas: Tiempo de setup para cambio de producto, capacidad de variación de volumen, número de variantes disponibles.

OBJETIVO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

- Cero accidentes o mínimo número aceptable.
- Cumplimiento de normas de seguridad laboral (ISO 45001).
- Protección de salud de empleados (no exposición a sustancias peligrosas, ergonomía).
- Cultura de seguridad (todos comprometidos, reportan peligros).

Métricas: Número de accidentes, frecuencia de accidentes (accidentes por cada 100 empleados), índice de severidad (días perdidos por accidente).

OBJETIVO MEDIOAMBIENTAL

- Minimización de emisiones contaminantes (aire, agua, suelo).
- Gestión responsable de residuos (clasificación, reciclaje, disposición correcta).
- Eficiencia energética (reducción de consumo).
- Minimización de huella de carbono.
- Cumplimiento de regulaciones ambientales (ISO 14001).

Métricas: Toneladas de CO₂ emitidas, porcentaje de residuos reciclados, consumo de energía por unidad producida, multas o incidentes ambientales.

BALANCE DE OBJETIVOS CONFLICTIVOS

Es importante notar que estos objetivos a menudo entran en conflicto:

- **Calidad vs. Coste:** Mayor calidad típicamente requiere más inspecciones, mejores materiales, procesos más controlados → costo más alto. El reto es encontrar el balance óptimo.
- **Plazo vs. Calidad:** Acelerar producción puede comprometer calidad (menos tiempo para inspecciones, más prisa, más errores). Es necesario balancear.
- **Flexibilidad vs. Coste:** Mayor capacidad de personalización y cambios requiere más inversión en equipos versátiles, formación, procedimientos complejos → costes más altos.
- **Volumen vs. Flexibilidad:** Líneas de producción de alto volumen (muy automatizadas, altamente especializadas) tienen baja flexibilidad. Líneas flexibles tienen menor volumen.

Estrategia competitiva: La empresa debe decidir en cuál(es) de estos objetivos quiere ser líder y aceptar que otros estarán en nivel medio. Ejemplo:

- Toyota: prioriza Calidad y Plazo (entregas confiables, cero defectos). Coste es importante pero no lo máximo.
- Empresa de bajo coste: prioriza Coste. Calidad es aceptable pero no premium. Flexibilidad limitada.
- Empresa de lujo: prioriza Calidad y Características. Plazo y Coste son menos críticos (cliente espera, paga más).

4. Tipología de sistemas de producción

Existen diferentes clasificaciones de sistemas de producción según diversos criterios:

POR VOLUMEN Y VARIEDAD DE PRODUCTOS

Producción en Serie (Mass Production)

Características:

- Alto volumen de producción.
- Productos estándar, poca variedad.
- Línea de montaje dedicada a un producto o familia muy similar de productos.
- Procesos altamente repetitivos.
- Inversión inicial muy alta en equipamiento especializado.
- Baja flexibilidad (cambiar de producto requiere parada larga y reinversión).
- Coste unitario muy bajo (amortización de inversión en muchas unidades).
- Alta eficiencia de mano de obra (operarios altamente especializados en una tarea).

Ejemplo: Manufactura de automóviles, electrodomésticos, componentes electrónicos estándar.

Ventajas: Bajo coste, alta eficiencia, calidad consistente (procesos muy controlados).

Desventajas: Baja flexibilidad, poco interés para operarios (tareas repetitivas), altos costes de cambio.

Producción por Lotes (Batch Production)

Características:

- Volumen medio.
- Variedad media de productos diferentes.
- Producción de cantidades limitadas de cada referencia (lotes, batches).
- Máquinas polivalentes (pueden producir varios productos con setup).
- Tiempo de setup (preparación de máquina para cambiar de producto) es significativo.
- Mayor flexibilidad que línea de montaje, pero menos que producción bajo demanda.
- Coste unitario medio.
- Inventario de productos en proceso (WIP) considerable.

Ejemplo: Industria textil, químico, farmacéutico, fabricación de muebles, pequeños electrodomésticos.

Ventajas: Balance entre coste y flexibilidad, permite variedad de productos.

Desventajas: Mayor complejidad de planificación, setups costosos, inventario alto.

Producción bajo Demanda (Job Shop, Make to Order)

Características:

- Bajo volumen o volumen muy variable.
- Alta variedad, productos frecuentemente personalizados.
- Máquinas muy versátiles (pueden hacer prácticamente cualquier cosa, con reconfiguración).
- Personal altamente cualificado y polivalente.
- Ciclo de producción largo (muchos productos esperando para ser procesados).
- Coste unitario alto (poca amortización, mucha mano de obra especializada).
- Máxima flexibilidad: puede aceptar prácticamente cualquier especificación de cliente.

Ejemplo: Construcción, consultoría de ingeniería, producción de prototipos, trabajo de precisión personalizado (joyería, fabricación de moldes a medida).

Ventajas: Máxima flexibilidad, personalización, innovación.

Desventajas: Alto coste, largo plazo, complejidad, difícil garantizar consistencia de calidad.

POR TIPO DE PROCESO

Producción Continua

Características:

- Proceso sin paradas durante días, semanas, meses.
- Producto sale constantemente del proceso.
- Típico de industrias de proceso: refinerías, plantas químicas, plantas de tratamiento de agua, hornos de cerámica.
- Una parada es muy costosa (hay que enfriar, limpiar, reiniciar, lo que toma horas/días).
- Automatización muy alta (debe funcionar sin intervención).
- Productos con especificaciones muy estandarizadas.

Ventajas: Muy alta eficiencia, bajo coste variable por unidad, procesos muy optimizados.

Desventajas: Muy baja flexibilidad, alta inversión inicial, riesgo si algo falla, operación compleja.

Producción Discreta por Procesos Secuenciales (Flow Shop)

Características:

- La producción fluye a través de etapas secuenciales.
- Todos los productos siguen la misma ruta (máquinas en mismo orden).
- Línea de montaje es un ejemplo.
- Automatización media-alta.
- Flexibilidad baja-media.

Ejemplo: Línea de montaje de autos, línea de embalaje de alimentos.

Producción Discreta con Rutas Variables (Job Shop)

Características:

- Diferentes productos siguen rutas diferentes según sus especificaciones.
- Un producto puede ir: Máquina A → Máquina B → Máquina A → Máquina C (no secuencial).
- Complejidad de planificación y control alta.
- Mayor flexibilidad.

Ejemplo: Talleres mecánicos, laboratorios de fabricación de componentes personalizados.

POR ORIENTACIÓN AL CLIENTE

Make to Stock (MTS)

- Producción orientada a stock (pronóstico de demanda).
- Fabricar basado en predicción de lo que clientes comprarán.
- Cliente recibe producto del stock.
- Ventaja: Entrega inmediata, cliente no espera.
- Riesgo: Pueden quedar productos sin vender (exceso de stock), o no tener lo que cliente quiere (falta de stock).

Ejemplo: Retail, supermercados, productos estándar de demanda predecible.

Make to Order (MTO)

- Producción orientada a orden del cliente.
- No se fabrica hasta que cliente hace el pedido.
- Cliente espera mientras se fabrica.
- Ventaja: Cero stock de productos terminados, personalización total.
- Desventaja: Plazo largo (cliente espera), complejidad, riesgo de cambios de cliente después de empezar.

Ejemplo: Industria de maquinaria a medida, consultoría, producción de prototipos.

Assemble to Order (ATO)

- Posición intermedia: Se fabrica componentes estándar stock, pero el ensamblaje final es a orden.
- Balance entre flexibilidad y plazo.
- Ejemplo: Computadoras personalizadas (componentes estándar, pero ensamble personalizado).

TEMA 4.2. DISEÑO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

1. Concepto de capacidad

Definición

La capacidad de producción es la cantidad máxima de producto o servicio que un sistema de producción puede generar en un período de tiempo específico (típicamente una hora, día o año) bajo condiciones normales de operación.

Expresión matemática:

Capacidad = f (recursos disponibles, tiempo disponible, especificaciones técnicas, grado de utilización)

Ejemplos:

- Una fábrica de televisores tiene capacidad de 1000 unidades/día.

- Un hospital puede atender 50 pacientes de urgencia/día.
- Una imprenta puede producir 10.000 páginas/hora.
- Un restaurante puede servir 200 clientes/día en su horario de operación.

Diferenciación: Capacidad Teórica vs. Práctica

Capacidad Teórica (o Capacidad Máxima, Nominal)

Es la cantidad que podría producirse si:

- Las máquinas funcionaran 24 horas/día, 365 días/año, sin paradas.
- No hubiera defectos ni reproceso (cero scrap).
- No hubiera cambios de producto (setup time = cero).
- Personal trabajara a máxima velocidad.

Cálculo: Si una máquina puede procesar 100 unidades/hora, su capacidad teórica es:

- $100 \text{ unidades/hora} \times 24 \text{ horas} \times 365 \text{ días} = 876.000 \text{ unidades/año}$.

Utilidad: Referencia teórica, benchmark máximo, útil para cálculos de ingeniería pero poco realista.

Capacidad Práctica (o Capacidad Efectiva, Real)

Es la cantidad que realísticamente puede producirse considerando:

- Horarios de trabajo (típicamente 1-3 turnos, no 24/7).
- Paradas planificadas (mantenimiento preventivo, descansos de trabajadores).
- Paradas imprevistas (averías, problemas de calidad).
- Cambios de producto (setup time, configuración de máquinas).
- Defectos y scrap (debe incluirse en cálculos de cantidad útil).
- Curva de aprendizaje inicial (operarios nuevos son menos rápidos).
- Buffers de capacidad (no operar al 100%, dejar margen para variabilidad).

Cálculo realista:

- Si máquina puede procesar 100 unidades/hora
- Turnos de trabajo: 2 turnos \times 8 horas = 16 horas/día
- Días laborales: 250 días/año (excluye fines de semana, festivos)
- Setups: 2 horas/día promedio (tiempo parado cambiando productos)
- Disponibilidad de máquina (evitar roturas): 85% (85 de cada 100 horas disponibles opera)
- Tasa de rechazo: 5% (de lo que se produce, 5% es defectuoso)

Cálculo:

- Horas disponibles/año = 16 horas/día × 250 días = 4.000 horas
- Horas netas (menos setups) = 4.000 - (2 horas × 250 días) = 3.500 horas
- Horas operativas (con disponibilidad) = 3.500 × 0.85 = 2.975 horas
- Unidades producidas = 2.975 horas × 100 unidades/hora = 297.500 unidades
- Unidades buenas (menos rechazo) = 297.500 × 0.95 = 282.625 unidades/año

Capacidad Práctica ≈ 282.600 unidades/año, vs. Capacidad Teórica de 876.000 unidades/año.

Brecha importante: $282.600 / 876.000 = 32\%$ de la capacidad teórica. Esto es realista.

2. Medición de la capacidad

DIMENSIÓN DE CAPACIDAD

Se mide en unidades apropiadas según el tipo de proceso:

- **Manufactura:** Unidades por período (piezas/hora, kg/día, metros/hora).
- **Servicios:** Clientes atendidos, consultas/día, transacciones/hora.
- **Recursos:** Máquinas-hora disponibles, camas de hospital, asientos de avión.

MÉTODOS DE MEDICIÓN

Método 1: Basado en Recursos Limitantes (Cuello de Botella)

En un sistema de producción, típicamente hay un proceso que es más lento que los otros. Ese es el "cuello de botella" y define la capacidad total.

Ejemplo: Línea de montaje de computadoras

- Soldadura: 50 unidades/hora
- Montaje de componentes: 80 unidades/hora
- Inspección: 60 unidades/hora
- Embalaje: 100 unidades/hora

Cuello de botella: Soldadura (50 unidades/hora). Por mucho que aumentes velocidad de otros procesos, la línea completa solo puede producir 50 unidades/hora.

Identificación: Observar dónde se acumula inventario (WIP) entre procesos. Después del cuello de botella tendrá poco inventario. Antes tendrá inventario acumulado esperando.

Método 2: Basado en Horas Máquina Disponibles

Multiplicar cantidad de máquinas por horas disponibles.

Ejemplo: Taller con 5 máquinas herramienta, 2 turnos de 8 horas, 250 días/año:

- Horas máquina disponibles = 5 máquinas × 2 turnos × 8 horas × 250 días = 20.000 máquinas-hora/año

Si cada producto requiere 0,5 horas máquina:

- Capacidad = $20.000 / 0,5 = 40.000$ unidades/año (en condiciones ideales)

En práctica, multiplicar por factor de eficiencia (85%):

- Capacidad práctica = $40.000 \times 0,85 = 34.000$ unidades/año

Método 3: Basado en Mano de Obra Disponible

Para procesos que dependen mucho de trabajo manual.

Ejemplo: Centro de atención al cliente con 50 operadores, 8 horas/día, 250 días/año:

- Horas-trabajador disponibles = $50 \times 8 \times 250 = 100.000$ horas/año

Si cada cliente requiere 0,5 horas de atención:

- Capacidad = $100.000 / 0,5 = 200.000$ clientes/año (ideal)
- Capacidad práctica = $200.000 \times 0,85 = 170.000$ clientes/año

3. Planificación de la capacidad

BALANCE ENTRE CAPACIDAD Y DEMANDA

Problema: La demanda fluctúa, pero la capacidad es relativamente fija (cambia lentamente, requiere inversión).

Tres escenarios posibles:

Escenario 1: Capacidad < Demanda (Insuficiente)

- No se puede producir todo lo que clientes demandan.
- Clientes quedan sin servir, van a competidores.
- Pérdida de ventas y market share.
- Cliente insatisfecho (debe esperar, o no obtiene producto).

Soluciones a corto plazo:

- Horas extras (más costoso, fatiga de operarios).
- Subcontratación (externalizar parte de la producción).
- Turnos adicionales (requiere contratación temporal).

Soluciones a largo plazo:

- Expansión de capacidad (inversión en nuevas máquinas, instalaciones).
- Cambio de tecnología a procesos más eficientes.

Escenario 2: Capacidad \approx Demanda (Equilibrio)

- Sistema está dimensionado para demanda esperada.

- Utilización de capacidad alta (80-90%).
- Poco margen para variaciones (si demanda sube un 10%, se satura).
- Riesgo: Si hay variación de demanda, rápidamente queda insuficiente o excesiva.

Escenario 3: Capacidad > Demanda (Excesiva)

- Máquinas y personal no están totalmente utilizados.
- Costes fijos distribuidos entre menos unidades → coste unitario alto.
- Pueden haber máquinas paradas periódicamente.
- Capacidad ociosa (no generador valor).
- Riesgo financiero: Inversión en capacidad no se amortiza totalmente.

Ventaja: Flexibilidad, si demanda crece hay margen.

ESTRATEGIAS DE AJUSTE

Estrategia 1: Líder en Capacidad (Capacity-Leading)

- Empresa invierte en capacidad POR DELANTE de la demanda.
- Siempre tiene capacidad disponible para crecer.
- Riesgo: Inversión sin garantía de que demanda crezca, capacidad ociosa.
- Ventaja: Respuesta rápida a oportunidades de mercado, obtiene clientes ante competidores congestionados.

Adecuada para: Empresas en mercados con crecimiento rápido, empresas innovadoras, empresas con ventaja competitiva clara.

Estrategia 2: Líder en Demanda (Demand-Following)

- Empresa solo invierte en capacidad cuando demanda ya ha aumentado.
- Evita capacidad ociosa, mejor utilización.
- Riesgo: Existe período en que demanda no puede satisfacerse (pérdida de ventas), competidor puede adelantarse.
- Ventaja: Inversión justificada, menor riesgo financiero.

Adecuada para: Mercados maduros, productos con demanda predecible, empresas con presupuesto limitado.

Estrategia 3: Equilibrada (Balanced)

- Posición intermedia: capacidad crece al ritmo similar a demanda esperada, con pequeño margen (10-15%).
- Balance entre oportunidad y riesgo.
- Más común en empresas medianas establecidas.

PLANIFICACIÓN: PASOS CLAVE

1. Pronóstico de demanda

- Estudios de mercado, histórico de ventas, análisis de tendencias.
- Proyectar demanda esperada en horizonte de 3-5 años.

2. Análisis de capacidad actual

- Inventariar máquinas, personal, instalaciones disponibles.
- Calcular capacidad teórica y práctica.
- Identificar cuellos de botella.

3. Identificar brecha

- Comparar capacidad disponible vs. demanda proyectada.
- ¿Hay déficit de capacidad? ¿Hay exceso?

4. Opciones de ajuste

- Inversión en nuevas máquinas (caro, tiempo largo).
- Mejora de eficiencia de procesos existentes (Lean, automatización parcial).
- Subcontratación (externalizar partes).
- Cambio tecnológico (nuevo proceso más eficiente).

5. Análisis de viabilidad financiera

- Cálculo de ROI (Return on Investment) de inversiones.
- Plazo de amortización de inversión.
- Riesgo financiero si demanda no crece como se esperaba.

6. Decisión e implementación

- Ejecutar plan de inversión aprobado.

Monitoreo de actualización y cumplimiento.



TEMA 5

TEMA 5. LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE INSTALACIONES

5.1 LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES

Concepto y Decisión Estratégica

La localización de instalaciones es el proceso de elegir la ubicación geográfica donde se construirá una planta de producción, almacén u oficina. Es una **decisión estratégica crítica** que se toma pocas veces en la vida de la empresa (cada 10-20 años típicamente) con implicaciones financieras y operacionales profundas.

Importancia Estratégica:

- Impacta costes operacionales (transporte, mano de obra, servicios)
- Afecta acceso a mercados y plazo de entrega
- Determina competitividad a largo plazo
- Define disponibilidad de recursos (materias primas, personal, proveedores)
- Influye en cumplimiento normativo

Carácter de Largo Plazo:

Una planta se construye para 15-30 años de operación, requiere inversión inicial muy alta y es muy difícil de cambiar. Una mala decisión puede comprometer la viabilidad económica de toda la operación.

Criterios de Localización

CRITERIOS DOMINANTES (Imprescindibles)

Estos criterios, si no se cumplen, pueden hacer inviable la localización:

1. Proximidad a Materias Primas (orientación a la fuente)

- Industrias extractivas deben estar donde existe el recurso
- Industrias con materias primas perecederas requieren estar cerca para minimizar pérdidas
- Industrias con altos costes de transporte de materias primas minimizan distancia

Ejemplos: Refinería de petróleo cerca de yacimiento; planta de procesado de pescado en puerto de desembarque.

2. Proximidad a Mercados (orientación al cliente)

- Industrias con productos pesados o bajo valor agregado: transporte es coste significativo
- Industrias con productos perecederos: necesidad de cercanía para minimizar tiempos
- Industrias orientadas a servicio al cliente requieren rápida respuesta

Ejemplos: Planta de bebidas cerca de mercados principales; distribuidor de autopartes cerca de talleres.

3. Disponibilidad de Mano de Obra Cualificada

- Industrias de manufactura compleja requieren técnicos experimentados
- Zonas con tradición industrial tienen mano de obra entrenada

Ejemplos: Industria tecnológica en Silicon Valley; industria relojera en Suiza.

4. Infraestructura de Transporte y Logística

- Acceso a carreteras, ferrocarril, puertos, aeropuertos
- Disponibilidad de empresas transportistas

5. Cumplimiento Normativo y Político

- Legislación laboral, ambiental, fiscal de región/país
- Estabilidad política y regulatoria
- Relaciones comerciales internacionales

Factores Secundarios

Costes de Terreno e Instalaciones

- Precio del suelo varía dramáticamente (rurales vs. metropolitanas)
- Disponibilidad para expansión futura

Servicios Básicos y Utilidades

- Agua, electricidad, gas, telecomunicaciones
- Confiabilidad y coste de utilidades

Incentivos Fiscales y Ayudas Públicas

- Exenciones fiscales, subvenciones

Calidad de Vida de Empleados

- Acceso a sanidad, educación, ocio
- Transporte público
- Impacta retención de talento

Capacidad Ambiental

- Ecosistema para absorber emisiones
- Regulaciones ambientales
- Aceptación social

Proceso de Decisión de Localización

PASO 1: Análisis Preliminar (Macro-localización)

- Identificar región/país candidatos
- Descartar regiones que no cumplen imprescindible
- Evaluar 2-4 regiones finalistas
- Herramienta: Matriz de evaluación de factores ponderados

PASO 2: Búsqueda de Alternativas (Micro-localización)

- Identificar 3-5 ubicaciones concretas candidatas
- Estudios detallados de cada candidata
- Análisis de costes específicos

PASO 3: Análisis de Costes y Beneficios

- Coste anual de transporte (materias primas + productos)
- Coste anual de mano de obra
- Coste de terreno e instalaciones (anualizado)
- Cálculo de VPN sobre horizonte 20 años
- Análisis de sensibilidad

PASO 4: Análisis Cualitativo y Riesgo

- Riesgo político y regulatorio
- Capacidad de innovación
- Red de proveedores
- Impacto ambiental y social

PASO 5: Recomendación y Aprobación

- Requiere aprobación de Junta Directiva

Métodos Cuantitativos

Método del Centro de Gravedad

- Minimiza costes totales de transporte ponderando ubicaciones y volúmenes
- Útil para almacén central o hub de distribución
- Cálculo: coordenadas (x, y) ponderadas por volumen

Método de Factores Ponderados

1. Identificar factores clave (10-15)

2. Ponderar por importancia (suma = 100%)
3. Para cada alternativa, calificar cada factor (0-10)
4. Calcular puntuación ponderada
5. Seleccionar con mayor puntuación

Ventaja: Estructura la decisión, hace explícitos criterios

Limitación: Subjetivo en calificaciones

5.2 DISEÑO DE INSTALACIONES (LAYOUT)

Concepto de Layout

El layout o distribución en planta es la disposición física de máquinas, equipos, estaciones de trabajo, almacenes y espacios dentro de una instalación, optimizando flujo de materiales y cumpliendo objetivos de seguridad, ergonomía, flexibilidad y eficiencia.

Impacto:

- Eficiencia operacional (distancias, tiempo de ciclo)
- Calidad (inspección, separación de áreas)
- Seguridad (evacuación, separación de zonas peligrosas)
- Flexibilidad (cambios de producto)
- Satisfacción laboral (ergonomía)

Una mala distribución puede reducir productividad 20-30%.

Tipología de Layouts

LAYOUT POR POSICIÓN FIJA (Project Layout)

Características: Producto fijo en lugar; máquinas y operarios van hacia producto.

Aplicaciones: Construcción de buques, aviones, obra civil, maquinaria pesada única.

Ventajas:

- Máxima flexibilidad
- Reducción de movimiento de producto
- Ideal para productos únicos

Desventajas:

- Bajo nivel de automatización
- Requiere personal muy cualificado
- Coordinación compleja

- Bajo aprovechamiento de espacio
- Largo lead time

LAYOUT POR PROCESO (Funcional o Job Shop)

Características: Máquinas similares agrupadas en misma zona; diferentes productos siguen rutas diferentes.

Aplicaciones: Talleres mecánicos, laboratorios, industria textil, componentes a medida.

Organización:

- Departamento de torneado
- Departamento de fresado
- Departamento de soldadura
- Departamento de pintura

Ventajas:

- Alta flexibilidad
- Mejor utilización de máquinas
- Bajo coste inicial
- Personal aprende múltiples habilidades

Desventajas:

- Alto movimiento de materiales
- Inventario WIP alto
- Plazo de ciclo largo
- Coordinación compleja
- Dificultad en control de calidad

LAYOUT POR PRODUCTO (Línea de Producción)

Características: Máquinas y estaciones en secuencia del producto; todos siguen misma ruta.

Aplicaciones: Línea de montaje automóviles, embotellamiento, electrónica, procesado de alimentos.

Ejemplo de Secuencia:

1. Corte
2. Soldadura
3. Pintura
4. Montaje de componentes

5. Inspección

6. Embalaje

Ventajas:

- Bajo movimiento de materiales
- Bajo inventario WIP
- Lead time corto
- Fácil automatización
- Control de calidad fácil

Desventajas:

- Muy baja flexibilidad
- Balanceo de línea complicado
- Alto coste de inversión
- Monotonía laboral
- Fallo en una estación paraliza todo

LAYOUT CELULAR (Cell Manufacturing)

Características: Planta dividida en "células" o mini-factorías; cada célula produce familia de productos; híbrido entre por proceso y por producto.

Aplicaciones: Múltiples variantes mismo producto, componentes similares, electrodomésticos.

Ventajas:

- Balance entre flexibilidad y eficiencia
- Mejor utilización de espacio
- Lead time más corto
- Personal polivalente
- Mejor responsabilidad por calidad
- Facilita mejora continua

Desventajas:

- Más complejidad
- Requiere inversión media
- Planificación entre células coordinada

Factores en Diseño de Layout

Flujo de Materiales

- Minimizar distancias innecesarias
- Evitar cruzamientos
- Flujo preferentemente rectilíneo o circular
- Almacenes en extremos, no en medio

Integración de Funciones

- Almacén materias primas próximo a primera operación
- Área de inspección próxima a entrada
- Área de embalaje próxima a salida
- Servicios accesibles desde todas partes

Seguridad y Ergonomía

- Salidas de emergencia claras
- Separación física de áreas peligrosas
- Altura de máquinas ergonómica
- Espacios de maniobra suficientes
- Iluminación y ventilación adecuadas

Flexibilidad

- Máquinas no fijas permanentemente
- Servicios distribuidos para facilitar cambios
- Espacios buffers para almacenamiento temporal

Capacidad Ociosa y Espacio

- Dejar 15-20% espacio libre para expansiones
- No saturar planta

Métodos de Diseño

Systematic Layout Planning (SLP) - Richard Muther

4 Fases:

1. **Análisis de Actividades:** Entender qué actividades ocurren, máquinas implicadas, volúmenes, secuencia.
2. **Relaciones entre Actividades:** Matriz mostrando grado de proximidad deseada:
 - A = Absolutamente necesario estar cerca
 - E = Especialmente importante
 - I = Importante

- O = Normal/Ordinario
 - U = Sin importancia
 - X = Indeseable estar cerca
3. **Espacio Requerido:** Calcular área considerando máquinas, movimiento, buffers, servicios.
 4. **Diseño del Layout:** Crear distribución respetando relaciones y restricciones; usar bloques, planos, simulación 3D.

Herramientas Modernas

- Software de simulación (Plant Simulation, Arena)
- Realidad virtual
- Análisis de flujo de materiales

Trade-offs en Diseño

Dedicación vs. Flexibilidad

- Layout dedicado (línea): máxima eficiencia, mínima flexibilidad
- Layout flexible (por proceso): máxima flexibilidad, mínima eficiencia

Inversión Inicial vs. Costes Operacionales

- Línea: inversión alta, costes bajos/unidad
- Job shop: inversión baja, costes altos/unidad

Escalabilidad

- Layout debe permitir crecimiento
- Arquitectura modular mejor



TEMA 6

TEMA 6. GESTIÓN DE INVENTARIOS

6.1 CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIOS

Concepto de Inventario

El inventario es el conjunto de bienes (materias primas, componentes, productos en proceso, productos terminados) que una empresa mantiene almacenados para asegurar continuidad de operaciones y satisfacer demanda de clientes.

Perspectiva de Balance:

Inventario es activo: tiene valor contable, ocupa espacio, requiere inversión de capital. Es dinero inmovilizado.

Dualidad del Inventario:

- **Necesario:** Sin inventario, cualquier falta de sincronización causa desabastecimiento. Inventario buffers permite que máquina lenta no ralentice rápida.
- **Costoso:** Cuesta mantener: espacio, seguridad, obsolescencia, manipulación.

Objetivo: Balance óptimo entre suficiente inventario (evitar desabastecimiento) y no exceso (minimizar costes).

Tipos de Inventarios

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS

- Materiales comprados a proveedores
- Ubicación: Almacén de entrada
- Propósito: Asegurar continuidad (buffer si proveedor falla)
- Riesgo: Obsolescencia, degradación, cambios tecnológicos

INVENTARIO DE PRODUCTOS EN PROCESO (Work In Process, WIP)

- Productos siendo fabricados, etapa intermedia
- Ubicación: Entre máquinas, en colas esperando
- Propósito: Buffer entre operaciones (variabilidad de tiempos)
- Característica: Muy sensible a eficiencia (WIP alto = ineficiencia)

INVENTARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS

- Productos completados, listos para venta
- Ubicación: Almacén de salida
- Propósito: Satisfacer demanda sin delay
- Riesgo: Obsolescencia si demanda cae

INVENTARIO DE REPUESTOS (Spare Parts)

- Componentes de repuesto para máquinas
- Propósito: Minimizar tiempo de parada
- Decisión: Balancear coste parada vs. coste mantener stock

INVENTARIO DE CONSUMIBLES

- Materiales usados en proceso pero no parte del producto (aceite, solventes, combustible, embalaje)
- Propósito: Evitar paradas

Funciones del Inventario

Desacoplamiento (Buffer)

- Desacopla compra/producción de ventas
- Si demanda variable, inventario actúa como amortiguador

Protección contra Variabilidad

- Demanda variable: protege contra desabastecimiento
- Plazo de entrega variable: protege contra retrasos
- Proceso variable: buffers permiten máquinas funcionar sin esperar

Economía de Escala

- Comprar en lotes grandes reduce coste unitario
- Producir en lotes reduce setup
- Inventario permite esta economía

Anticipación

- Si demanda temporal sube (Navidad), producir stock anticipadamente
- Evita perder ventas pero requiere inversión

6.2 MODELO EOQ (ECONOMIC ORDER QUANTITY)

Concepto y Supuestos

El modelo EOQ calcula la cantidad óptima de material a comprar en cada pedido, de forma que el coste total (coste de pedido + coste de almacenamiento) sea mínimo.

Supuestos del Modelo:

1. **Demanda constante y predecible:** Determinística, sin variaciones estacionales.
2. **Plazo de entrega constante:** Proveedor siempre entrega en mismo tiempo.

3. **Coste unitario constante:** Sin descuentos por volumen.
4. **Coste de almacenamiento proporcional:** Si inventario se dobla, coste se dobla.
5. **Sin escasez:** Siempre hay producto disponible.
6. **Recepción instantánea:** Pedido llega completo en un momento.
7. **Un solo artículo o independientes:** Sin interacciones entre productos.

Limitaciones Prácticas:

En realidad, demanda es variable, lead times varían, hay descuentos por volumen, riesgo de desabastecimiento. A pesar de limitaciones, EOQ es útil como aproximación y benchmark.

Componentes de Coste

COSTE DE PEDIDO (Ordering Cost, Co)

Coste de hacer un pedido:

- Administrativo (tiempo de comprador, comunicación)
- Recepción (inspección, registro)
- Transporte
- Gastos operacionales

Típicamente: 50-200 € por pedido.

COSTE DE ALMACENAMIENTO (Holding Cost, Ch)

Coste de mantener una unidad en inventario durante un año:

- Alquiler o amortización de almacén
- Seguro de inventario
- Riesgo de obsolescencia y deterioro
- Manipulación
- Capital inmovilizado

Fórmula alternativa: **Ch = i × C**

- i = tasa de mantenimiento (% anual)
- C = coste unitario del producto

Ejemplo: Si i = 20% y producto cuesta 100 €, entonces Ch = 0,20 × 100 = 20 €/unidad/año.

Típicamente: 15-30% del valor del inventario/año.

COSTE TOTAL DE INVENTARIO

$$TC(Q) = \frac{D}{Q} \times Co + \frac{Q}{2} \times Ch + D \times C$$

Donde:

- D = Demanda anual (unidades/año)
- Q = Cantidad de cada pedido (unidades)
- C_o = Coste por pedido (€)
- C_h = Coste de almacenamiento por unidad/año (€)
- C = Coste unitario del producto (€/unidad)

Análisis de Términos:

- Primer término $(D/Q) \times C_o$: Si Q pequeño \rightarrow muchos pedidos \rightarrow coste alto. Si Q grande \rightarrow pocos pedidos \rightarrow coste bajo.
- Segundo término $(Q/2) \times C_h$: Si Q pequeño \rightarrow inventario bajo \rightarrow coste bajo. Si Q grande \rightarrow inventario alto \rightarrow coste alto.
- Los dos están en trade-off (uno sube, otro baja)
- Tercer término $D \times C$ es constante, no afecta optimización

Cálculo de EOQ

FÓRMULA

El valor de Q que minimiza $TC(Q)$ es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_o}{C_h}}$$

INTERPRETACIÓN ECONÓMICA

En el EOQ, coste de pedido = coste de almacenamiento:

$$\frac{D}{EOQ} \times C_o = \frac{EOQ}{2} \times C_h$$

Intuición: Punto óptimo donde los dos costes se balancean.

EJEMPLO PRÁCTICO

Datos:

- Demanda anual: $D = 10.000$ unidades
- Coste por pedido: $C_o = 100$ €
- Coste de almacenamiento: $C_h = 5$ €/unidad/año

Cálculo:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 10.000 \times 100}{5}} = \sqrt{\frac{2.000.000}{5}} = \sqrt{400.000} = 632 \text{ unidades}$$

Interpretación:

- Cada pedido: 632 unidades
- Pedidos/año: $10.000 / 632 \approx 16$ pedidos
- Inventario promedio: $632 / 2 = 316$ unidades
- Coste anual de pedido: $(10.000 / 632) \times 100 \approx 1.582$ €
- Coste anual de almacenamiento: $(632 / 2) \times 5 \approx 1.580$ €
- (Iguales, confirma optimización)

Variaciones del EOQ

EOQ con Descuentos por Volumen

Si proveedor ofrece descuento (ej: 10% si compras 2000+), entonces C baja → EOQ puede cambiar.

Proceso:

1. Calcular EOQ para cada nivel de precio
2. Si EOQ calculado es viable (\geq mínimo para descuento), usarlo
3. Si no viable, usar cantidad mínima para ese descuento
4. Comparar costes totales y elegir mínima

EOQ con Lead Time Variable

Si lead time es variable, agregar inventario de seguridad:

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT}$$

- Z = factor de servicio
- σ = desviación estándar demanda
- LT = lead time

Punto de Reorden (Reorder Point, ROP)

¿En qué nivel de inventario hace el nuevo pedido?

$$ROP = D \times LT$$

Ejemplo: Si demanda = 100 unidades/día y LT = 5 días:

$$ROP = 100 \times 5 = 500 \text{ unidades}$$

Cuando inventario baja a 500, hacer pedido. Cuando llega, inventario ≈ 0 .

Con variabilidad:

$$ROP = D \times LT + SS$$

Limitaciones y Mejoras

Limitaciones del EOQ

- Asume demanda constante (real es variable)
- Asume lead time constante
- No considera límites de espacio
- No maneja productos relacionados
- No cuenta con scrap, devoluciones

Sistemas de Revisión de Inventario

Sistema de Revisión Continua

- Revisar constantemente (sistemas computarizados)
- Cuando nivel baja a ROP, hacer pedido
- Cantidad fija (EOQ)
- Ventaja: Bajo inventario de seguridad
- Desventaja: Requiere monitoreo constante

Sistema de Revisión Periódica

- Revisar cada T días (ej: cada lunes)
- Si nivel bajo, hacer pedido
- Cantidad variable (se pide hasta objetivo)
- Ventaja: Menos monitoreo, facilita consolidación
- Desventaja: Mayor inventario de seguridad

Just in Time (JIT)

- Eliminar inventario
- Producir solo lo necesario, cuando es necesario
- Requiere: demanda predecible, proveedores confiables, procesos sin variabilidad
- Ventaja: Mínimo inventario
- Riesgo: Si hay variabilidad, sistema colapsa

Gestión de Inventarios en Práctica

ABC Analysis (Análisis de Pareto)

No todos items son igual de importantes:

- **Clase A** (80% del valor, ~15% de items): Gestión rigurosa, inventario bajo
- **Clase B** (15% del valor, ~25% de items): Gestión media
- **Clase C** (5% del valor, ~60% de items): Gestión simple, stock mayor

Indicadores de Rendimiento

- **Rotación de inventario:** Veces que se vende/repone inventario/año
- **Días de inventario:** Cuántos días de demanda hay en stock
- **Tasa de servicio:** % de demanda satisfecha sin falta (típicamente 95-99%)
- **Coste de inventario:** % de coste operacional total

Mejora Continua

- Reducir lead time (menos necesidad de anticipar)
- Mejorar previsión de demanda (menos variabilidad)
- Aumentar confiabilidad de proveedores (menos stock de seguridad)
- Implementar sistemas automáticos (códigos de barras, RFID)



TEMA 7

TEMA 7. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

7.1 PLANIFICACIÓN AGREGADA

Concepto de Planificación Agregada

La planificación agregada es el proceso de elaborar un plan de producción a nivel agregado (total planta, sin desglose por artículos individuales) para horizonte 6-18 meses, balanceando demanda esperada con capacidad disponible y determinando recursos (mano de obra, horas extras, subcontratación).

Objetivos:

- Asegurar capacidad puede satisfacer demanda agregada
- Minimizar costes operacionales
- Maximizar utilización de capacidad
- Mantener flexibilidad para cambios

Horizonte Temporal:

- Corto plazo: 1-3 meses (detallado)
- Mediano plazo: 3-12 meses (agregado) ← Planificación agregada aquí
- Largo plazo: 1-5 años (muy agregado)

Proceso de Planificación Agregada

PASO 1: PRONÓSTICO DE DEMANDA

Proyectar demanda total esperada (típicamente 12 meses):

- Análisis histórico
- Tendencias (crecimiento o decrecimiento)
- Estacionalidad (Navidad, verano, etc.)
- Cambios esperados (nuevos productos, expansión)

Resultado: Tabla con demanda proyectada mes a mes.

PASO 2: ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Calcular capacidad disponible en cada período:

- Máquinas disponibles, horas/turno, días/mes
- Mantenimiento planificado
- Capacidad neta = capacidad teórica × eficiencia

Comparar demanda vs. capacidad base.

PASO 3: EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS

Estrategia 1: Mantenimiento de Nivel (Level Production)

- Producir cantidad constante cada mes
- Acumular inventario en períodos bajos, usar stock en altos
- Ventaja: Minimiza cambios de personal (estable)
- Desventaja: Maximiza inventario (costoso)

Estrategia 2: Persecución de Demanda (Chase Demand)

- Variar producción según demanda
- Contratar/despedir personal según necesidad
- Ventaja: Minimiza inventario
- Desventaja: Alto coste contratación/despido, inestabilidad laboral

Estrategia 3: Mixta (Mixed Strategy)

- Producir cantidad base estable + ajustar con horas extras, subcontratación
- Combina ventajas de ambas
- Más realista en práctica

PASO 4: CÁLCULO DE COSTES

Para cada estrategia, calcular:

- Coste de mano de obra (regular + extras)
- Coste de subcontratación
- Coste de contratación/despido
- Coste de inventario
- Coste de desabastecimiento

Coste total = suma de todos.

PASO 5: SELECCIÓN DE PLAN

Elegir estrategia con menor coste total (o mejor balance si múltiples objetivos).

Herramientas de Optimización

Programación Lineal

Formular como problema de optimización:

- Variables: Producción/mes, mano de obra, horas extras, subcontratación
- Función objetivo: Minimizar coste total

- Restricciones: Demanda, capacidad, coherencia de personal
- Software (Solver Excel, LINGO, CPLEX) resuelve para plan óptimo.

Simulación

- Simular diferentes escenarios (demanda sube 20%, 50%, cae 10%)
- Ver impacto en costes, utilización, nivel de servicio
- Elegir plan robusto a diferentes escenarios

7.2 PLANIFICACIÓN MAESTRA (MPS) Y MRP

Master Production Schedule (MPS)

El MPS es el desglose detallado de la planificación agregada en productos específicos. Especifica cuántas unidades de cada referencia deben producirse cada semana (típicamente).

Diferencia con Planificación Agregada:

- Planificación agregada: "Producir 1000 unidades totales en septiembre"
- MPS: "Producir 300 modelos A (rojo), 200 modelos A (azul), 400 modelos B, 100 modelos C en semana 1-7 septiembre"

Información de Entrada:

- Demanda por referencia (pronóstico + órdenes confirmadas)
- Inventario actual de cada referencia
- Lead time de producción
- Capacidad total disponible

Salida:

Tabla con cuántas unidades de cada referencia producir cada semana (típicamente 13-26 semanas).

Material Requirements Planning (MRP)

El MRP es un sistema que, basado en el MPS, calcula qué materiales y componentes se necesitan, en qué cantidad y cuándo, para cumplir el plan de producción.

Lógica:

1. Partir del MPS (cuántos productos finales/semana)
2. Descomponer en componentes (Bill of Materials, BOM)
3. Calcular cantidad de cada componente necesaria
4. Considerar tiempo de fabricación (lead times)
5. Calcular cuándo hacer pedido a proveedores o fabricar internamente

Ejemplo:

Producto: Computadora

Componentes:

- 1 motherboard
- 2 módulos RAM
- 1 SSD
- 1 fuente de poder
- 1 carcasa

Si MPS dice "produce 100 computadoras semana 5", entonces MRP calcula:

- Necesita 100 motherboards, 200 RAM, 100 SSD, 100 fuentes, 100 carcasas en semana 5
- Si motherboard tiene lead time 2 semanas → ordenar en semana 3
- Si RAM tiene lead time 3 semanas → ordenar en semana 2
- Etc.

Complejidad:

En industrias complejas (automóvil, electrónica), BOM tiene cientos de componentes, múltiples niveles, lead times diferentes. MRP es matemáticamente complejo, requiere sistema computerizado (ERP).

Control de Producción

Ordenes de Fabricación

Basado en MRP, se generan ordenes:

- "Fabricar lote 50 unidades de Ref. XYZ, especificación tal, entrega 15 octubre, prioridad media"

Seguimiento (Tracking)

- Dónde está cada orden (qué máquina, etapa)
- Progreso vs. planificación (¿a tiempo? ¿retrasado?)

Control de Calidad

- Inspección en proceso y final
- Reporte de no-conformidades
- Decisión: aceptar, rechazar, reparar

Ajustes en Tiempo Real

- Si hay problema (avería, componente falta), replantificar



- Avisar a cliente si hay impacto en plazo de entrega



TEMA 8

TEMA 8. OPERACIONES Y MEJORA CONTINUA

8.1 LEAN MANUFACTURING

Concepto y Orígenes

Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) es una filosofía que busca eliminar despilfarros (muda) en todos los procesos de producción, maximizando valor entregado al cliente con mínimo uso de recursos.

Orígenes:

- Desarrollado por Toyota (post-Segunda Guerra Mundial, Japón con recursos escasos)
- Taiichi Ohno y directivos de Toyota desarrollaron "Toyota Production System (TPS)"
- Años 80-90, occidente descubre y adapta
- Actualmente aplicable a cualquier industria (manufacturing, servicios, administración)

Principio Fundamental:

"Crear máximo valor para cliente eliminando todo lo que no añade valor"

Conceptos Clave

MUDA (Desperdicio)

Ocho tipos de desperdicio en procesos:

1. **Sobreproducción:** Fabricar más de lo que se vende → exceso de inventario
2. **Espera:** Persona o máquina esperando → reduce eficiencia
3. **Transporte Innecesario:** Mover material sin propósito → layout mal diseñado
4. **Inventario Excesivo:** Especialmente WIP → indica problemas (cuellos de botella, variabilidad)
5. **Procesamiento Innecesario:** Pasos que no añaden valor (inspecciones redundantes, documentación excesiva)
6. **Movimiento Innecesario:** Operarios buscando herramientas, estirándose → ergonomía pobre
7. **Defectos:** Fabricar productos defectuosos → reparación o rechazo
8. **Subutilización de Talento:** No aprovechar ideas, conocimiento, creatividad de empleados

Ejercicio Típico: Mapear proceso, identificar cada paso, clasificar como "añade valor" o "muda".

Meta: Eliminar muda.

KAIZEN (Mejora Continua)

Filosofía de mejora incremental, constante:

- No esperar a proyecto grande, cambio cada día
- Todos participan (operarios ven ineficiencias que gerentes no ven)
- Cambios pequeños, frecuentes, sostenibles
- Resultados acumulativos (pequeña mejora \times 365 días = gran impacto)

Ciclo Kaizen: PDCA

- **Plan:** Identificar problema, proponer mejora
- **Do:** Implementar cambio pequeño (pilot)
- **Check:** Medir impacto, verificar mejora
- **Act:** Si funciona, estandarizar y escalar; si no, volver a intentar

JUST IN TIME (JIT)

Sistema donde:

- Material llega justo cuando se necesita (no antes, no después)
- Producción se dispara por demanda del cliente (pull, no push)
- Minimiza inventario, espacio, capital inmovilizado

Requisitos: Demanda predecible, proveedores confiables, procesos sin variabilidad.

Herramientas Lean

Value Stream Mapping (VSM)

Técnica de visualización:

- Mapear flujo actual de proceso (material crudo \rightarrow entrega cliente)
- Identificar tiempos: tiempo de valor vs. tiempo de espera
- Identificar dónde está muda
- Proponer flujo futuro mejorado

5S (Seiso, Seiton, Seiri, Seiketsu, Shitsuke)

Método de organización del puesto de trabajo:

1. **Seiri (Seleccionar):** Separar lo necesario de lo innecesario; botar lo que no se usa
2. **Seiton (Organizar):** Cada cosa en su lugar (herramientas, materiales)
3. **Seiso (Limpiar):** Mantener espacio limpio y seguro
4. **Seiketsu (Estandarizar):** Procedimiento estándar de cómo deben estar las cosas
5. **Shitsuke (Autodisciplina):** Mantener el sistema, hacerlo hábito

Resultado: Puesto ordenado, eficiente, seguro, donde se encuentra lo que se necesita rápido.

Single Minute Exchange of Die (SMED)

Técnica para reducir tiempo de setup (cambio de producto):

- Meta: Reducir setup a menos de 10 minutos (idealmente un solo dígito)
- Separar setup "interno" (máquina parada) de "externo" (máquina trabaja)
- Convertir interno en externo cuando es posible

Ejemplo: En fábrica de inyección plástica, cambio de molde tardaba 2 horas. Con SMED, se reduce a 12 minutos (mostradores para moldes, procedimiento estandarizado, herramientas presentes).

Beneficio: Mayor flexibilidad, lotes más pequeños posibles, lead time más corto.

8.2 SIX SIGMA

Concepto

Six Sigma es una metodología que usa estadística rigurosa y análisis de datos para reducir variabilidad y defectos en procesos, alcanzando niveles de calidad "Six Sigma" (3,4 defectos por millón de oportunidades, DPMO).

Orígenes:

- Desarrollado por Motorola en años 80 (reducir defectos)
- General Electric popularizó en años 90
- Ahora usado en numerosas industrias (manufactura, servicios, finanzas)

Métrica Sigma:

Sigma se refiere a cuántas desviaciones estándar caben entre media del proceso y límite de especificación:

- 1 sigma: ~30% de defectos
- 2 sigma: ~5% de defectos
- 3 sigma: ~0,3% de defectos
- 4 sigma: ~0,006% de defectos
- 5 sigma: ~0,00006% de defectos
- **6 sigma: ~0,00000% de defectos** (prácticamente cero, ~3,4 DPMO)

Industrias críticas (aviación, médica, nuclear) buscan 6 sigma. *Industrias menos críticas* típicamente aceptan 3-4 sigma.

Metodología DMAIC

Six Sigma estructura mejora en 5 fases: **DMAIC**

Define (Definir)

- Identificar problema o proceso a mejorar
- Definir objetivos específicos (ej: reducir defectos de 2% a 0,5%, lead time de 10 a 5 días)
- Identificar cliente y qué lo satisface

Measure (Medir)

- Recolectar datos sobre estado actual
- Validar que mediciones son precisas (fiabilidad)
- Establecer baseline (estado actual: defectos % = 2%, variabilidad = desv. estándar 5 mm)

Analyze (Analizar)

- Analizar datos para identificar causas raíz
- Herramientas estadísticas: regresión, ANOVA, Pareto
- Ejemplo: ¿Qué variable afecta defectos? ¿Temperatura horno? ¿Material defectuoso? ¿Operario sin entrenamiento?

Improve (Mejorar)

- Diseñar soluciones basadas en análisis
- Implementar cambios (cambiar temperatura, mejorar procedimiento, entrenar)
- Validar que mejora funciona (medir de nuevo, confirmar reducción)

Control (Controlar)

- Implementar sistema de control para mantener mejora
- Monitoreo continuo (mediciones periódicas)
- Procedimiento estandarizado para que mejora no se revierte

Herramientas Estadísticas

Gráficos de Control

Método para monitoreo en tiempo real:

- Gráfico con línea central (media proceso) y límites de control (típicamente ± 3 desv. estándar)
- Plotear mediciones periódicas
- Si punto cae fuera límites o hay tendencia, proceso está "fuera de control"

Acción: Investigar qué cambió e intervenir.

Design of Experiments (DOE)

Técnica para identificar variables que más afectan resultado:

- Variar sistemáticamente variables (ej: temperatura, presión, concentración)
- Medir resultado (defectos, tiempo, calidad)
- Estadísticamente determinar qué variable tiene mayor impacto

Beneficio: No adivinanza, basado en datos.

8.3 SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRADOS

Integración de Sistemas

Empresa moderna integra múltiples normas:

- **ISO 9001:** Gestión de calidad
- **ISO 14001:** Gestión medioambiental
- **ISO 45001:** Seguridad y salud laboral
- **ISO 50001:** Gestión de energía

Objetivo: Integrar en un único sistema en lugar de 4 separados.

Beneficios:

- Procedimientos compartidos (no-conformidad usada para calidad, ambiente, seguridad)
- Simplificación (menos documentación redundante)
- Auditorías integradas (un auditor revisa múltiples normas)
- Cultura unificada (todos orientan a calidad, ambiente, seguridad simultáneamente)

Sistemas ERP (Enterprise Resource Planning)

Sistemas de información integrados que conectan todas las funciones de empresa:

Funciones Integradas:

- **Producción:** MRP, ordenes, inventarios
- **Compras:** Solicitudes de compra, órdenes a proveedores, recepción
- **Finanzas:** Facturas, pagos, presupuestos, contabilidad
- **Logística:** Movimientos de material, despachos, seguimiento
- **RRHH:** Nóminas, asistencia, evaluaciones
- **Calidad:** Inspección, no-conformidades

Ventaja: Datos integrados. Cuando se registra entrada de material en inventario, simultáneamente se actualiza contabilidad, se calcula coste, se dispara alerta de capacidad almacén.

Ejemplos: SAP, Oracle, Microsoft Dynamics.

Indicadores de Desempeño (KPI)

Métricas para evaluar si operaciones van bien:

Calidad:

- % de conformidad (productos sin defecto vs. total)
- DPMO (defectos por millón de oportunidades)
- Número de reclamaciones clientes

Plazo:

- % de entregas a tiempo
- Lead time promedio
- Tiempo de ciclo de producción

Coste:

- Coste por unidad de producción
- Eficiencia de mano de obra
- Tasa de utilización de capacidad

Seguridad:

- Tasa de accidentes
- Días perdidos por accidente

Medioambiente:

- Toneladas de CO₂ emitidas
- % de residuos reciclados
- Consumo de energía por unidad producida

Importante: Cada KPI debe estar alineado con estrategia de empresa. No medir todo, medir lo que importa.

RESUMEN COMPARATIVO DE LAYOUTS

Característica	Por Posición Fija	Por Proceso	Por Producto	Celular
Producto	Fijo	Móvil, ruta variable	Móvil, ruta fija	Móvil, ruta fija por familia
Flexibilidad	Máxima	Alta	Baja	Media-Alta
Eficiencia	Baja	Media	Alta	Media-Alta
Inventario WIP	Bajo	Alto	Bajo	Medio
Lead time	Largo	Largo	Corto	Corto
Automatización	Baja	Media	Alta	Alta
Complejidad	Alta	Alta	Baja	Media
Inversión inicial	Alta	Baja-Media	Muy Alta	Media-Alta

RESUMEN COMPARATIVO DE ESTRATEGIAS PLANIFICACIÓN AGREGADA

Estrategia	Producción	Inventario	Costes Laborales	Costes Totales
Level Production	Constante	Alto	Bajo (estable)	Medio-Alto
Chase Demand	Variable	Bajo	Alto (cambios)	Medio-Alto
Mixta (Recomendada)	Semivariable	Medio	Medio	Bajo-Medio

RESUMEN MODELO EOQ

Concepto	Fórmula
Coste Total	$TC(Q) = \frac{D}{Q} \times Co + \frac{Q}{2} \times Ch + D \times C$
EOQ	$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times Co}{Ch}}$
Número Pedidos/año	$\frac{D}{EOQ}$
Inventario Promedio	$\frac{EOQ}{2}$
Punto de Reorden	$ROP = D \times LT$ (sin variabilidad)

Punto de Reorden	$ROP = D \times LT + SS$ (con variabilidad)
Seguridad Stock	$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT}$

RESUMEN LEAN MANUFACTURING

Concepto	Descripción	Herramienta
Muda	8 tipos de desperdicio a eliminar	VSM, Kaizen
Kaizen	Mejora continua incremental	PDCA
JIT	Material justo a tiempo	Pull System
5S	Organización puesto trabajo	Estandarización
SMED	Reducir setup tiempo	Análisis de movimientos

RESUMEN SIX SIGMA

Fase	Actividad	Herramientas
Define	Identificar problema y objetivos	Voice of Customer
Measure	Recolectar datos baseline	Medición precisa, MSA
Analyze	Identificar causas raíz	Regresión, ANOVA, Pareto
Improve	Implementar soluciones	DOE, Piloto
Control	Mantener mejora	Gráficos control, SOP



TEMA 9

TEMA 9. GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LAS OPERACIONES

9.1 CONCEPTO Y DIMENSIONES DE LA TECNOLOGÍA

Concepto de Gestión Tecnológica

La gestión de la tecnología en la empresa es la **aplicación de un conjunto de prácticas que permite establecer una estrategia en materia de tecnología congruente con sus planes de negocio.**

Definición de Tecnología (Koontz y Wehrich, 1998):

Tecnología es la "suma total de conocimiento sobre la manera de hacer las cosas". Comprende:

- Equipos informáticos y software
- Maquinaria de línea de producción
- Funciones de planificación, programación, control de procesos
- Presupuestos, encuestas de mercado
- Selección de personal, formación de plantilla
- Etc.

Importancia Estratégica:

Empresa con productos/procesos de alto peso tecnológico requiere:

- **Alta competencia tecnológica** para mantener competitividad
- **Estrategia competitiva** clara en tecnología
- **Asignación eficiente de recursos** tecnológicos

Dimensiones de la Tecnología

La tecnología se clasifica por su nivel de madurez y relevancia estratégica:

1. Tecnología Básica

- Tecnología madura, establecida hace años
- Bien conocida en el sector
- Bajo diferencial competitivo (todos tienen acceso similar)
- Objetivo: Reducir costes, estandarizar
- Ejemplo: Máquinas de producción convencionales

2. Tecnología Moderada

- Tecnología en fase de crecimiento
- Todavía hay mejoras significativas posibles

- Proporciona ventaja competitiva moderada
- Objetivo: Optimizar, mejoras incrementales
- Ejemplo: Sistemas de control automatizados

3. Tecnología Clave

- Tecnología crítica para la estrategia competitiva
- Proporciona ventaja competitiva diferencial
- Empresa debe controlar y desarrollar
- Alto impacto en costes, calidad, plazo
- Ejemplo: Procesos patentados, know-how específico

4. Tecnología Emergente

- Tecnología nueva, en fase embrionaria
- Potencial futuro alto pero incierto
- Puede ser disruptiva
- Requiere vigilancia y posible inversión anticipada
- Ejemplo: IA aplicada a optimización de procesos, fabricación 3D

Tipos de Empresas Según Posición Tecnológica

Empresas Usuarias de Tecnología

- Adquieren y adaptan tecnología existente
- Típico de PyMEs, empresa de servicios
- Foco: Aplicar tecnología de forma eficiente
- Riesgo: Quedar rezagadas si no vigilan evolución

Empresas Generadoras de Tecnología

- Desarrollan nuevas tecnologías internamente
- Típico de grandes empresas, sector de alta tecnología
- Inversión significativa en I+D
- Riesgo: Alto coste, posibilidad de fracaso

Actores en Desarrollo de Nuevas Tecnologías (Bateman y Snell, 2005)

En empresa que desarrolla nuevas tecnologías participan:

1. **Empresario (Entrepreneur)**

- Visión estratégica, identify oportunidades tecnológicas
- Toma decisiones de inversión/apuesta
- 2. Innovador Técnico**
 - Experto técnico, diseña y desarrolla solución
 - Convierte idea en prototipo/producto
- 3. Responsable del Producto**
 - Gestiona ciclo de vida del producto
 - Vínculo entre técnica y mercado
- 4. Responsable Ejecutivo**
 - Asegura viabilidad financiera
 - Moviliza recursos

9.2 OBJETIVOS Y PLAN TECNOLÓGICO

Objetivos de la Gestión Tecnológica

La empresa con gestión tecnológica clara persigue:

- 1. Integrar la gestión tecnológica a la estrategia de empresa**
 - Tecnología no es fin, es medio para objetivos estratégicos
 - Alineación vertical de objetivos tecnológicos con objetivos empresariales
- 2. Vigilar los avances tecnológicos (Auditorías)**
 - Monitoreo continuo de evolución tecnológica sector
 - Identificar nuevas tecnologías emergentes
 - Benchmarking con competidores
- 3. Seleccionar la tecnología adecuada para aumentar cadena de valor**
 - Evaluar qué tecnologías son críticas
 - ROI (Retorno en Inversión) de cada tecnología
 - Make-or-buy decisión (desarrollar internamente vs. comprar)
- 4. Impulsar la innovación**
 - Crear cultura de innovación en la organización
 - Inversión en I+D
 - Colaboración con proveedores, universidades, centros de investigación
- 5. Proteger el know-how de la empresa**

- Propiedad intelectual (patentes, modelos de utilidad, secretos industriales)
- Derechos de autor, marcas
- Acuerdos de confidencialidad

6. Fomentar la relación con universidades e institutos

- Acceso a investigación de vanguardia
- Recrutamiento de talento joven
- Transferencia de conocimiento bidireccional

El Plan Tecnológico - Proceso de Gestión

El plan tecnológico es un proceso cíclico con **6 actividades principales**:



1. INVENTARIAR

Conocer exhaustivamente:

- **Tecnologías utilizadas por la empresa:** Mapear todas (máquinas, software, procesos, métodos)
- **Tecnologías disponibles a nivel global:** Qué existe en el mercado, en el sector
- **Tecnologías aplicables a nuestro proceso productivo:** Qué es relevante para nosotros

- **Cuantificar patrimonio tecnológico propio vs. competidores:** Evaluación comparativa

Herramientas:

- Auditoría tecnológica interna
- Análisis de competencia
- Mapas tecnológicos

2. VIGILAR

Realizar seguimiento sobre:

- **Evolución de nuevas tecnologías:** Qué está cambiando en el sector
- **Organizar fuentes de información de la empresa:** Sistemas de inteligencia competitiva
- **Evolución de los competidores:** Qué tecnologías adoptan nuestros rivales
- **Valorar impacto de evolución tecnológica en nuestra empresa:** Amenazas y oportunidades
- **Seguimiento de normativas nacionales-internacionales:** Regulaciones que afectan tecnologías

Ejemplo: Empresa de automoción vigila evolución de tecnología eléctrica (baterías, motores eléctricos), vehículos autónomos, normativa medioambiental de emisiones.

3. EVALUAR

Realizar análisis de:

- **Competitividad y potencial tecnológico propio:** Matriz FODA de capacidades
- **Análisis DAFO (SWOT):** Fortalezas (qué tecnologías dominamos), Debilidades (qué nos falta), Oportunidades (tecnologías emergentes), Amenazas (tecnologías de competidores)
- **Estudiar estrategias de innovación:** Decisión entre innovación radical vs. incremental, desarrollar internamente vs. adquirir
- **Posibilidad de futuras alianzas tecnológicas:** Joint ventures, licencias, acuerdos de transferencia

4. ENRIQUECER

Diseñar estrategias de desarrollo:

- **Estrategias de I+D:** Cuánto invertir, en qué tecnologías
- **Importancia de tecnologías emergentes, clave y moderadas:** Decidir en cuáles enfocarse
- **Definir estrategia de adquisición:** Qué tecnologías comprar a terceros

- **Proyectos conjuntos o alianzas (Joint Venture):** Asociarse con otros para co-desarrollar
- **Estrategia de financiamiento:** Presupuesto, fuentes de fondos (fondos propios, subsidios, capital riesgo)

5. ASIMILAR Y ACTUAR

Implementar la tecnología:

- **Programas de capacitación:** Personal debe aprender a usar nueva tecnología
- **Documentación tecnológica de la empresa:** Manuales, procedimientos, know-how
- **Desarrollar tecnologías específicas a partir de genéricas:** Adaptar tecnología comprada a contexto propio
- **Gestionar recursos eficientemente:** Asignación de presupuesto, personal, tiempo

6. PROTEGER

Salvaguardar el know-how:

- **Políticas de propiedad intelectual:** Definir qué se protege
- **Patentes:** Protección técnica de invenciones (duración: 20 años)
- **Modelos de utilidad:** Protección de pequeñas mejoras técnicas
- **Derechos de autor:** Documentación, software
- **Marcas:** Protección de identidad comercial
- **Derechos industriales, acuerdos, secretos comerciales:** Cláusulas de confidencialidad con empleados, proveedores, socios

9.3 LA POSICIÓN TECNOLÓGICA DE LA EMPRESA

Posicionamiento Estratégico

La empresa debe **controlar conscientemente su posición tecnológica:**

Debe CONTROLAR:

- Todas sus tecnologías CLAVE (críticas para competitividad)
- Objetivo: No depender exclusivamente de terceros en tecnologías diferenciadores

Debe CONOCER:

- Al menos UNA de las tecnologías EMERGENTES existentes en el sector
- Objetivo: No quedar completamente sorprendida por cambios disruptivos
- Vigilancia de posibles "next big things"

Debe REDUCIR (selectivamente):

- Su apoyo a tecnologías BÁSICAS
- Objetivo: No gastar recursos en tecnologías maduras donde no hay diferencial
- Pasar a proveedores especializados

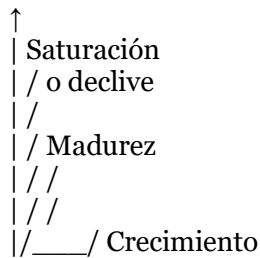
Debe EVITAR:

- Tecnologías EMERGENTES que requieran largos períodos de desarrollo
- Objetivo: No bloquear recursos en apuestas inciertas y lejanas
- Excepto si es core business

Ciclo de Vida de la Tecnología (Curva S)

Las tecnologías siguen un ciclo de vida típico:

Rendimiento



Embrionaria o emergente

↓ _____ → Tiempo

Fases del Ciclo:

1. Embrionaria/Emergente:

- Tecnología muy nueva, performance bajo
- Alto potencial de mejora
- Gran incertidumbre
- Pocos usuarios
- *Oportunidad:* Primera mover, diferencial alto si triunfa
- *Riesgo:* Puede fracasar o ser superada

2. Crecimiento:

- Performance mejora rápidamente
- Adopción acelerada
- Competencia crece (nuevos actores entran)
- Curva S: aceleración de mejora
- *Estrategia:* Invertir para ganar mercado

3. **Madurez:**

- Performance se estabiliza
- Tecnología ampliamente adoptada
- Competencia intensa
- Mejoras incrementales (marginal improvements)
- Curva S: desaceleración
- *Estrategia:* Optimizar costes, defender cuota

4. **Saturación/Declive:**

- Performance toca techo
- Nuevas tecnologías comienzan a emerger
- Adopción decae
- *Estrategia:* Reducir inversión, migrar a nuevas tecnologías

Implicación para la Empresa:

La empresa debe tener un **portfolio balanceado** de tecnologías en diferentes fases:

- Algunas básicas/maduras para generar cash flow
- Algunas clave en fase de crecimiento para ganar posición
- Algunas emergentes para futuro
- Evitar apostar todo en una sola fase

9.4 PROCESO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Concepto de Innovación

Nelson (1974) define innovación como:

"Cambio que requiere un considerable grado de imaginación, constituye una ruptura relativamente profunda con las formas establecidas de hacer las cosas y con ello crea fundamentalmente nueva capacidad"

Vs. Invención:

- **Invención:** Descubrimiento científico, algo radicalmente nuevo
- **Innovación:** Aprovechamiento comercial y aplicación práctica de una invención o mejora

Ejemplo: El transistor fue **invención** (Bell Labs, 1947). Su aplicación masiva en electrónica, telecomunicaciones, computadoras fue **innovación**.

Tipos de Innovación Tecnológica

1. Por su Origen:

Innovación Radical

- Ruptura completa con métodos anteriores
- Crea nuevo mercado o transformación profunda
- Alto riesgo, alto reward potencial
- Ejemplo: Computadora personal (vs. mainframes), smartphone (vs. teléfonos móviles tradicionales)

Innovación Incremental

- Mejoras significativas a tecnología existente
- Se construye sobre base establecida
- Menor riesgo
- Ejemplo: Mejora de batería de Li-ion, eficiencia de motor eléctrico

2. Por su Enfoque: Producto vs. Proceso

Innovación de Producto

- Nuevo o mejorado producto ofrecido al mercado
- Directa: nuevo producto final (ej: smartphone)
- Indirecta: componente o tecnología que mejora otros productos (ej: pantalla OLED)

Innovación de Proceso

- Nuevos o mejorados procesos productivos
- Nuevos procesos desde cero (ej: cadena de montaje automática)
- Modificación de existentes mediante nuevas tecnologías
- **Objetivo principal:** Reducción de costes, mejora de calidad, reducción de lead time

3. Productos Mejorados vs. Productos Innovadores

Productos Mejorados:

- Demanda del mercado es conocida y predecible
- Rápido reconocimiento y aceptación del mercado
- Fácilmente adaptables a ventajas existentes
- Reacción imitativa de competencia previsible
- Encajan en actual segmentación del mercado
- Menor riesgo de fracaso

Productos Innovadores:

- Demanda potencial grande pero poco predecible
- Elevado riesgo de fracaso
- Requiere políticas de marketing, distribución y ventas exclusivas
- Demanda puede no coincidir con previsiones históricas
- Necesaria educación de consumidores
- Mayor riesgo pero mayor reward potencial

Características del Proceso Innovador

La **innovación es un proceso global**, no solo técnico:

La innovación se traduce en:

1. **Renovación y ampliación de la gama de productos/servicios**
 - Nuevos SKUs (Stock Keeping Units)
 - Nuevas líneas de negocio
2. **Renovación y ampliación de los procesos productivos**
 - Nuevas máquinas, equipos
 - Nuevos métodos
3. **Cambios en la organización y en la gestión**
 - Estructura organizativa debe adaptarse
 - Procesos de toma de decisión evolucionan
4. **Cambios en las cualificaciones de los trabajadores**
 - Necesidad de formación
 - Nuevas habilidades requeridas

Importancia:

La innovación NO incluye solo la **invención** (descubrimiento técnico), incluye también:

- Explotación técnica (desarrollo)
- Explotación comercial (marketing, ventas, distribución)
- Implementación organizativa

9.5 GLOBALIZACIÓN E INNOVACIÓN EMPRESARIAL

Efectos de la Globalización en Gestión de Innovación

Cambios en Entorno:

1. Inoperancia de las fronteras políticas

- Competencia viene de cualquier parte del mundo
- Oportunidades de mercado global

2. Tecnología y globalización crecientes

- Internet, telecomunicaciones permiten colaboración remota
- Transfer de tecnología a distancia

3. Crecimiento de red de telecomunicaciones

- Información fluye instantáneamente
- Vigilancia tecnológica más fácil pero competencia más rápida

4. Gran número de alianzas

- Joint ventures internacionales
- Colaboraciones universidad-empresa globales
- Transferencia de tecnología entre países

5. Competidores/Clientes en cualquier sitio

- Competencia global instantánea
- Ciclos de vida más cortos
- Presión para innovar continuamente

¿Es Posible la Autosuficiencia Tecnológica en la Empresa?

NO, por varios motivos:

1. Crecimiento número de disciplinas tecnológicas

- En cualquier proceso/producto moderno intervienen múltiples tecnologías
- Ejemplo: Smartphone requiere: semiconductores, física óptica, ciencia de materiales, software, telecomunicaciones, diseño UX, etc.

2. Velocidad de avances tecnológicos crece

- Ciclos de innovación más cortos
- Imposible estar adelante en TODO

3. Mayor papel de la ciencia en desarrollos tecnológicos

- Necesidad de investigación científica profunda
- Requiere centros de investigación especializados

4. Laboratorios e instrumental cada vez más complejo y costoso

- Equipamiento I+D muy caro

- Cada vez más se externaliza el proceso

Conclusión: Empresa moderna debe tener **open innovation model:**

- Desarrollar internamente en tecnologías clave
- Comprar/alianzarse en otras
- Colaborar con universidades
- Trabajar con proveedores y partners

Gestión Empresarial de la Innovación en Contexto Global

Estrategias:

1. **Adquisición internacional de conocimientos**
 - Buscar proveedores de tecnología en todo el mundo
 - Licencias de patentes extranjeras
2. **Aprendizaje de las innovaciones "locales"**
 - Adaptaciones regionales pueden ser valiosas
 - Reverse engineering, benchmarking
3. **Contratos con universidades**
 - Acceso a investigación
 - Recrutamiento de investigadores
4. **Colaboración con PyMEs tecnológicas, laboratorios, startups**
 - Empresas pequeñas ágiles innovando
 - Incubadoras de startups
5. **Gestión de recursos naturales/cuotas**
 - Acceso a materias primas críticas
 - Acuerdos de suministro
6. **Acuerdos tecnológicos entre empresas**
 - Joint ventures
 - Consorcio de I+D
 - Pools de patentes

Estrategia Tecnológica Alineada con Estrategia de Negocio

Factores Comerciales → Estrategia de Empresa → Estrategia Tecnológica ← Factores Tecnológicos

↓↓

Mercado Tecnología disponible
Clientes Competencias internas
Competencia Proveedores
Demanda Evolución tecnológica

No es posible tener estrategia tecnológica aislada de la estrategia empresarial.

Pregunta fundamental: ¿A QUE SE DEDICA MI EMPRESA? ¿CUÁL DEBE SER MI ESTRATEGIA PARA SER COMPETITIVO?

Respuesta define qué tecnologías son clave, cuál debe ser inversión en I+D, qué asociaciones buscar.



TEMA 10

TEMA 10. HERRAMIENTAS SMART EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

10.1 LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES

De la Industria 1.0 a la Industria 4.0

La industria ha experimentado transformaciones profundas:

Primera Revolución Industrial (1800s)

- **Concepto:** Introducción de equipos de producción mecánicos impulsados por agua y vapor
- **Máquina símbolo:** Telar mecánico (1874)
- **Impacto:** Transición de producción artesanal a mecanizada
- **Cambio:** Velocidad y escala de producción aumentan dramáticamente
- **Grado de complejidad:** Bajo (máquinas mecánicas simples)

Segunda Revolución Industrial (1900s)

- **Concepto:** Producción en masa gracias al concepto de división de tareas (taylorismo) y uso de energía eléctrica
- **Máquina símbolo:** Cinta transportadora (Matadero de Cincinnati, 1870s / Ford, 1910s)
- **Impacto:** Estandarización, volúmenes masivos, reducción de costes
- **Cambio:** Nace la manufactura moderna, assembly lines
- **Grado de complejidad:** Medio

Tercera Revolución Industrial (1970s-1980s)

- **Concepto:** Uso de electrónica e informática para automatizar procesos productivos
- **Máquina símbolo:** Controlador Lógico Programable (PLC), 1969
- **Impacto:** Automatización de tareas repetitivas, flexibilidad aumenta, posibilidad de cambiar productos programando máquinas
- **Cambio:** Robots, CNC (máquinas de control numérico), sistemas informáticos
- **Grado de complejidad:** Alto

Cuarta Revolución Industrial - Industria 4.0 (2010s-presente)

- **Concepto:** Sistemas ciber-físicos (CPS), IoT, Big Data, Inteligencia Artificial
- **Pilar fundamental:** Los sistemas NO son autónomos aislados, sino **CONECTADOS E INTELIGENTES**
- **Impacto:** Fábrica inteligente que se auto-optimiza, toma decisiones descentralizadas, aprende de datos

- **Cambio:** De automatización a *inteligencia*; de datos aislados a *Big Data y Analytics*; de máquinas independientes a *ecosistema conectado*
- **Grado de complejidad:** Muy alto

10.2 LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Tres Aspectos Fundamentales de Industria 4.0

1. SENSÓRICA (Extensión a cualquier elemento)

- Sensores en máquinas, productos, almacenes, transportes, incluso en ambiente
- **IoT (Internet of Things):** Cualquier objeto puede estar conectado y transmitir datos
- *Ejemplo:* Máquina de inyección con sensor de temperatura, presión, vibraciones; Pallet con RFID; Producto final con código de rastreabilidad

2. DATOS (Almacenamiento masivo y disponible)

- Cloud computing permite almacenar volúmenes enormes
- Big Data: conjuntos de datos muy grandes que anteriormente eran inmanejables
- Accesibilidad: datos disponibles en tiempo real a quienes los necesitan
- *Ejemplo:* Histórico de 10 años de producción de máquina accesible para análisis

3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (Gestión de los datos)

- Machine learning: sistemas que aprenden patrones de datos
- Predictive analytics: predecir fallos, demanda, calidad
- Optimización automática: sistemas que se ajustan solos
- Decisiones descentralizadas: máquinas/sistemas pueden tomar decisiones sin esperar aprobación central
- *Ejemplo:* Sistema que predice fallo de máquina una semana antes; algoritmo que ajusta parámetros de proceso automáticamente

Algunos Avances Clave

Vehículos Autónomos

- Sensores (cámaras, lidar, radar)
- Procesamiento en tiempo real
- Toma de decisiones sin conductor
- Aplicación: Transporte interno de fábrica, logística

Robots Colaborativos

- Robots que trabajan al lado de humanos (sin jaula de seguridad)
- Inteligencia artificial permite entender intenciones del humano
- Mayor seguridad y flexibilidad
- Aplicación: Montaje, manipulación

Impresión 3D

- Fabricación aditiva (construir por capas)
- Flexibilidad: cada pieza puede ser diferente sin cambio de molde
- Aplicación: Prototipado rápido, fabricación de componentes complejos

Big Data y Análítica

- Análisis de grandes volúmenes de datos para insights
- Identificar patrones, optimizar procesos, predecir
- *Ejemplo:* Analizar 5 años de datos de fallos de máquinas para identificar causa raíz

Personalización del Producto (Batch Size One)

- Fabricar cada unidad exactamente como cliente desea
- Sin aumento significativo de coste
- Ejemplo: Coche con especificaciones únicas, lote de 1 pieza

10.3 EL ENTORNO ACTUAL: OPORTUNIDADES Y PRESIONES

Mercado Enfocado a Compradores (Pull vs. Push)

Cambio de Paradigma:

- **Antes (Manufactura 3.0):** Empresa decide qué producir, luego vende (PUSH)
- **Ahora (4.0):** Clientes definen exactamente qué quieren, empresa produce bajo demanda (PULL)

Extremo: Batch Size One

- Producto se ofrece tan individualizado como quiera el cliente
- Sin apreciable aumento de coste para empresa
- Mayor satisfacción para cliente
- Requiere: Flexibilidad extrema, sistemas automáticos de configuración, entregas rápidas

Flexibilidad Demandada por Compradores

- Mercado exige cambios rápidos en productos

- Ciclos de vida más cortos
- Modas, preferencias cambian rápidamente
- **Implicación:** Máquinas y procesos deben ser configurables rápidamente

Descentralización de Decisiones

- Procedimientos de toma de decisión deben ser más rápidos
- Esperar aprobación de nivel superior = demasiado lento
- **Implicación:** Reducción de jerarquías, empoderamiento de niveles más bajos, sistemas que deciden solos

Mayor Eficiencia de Recursos

- Escasez de recursos naturales (agua, energía, materias primas)
- Presión por sostenibilidad (regulaciones, opinión pública)
- Mayor coste de recursos
- **Implicación:** Minimizar desperdicios, reciclar, usar menos energía, circular economy

10.4 ¿QUÉ ESTÁ CAMBIANDO EN LA INDUSTRIA?

Mayor Mecanización y Automatización

- No solo automatización simple, sino asistencia inteligente
- Ayudas para complementar trabajo físico humano
- Versatilidad de centros de trabajo
- Optimización de fabricación mediante IA
- *Ejemplo:* Robot colaborativo que "entiende" qué pieza necesita operario

Digitalización e Interconexión

- **Crecimiento exponencial de actores y sensores**
- Número de dispositivos conectados crece exponencialmente
- Cada uno registra datos para control y análisis
- **Redes:** De máquinas aisladas a ecosistema conectado
- *Impacto:* Visibilidad total del proceso, posibilidad de optimización global

Miniaturización

- Tamaño de dispositivos (ordenadores, servidores, sensores) sigue decreciendo
- Facilita implantación en nuevos campos de aplicación

- *Ejemplo:* Sensor de vibración microscópico en cojinete de máquina

Acortamiento de Períodos de Desarrollo

- **Modelado y simulación:** Diseño virtual antes de fabricar
- **Laboratorios digitales:** Pruebas en software antes de hardware
- **Resultado:** Producto más fiable y cercano al final
- **Impacto:** Reducción de tiempo, coste y riesgo de desarrollo
- *Ejemplo:* Simular 1000 ciclos de máquina en ordenador en minutos vs. semanas en taller

10.5 LA INTELIGENCIA DE INDUSTRIA 4.0

Cuatro Pilares: Soluciones/Máquinas/Fábrica/Servicios Inteligentes

1. SOLUCIONES/PRODUCTOS INTELIGENTES

Productos que disponen de:

- Conectividad (IoT, WiFi, Bluetooth, 5G)
- Electrónica integrada
- Software/algoritmos
- Capacidad de comunicarse, aprender, adaptarse

Ejemplos:

- Dispositivo médico que transmite datos al hospital
- Máquina industrial que reporta su estado de salud
- Frigorífico inteligente que avisa cuando falta leche

2. MÁQUINAS AUTÓNOMAS (M2M - Machine to Machine)

Máquinas que:

- Se comunican entre ellas (sin intervención humana)
- Interactúan con humanos de forma inteligente
- Toman decisiones descentralizadas (sin esperar servidor central)
- Autogestión de operaciones
- Requieren atención humana solo para mantenimiento
- *Ejemplo:* Célula de producción que reordena componentes automáticamente, avisa de mantenimiento preventivo

3. FÁBRICA INTELIGENTE (Smart Factory)

Sistema integrado de:

- Sistemas Ciber-Físicos (CPS): máquinas inteligentes
- Control de calidad automático en tiempo real
- Trazabilidad completa de productos
- Autooptimización (el sistema ajusta parámetros solo)
- Interfases inteligentes (humano-máquina)
- Intercambio de datos automático
- *Resultado:* Fábrica que "sabe" qué está pasando y se ajusta sola

4. SERVICIOS INTELIGENTES (Smart Services)

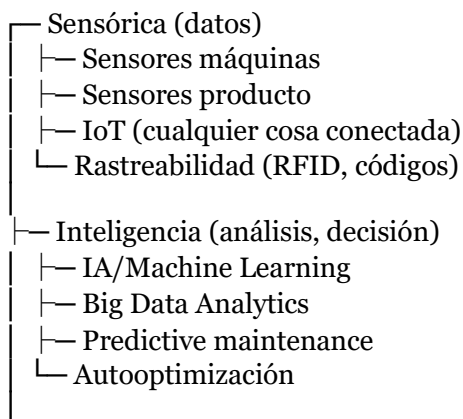
Servicios derivados de:

- Comunicación con fabricantes (remote monitoring)
- Comunicación con clientes
- Gran cantidad de datos (Big Data)
- Análisis de datos (analytics)
- Optimización del modelo de negocio

Ejemplos:

- Mantenimiento predictivo (servicio de reparación antes de que falle)
- Condition monitoring (servicio de monitoreo de máquina)
- Online services (servicios remotos al cliente)
- Circular economy services (reciclaje de productos al final de vida)

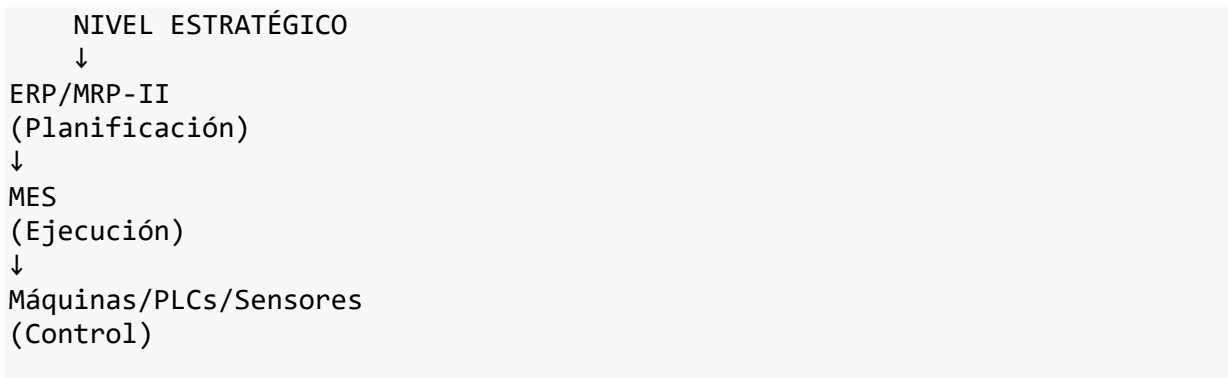
Componentes Clave de Smart Factory



- └─ Conectividad (comunicación)
 - └─ M2M (máquina-máquina)
 - └─ Redes (WiFi, 5G, industrial)
 - └─ Cloud computing
 - └─ Intercambio de datos
- └─ Automatización (acción)
 - └─ Robots colaborativos
 - └─ Sistemas autónomos
 - └─ Máquinas CNC inteligentes
 - └─ AGV (vehículos guiados autómatas)

10.6 MES VS. ERP: SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN FÁBRICA

Jerarquía de Sistemas (Pirámide de Automatización)



MRP-ERP (Enterprise Resource Planning)

Función: Planificación de la empresa a nivel agregado y financiero

Módulos Principales:

- Gestión del inventario (stocks de materias primas, productos)
- Plan maestro de producción (MPS)
- Lanzamiento de órdenes de compra/fabricación
- Gestión de órdenes de venta
- Contabilidad general, cuentas a cobrar/pagar
- Facturación
- Análisis de estructura de fabricación
- Definición de rutas y plazos

Horizonte Temporal: Planeamiento a mediano/largo plazo (semanas, meses)

Información: Agregada (no detalle de cada máquina)

Ejemplo: ERP dice "Producir 1000 unidades de producto X en mes de marzo". No dice dónde exactamente ni cuándo.

Manufacturing Execution System (MES)

Función: Orquestar y monitorizar ejecución DIARIA/HORARIA de producción

Características Clave:

El MES es software que permite:

- **Secuenciación** de actividades de producción (orden exacto en que se hacen)
- **Monitorización** de tareas en curso (WIP - Work in Progress)
- **Recogida automática de datos** en tiempo real (de máquinas, sensores)
- **Gestión documental** (trazabilidad de lotes, recetas, configuraciones)
- **Análisis del rendimiento** de procesos (efficiency, utilización)
- **Control de calidad** automatizado (inspecciones, desviaciones)
- **Propuestas de mejora** (recomendaciones de optimización)
- **Tareas de mantenimiento** (preventivo, correctivo)
- **Asignación de tareas** al personal

Información Detallada:

El MES maneja información mucho más detallada que ERP:

- Líneas de producción específicas
- Máquinas individuales (estado, eficiencia)
- Lotes que se producen (identificación única, rastreabilidad)
- Trazabilidad (qué componentes en qué producto)
- Calidad (inspecciones, no-conformidades)
- Desviaciones vs. plan (alertas en tiempo real)

Horizonte Temporal: Ejecución en tiempo real a corto plazo (horas, minutos)

Conexión MES-ERP:

- **ERP define Qsoso:** Plan de producción (qué, cuándo, cuánto)
- **MES define CÓMO:** Detalles de ejecución (máquina específica, operario, secuencia exacta, control en tiempo real)

Ejemplo Integrado:

ERP: Producir 100 unidades producto X, semana del 15-21 marzo

↓ (detalla)

MES: Lunes 15: Máquina A produce 25 unidades, usando componentes lote #5432

Martes 16: Máquina B suelda, inspección en línea

Etc.

Beneficios del MES

1. **Visibilidad:** Saber exactamente qué está pasando ahora en la fábrica
2. **Respuesta rápida:** Detectar problemas al instante (no al día siguiente)
3. **Optimización:** Ajustar parámetros, secuencias en tiempo real
4. **Calidad:** Control automático durante proceso (no solo inspección final)
5. **Eficiencia:** Reducir tiempos de ciclo, mejorar utilización de máquinas
6. **Trazabilidad:** Rastrear productos desde componentes hasta entrega

MES en Era Industria 4.0

Con **Smart Factory**, MES evoluciona:

- Integración con sensores y máquinas inteligentes (datos automáticos)
- IA para optimización automática (sin intervención manual)
- Decisiones descentralizadas (máquinas ajustan solas)
- Análisis predictivo (predecir fallos, cuellos de botella)
- Interfaces inteligentes (recomendaciones automáticas)

CONCLUSIÓN Y RESÚMENES FINALES

Evolución Tecnológica en Operaciones

Tema 9: Gestión de Tecnología

- └─ Cómo la empresa adquiere, protege, innova

Tema 10: Industria 4.0 y Smart Systems

- └─ Qué tecnologías están transformando la manufactura

- └─ Sensórica + IoT (datos)

- └─ Big Data + IA (inteligencia)

- └─ Conectividad M2M (integración)

- └─ Automatización avanzada (acción)

Tabla Comparativa: Revoluciones Industriales

Aspecto	1.0 (1800s)	2.0 (1900s)	3.0 (1970s)	4.0 (2010s)
Tecnología clave	Vapor, mecánica	Electricidad, división tareas	Electrónica, PLC	IoT, IA, Big Data
Automatización	Mecánica simple	Producción en masa	Automatización programable	Sistemas inteligentes
Datos	Ninguno	Registros manuales	Datos digitales aislados	Big Data, conectado
Toma de decisiones	Manual	Centralizada	Programada	Inteligente, descentralizada
Flexibilidad	Baja	Baja	Media	Muy alta
Personalización	Artesanal lenta	Estandarización	Flexible	Batch size one
Complejidad	Baja	Media	Alta	Muy alta