

FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN

Sandra Mildred Valencia

EJE 3

Pongamos en práctica



Introducción	3
Diseño del sistema de producción	4
Campos de aplicación.	5
Método de aplicación	6
Maquinaria	6
Procesos.	7
Naturaleza del proceso	7
Secuencia del proceso.	8
Desarrollo del proceso.	8
Procesos básicos comunes	9
Procesos de servicio	9
Técnicas de análisis del proceso	10
Diseño de planta	13
Factores a considerar en el tamaño de planta	14
Métodos para determinar el tamaño de planta	15
Procedimientos para el cálculo del tamaño óptimo de planta	16
Tecnología del diseño de la producción	18
Tecnología de las operaciones	18
Tecnología de la producción	19
Tecnología en el sector servicios	20
Bibliografía	21

El diseño de las operaciones consiste en cómo mediante la optimización de los diferentes recursos que intervienen en un proceso de producción (recurso humano, capital, maquinaria, instalaciones, materiales, distribución de planta, herramientas, tecnología), se generan bienes y servicios que son entregados a satisfacción de los consumidores.

La importancia del óptimo diseño de las operaciones radica en que cada decisión que se tome en una parte de la operación repercute tanto en la administración del sistema como en el entorno operacional. Además, impacta en el mercado y permite llegar a este con productos o servicios que llenen las expectativas y las necesidades de los clientes, teniendo un sistema con alto nivel de innovación y creatividad en sus procesos, sobresaliendo así ante los competidores.

INTRODUCCIÓN

Diseño del sistema de producción



El sistema de producción va enfocado a la interrelación permanente con el entorno, en donde se obtienen servicios y productos mediante unas transformaciones de unas entradas (insumos), a cada una de estas transformaciones se les llama operaciones y las secuencias de estas se les llama procesos.

Por lo anterior desde el diseño del sistema de producción se deben tomar decisiones de tres tipos para el desarrollo de cada uno de los procesos para su buen funcionamiento, estas se dividen en:

- **Decisiones estratégicas:** son decisiones que afectan a la organización a largo plazo, que consiste en la organización de recursos, procesos y tecnología a utilizar en el sistema. Algunos ejemplos de estas decisiones son: **automatizar** los procesos, métodos de trabajo, distribución de la planta.
- **Decisiones de operación:** son decisiones que se toman una vez construido el diseño, algunos ejemplos son: decisión de retener, contratar o despedir personal, cantidad de materiales a utilizar, el proceso de gestión de compras, planificación del almacenamiento, etcétera.
- **Decisiones de calidad:** son decisiones que conllevan a los procesos hacia el mejoramiento continuo como son: cantidad de inspecciones a realizar, métodos estadísticos a utilizar, planes de **muestreo** convenientes.

Para el manejo de las estrategias anteriormente mencionadas, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

Campos de aplicación

Es el nivel de intervención del recurso humano en los procesos.

- **Sistema manual:** el proceso es realizado 100 % por el recurso humano, esto significa que únicamente se ayuda con herramientas y actividades artesanales.
- **Sistema de recurso humano y máquinas:** el proceso es realizado en 70 % por el recurso humano y 30 % por máquinas. Ejemplo de estos son los talleres de carpintería, metalmecánica, etcétera.
- **Sistema máquinas:** el proceso es manejado en 60 % por las máquinas, y en 40 % por el recurso humano. Ejemplo: empresas de confecciones y de calzado, etcétera.
- **Sistemas automáticos:** el proceso es realizado en 80 % por las máquinas y en 20 % por el recurso humano. Ejemplo: empresa de papel, químicas, etcétera.
- **Sistemas automatizados:** el proceso es realizado en 97 % por las máquinas y robots y en 3 % por el recurso humano. Ejemplo: algunas plantas de automóviles y construcción de aviones.



Automatizar

Aplicación de equipos y maquinaria en un proceso.

Muestreo

Selección específica de un grupo de cosas o personas para generar determinadas características.

Lo invito a que realice la actividad Pareo: Campos de aplicación de la producción según la intervención del recurso humano.

Método de aplicación

El método de aplicación conlleva a la variabilidad de resultados que queremos lograr con la fabricación del producto.

- Base física: se busca que la materia prima solamente cambia en su forma, a esto lo llamamos proceso de

elaboración (fabricación de calzado, por ejemplo).

- Base química: se busca que la materia prima cambie sus características, para convertirse en un producto final diferente, a este proceso lo llamamos transformación, por ejemplo, vidrio = hierro + carbón.
- Unión: enlace entre una pieza y otra a través de procesos de calor, presión, sujeción, a este proceso lo llamamos montaje o ensamble.

Maquinaria

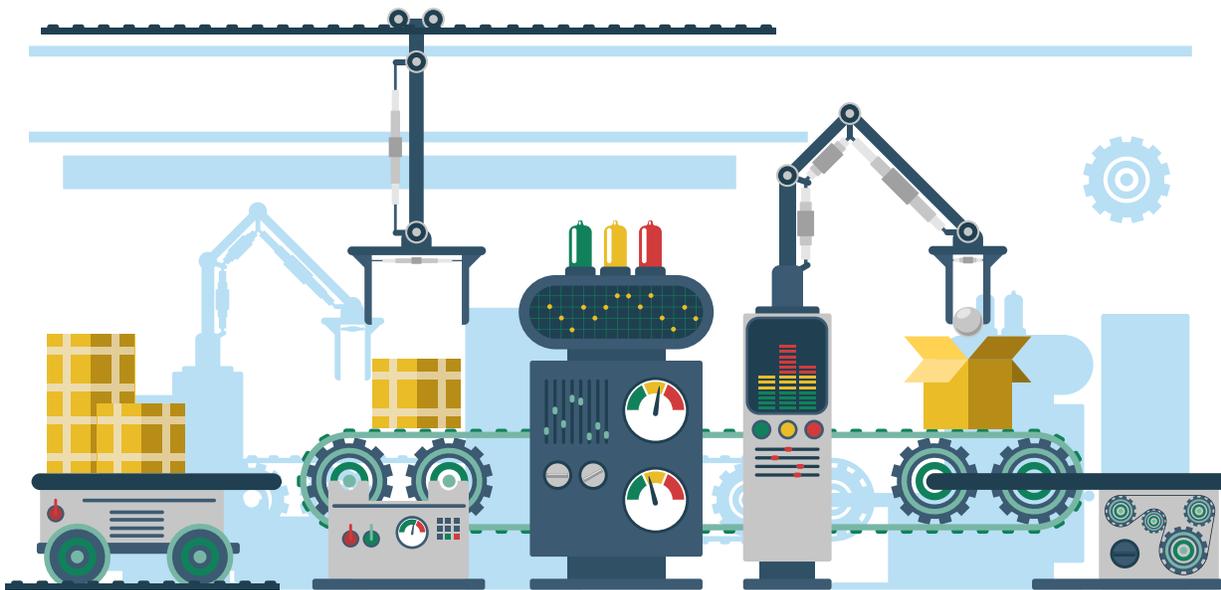


Figura 1.
Fuente: Shutterstock/524733736

La selección de la maquinaria nos define el método a trabajar, el tiempo de duración del proceso y el costo del mismo.

- **Estándar:** son máquinas utilizadas para varias operaciones con volumen de producción bajos. Este tipo de maquinaria ofrece flexibilidad en el sistema. *Ejemplo:* tornos, máquinas de coser, taladros, etcétera.

- **Especial:** son máquinas grandes, que requieren un buen espacio para su instalación, su costo es alto, no necesita mano de obra especializada, puede manejar altos volumen de producción, su grado de eficiencia es del 90 %. *Ejemplo:* embotelladoras, plantas siderúrgicas.
- **Automatizadas:** son máquinas de tipo estándar y especial, en las que se les incorpora control por computador para lograr mejor eficiencia del sistema.



Instrucción

Lo invito a que realice la actividad: Memonota "Diseño de producción", para reforzar lo que hemos visto hasta ahora.

Procesos

Los procesos son la manera de cómo se deben realizar las operaciones de tal forma que se **optimicen** los recursos del sistema. La importancia que tiene este se puede reflejar a corto y largo plazo teniendo en cuenta la satisfacción del cliente y la **eficiencia** en la **productividad**.

Este análisis de los procesos se debe realizar cuando:

- Se tienen modificaciones en el diseño de los productos.
- La competencia se encuentra adelante por sus cambios en tecnología o mejora de procesos.
- La empresa en sus estrategias realiza cambios en sus prioridades competitivas.
- La demanda del producto cambia.
- Se tienen problemas de calidad.



Optimicen

Buscar los mejores resultados viables de algo.

Eficiencia

Cumplir con un objetivo.

Productividad

Generar la producción de alguna cosa específica que conlleve al objetivo esperado.

Naturaleza del proceso

El proceso de producción se divide en dos:

- **Industrial:** está dado por la producción de productos intermedios y finales.
- **Servicios:** está dado por el resultado de una función productiva.

Secuencia del proceso

La secuencia de un proceso genera la manera cómo se hacen las actividades, maximizando los recursos del sistema.

- **Continuo:** se evidencia cuando los procesos se realizan de manera ininterrumpida desde el inicio del proceso hasta la obtención del producto final. El recurso humano puede tener un nivel de conocimiento bajo, por lo tanto, este tipo de secuencia requiere una muy buena preparación de la

materia prima y maquinaria que en este intervengan. *Ejemplo:* industria petrolera, química, cementos.

- **Serie:** en esta secuencia se puede trabajar por lotes y por turnos. Existe intervención del recurso humano en todo momento del proceso. *Ejemplo:* automotriz, confecciones, calzado.
- **Intermitente:** no se maneja una secuencia del proceso ni cuenta con un orden de las actividades y se requiere recurso humano especializado.

Desarrollo del proceso

El Desarrollo del proceso depende de la materia prima que se vaya a utilizar.

- **Analítico:** con una materia prima se puede obtener productos intermedios o finales. *Ejemplo:* leche, maíz, etcétera.

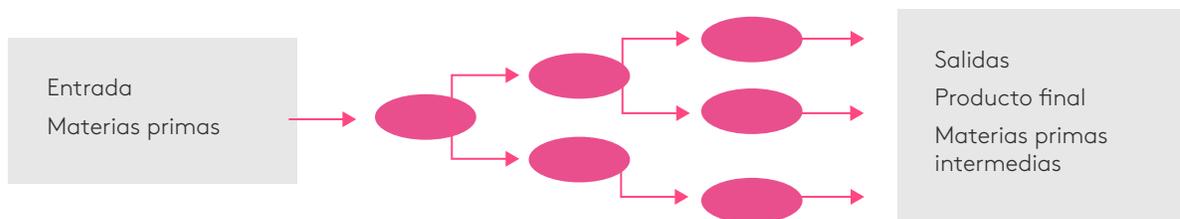


Figura 2.
Fuente: Bello (2009)

- **Sintético:** desde varias materias primas se obtiene un producto. *Ejemplo:* muebles, alimentos, textiles.

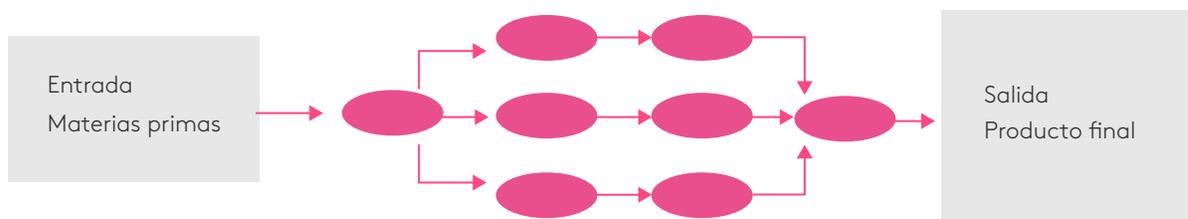


Figura 3.
Fuente: Bello (2009)

Procesos básicos comunes

Son los procesos que se pueden considerar como parte natural en la transformación o fabricación de toda la línea de producción y que van de acuerdo con los parámetros exigidos por los clientes.

- **Moldeo o formado:** es un proceso que nos ayuda a obtener la forma de la pieza que queremos, esto se logra a través de fundición, cortado, estirado, soldado, forjado.
- **Maquinado:** es un proceso que se logra con la ayuda de máquinas, sirve para completar la forma necesaria de una pieza determinada. Se puede lograr con el torno, taladro, cepillo, ultrasónico.
- **Acabado de superficie:** es un proceso que logra la presentación del producto sin ninguna partícula extraña a la misma, y comprende rectificado, pulido, lijado.
- **Tratamiento térmico:** es un proceso en donde se modifican las propiedades físicas del producto mediante templeado en fraguas, hornos o sopletes.
- **Proceso de unión:** es un proceso para el ensamble de piezas, como soldado, remachado, adherencia, sujeción y fijación.

Procesos de servicio

Un proceso de servicios consiste en la relación directa o indirecta con el cliente en donde el bien se consume una vez se recibe este.

Las variables que se tienen en cuenta para el desarrollo del proceso son:

- **Personas:** son el soporte esencial para su desarrollo.
- **Tecnología:** está dada por los equipos de hardware y software para el procesamiento de la información.
- **Información:** son todas las bases de datos, documentos, archivos que se transfieren de forma física o virtual.

Los aspectos que se tienen en cuenta para el diseño del servicio son:

- **Nivel de contacto,** este puede ser bajo, medio o alto dependiendo del contacto físico que se tenga con el cliente en el momento de la prestación del servicio.
- **Ubicación del servicio:** este aspecto tiene que ver con el lugar en donde se preste el servicio, puede ser:
 - **Instalación fija,** es decir se cuenta con un lugar fijo para prestar el servicio;
 - **Focalizado al cliente,** en donde el servicio se puede prestar en el sitio que el cliente lo requiere.
 - **Definición del cliente:** se debe conocer la tipología del cliente para poder ofrecer un servicio que supla todas sus necesidades.
- **Diferenciación del servicio:** es en este aspecto en donde se logra la competitividad en el negocio, prestando servicios que agreguen valor con res-

pecto al costo, al diseño, a la calidad y a procesos con tecnologías que redunden en la rapidez de entrega del servicio al cliente.

- **Portafolio:** contar con un portafolio completo de servicios en donde el cliente no tenga que buscar en otras empresas complementos que se le pueden ofrecer junto con el servicio principal hace que la empresa tenga más fuerza competitiva en comparación con otras de las mismas características.
- **Objetivo:** este debe satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes con servicios de calidad, confiabilidad y rapidez en sus procesos de desarrollo y entrega.

- **Infraestructura:** debe ser acorde con el servicio que se ofrece en cuanto a sus características, tecnologías, edificaciones, etcétera.
- **Sistema de retroinformación:** se utiliza a través de un sistema de información que de manera confiable dé respuesta oportuna al cliente cuando el servicio se encuentre fallando, generando estrategias que sobresalgan a la situación generada.
- **Sistema de evaluación:** consiste en generar métodos de evaluación y seguimiento al servicio prestado teniendo en cuenta la percepción y satisfacción del cliente.

Técnicas de análisis del proceso

Para el análisis del proceso se utilizan las técnicas de **diagramación** en donde se establece la secuencia de las actividades que en esta se desarrollan.

La **simbología** a utilizar en los diagramas de procesos son:

Para sistema de producción:

 Conector Punto de conexión entre procesos.	 Demora Cuando se genera un retraso en la secuencia de las operaciones.
 Transporte Movimiento de un material u objeto de un puesto de trabajo a otro.	 Almacenamiento Es la retención de un objeto o material, de manera temporal o definitiva.
 Inspección Revisión del producto con relación a estándares de calidad o parámetros de cantidad.	



Diagramación

Representación gráfica de un objeto o proceso.

Simbología

Representación de acciones o pasos en un proceso.

Figura 4.
Fuente: propia

Para sistema de operaciones (servicios):

 Proceso	Proceso: actividades a realizar.	 Multidocumento	Conjunto de documentos que se relacionan en una o varias actividades.
 Conector	Punto de conexión entre procesos.	 Decisión	Punto de interrogación en donde se obtiene la respuesta de sí o no.
 Retraso	Demora inevitable.	 Proceso predefinido	Conocimiento previo que se necesita para cumplir con alguna etapa del proceso.

Figura 5.
Fuente: propia

Ahora teniendo la diagramación del proceso se procede a su análisis en donde se realizan las siguientes preguntas:

- Qué: actividades u operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso.
- Por qué: el objetivo del proceso.
- Cómo: el método para realizar el proceso.
- Quién: persona que interviene en la operación.
- Dónde: lugar en donde se desarrolla el proceso.
- Cuándo: momento en el que se desarrolla la operación.

Por lo tanto, dando respuesta a las preguntas mencionadas se puede evaluar e introducir mejoras continuas para responder a las exigencias y expectativas del mercado.

Existen dos tipos de diagramas de procesos:

- Diagrama general del proceso: proporciona una visión global del proceso, el cual se muestra como una serie de actividades.
- Diagrama de análisis de operaciones del proceso: describe de una manera más detallada cada uno de los pasos del proceso, proporcionando un mayor análisis para la toma de decisiones de mejora.



Instrucción

Lo invito en este punto a que revise dentro de los recursos de aprendizaje del eje: Galería: Simbología diagramación de procesos y a que realice la siguiente lectura:



Lectura recomendada

Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva

Lluís Cuatrecasas

Diseño de planta



El diseño de planta consiste en la organización de los elementos que intervienen en un proceso de producción o de operación del servicio de tal manera que asegure el flujo de trabajo, materiales, herramientas, información y personas a través del sistema productivo.

Los principios de una distribución de planta son:



Figura 6.
Fuente: propia

Factores a considerar en el tamaño de planta

- **Material:** concierne a toda la materia prima, por lo que se debe considerar las condiciones y propiedades desde el momento de su ingreso, tránsito y salida final, para así poder calcular los movimientos y técnicas de almacenamiento que se van a establecer.
- **Maquinaria:** corresponde a toda la maquinaria, herramientas, dispositivos equipos de proceso, soportes. Para esto se deben considerar las áreas de operación, los pasillos de circulación, las distancias entre una y otra y las zonas de reparación.
- **Recurso humano:** son las personas que hacen parte de la organización, por lo tanto, se debe considerar los espacios según el número de personas que se encuentren en las diferentes actividades teniendo en cuenta, personal de posición fija, personal que se desplaza y en posición mixta.

- **Movimientos:** este tiene en cuenta tanto personas como materiales. También define las clases de movimientos que se dan entre las diferentes actividades, como son movimiento horizontal, vertical y mixto.
- **Servicios:** corresponde a todos los servicios de apoyo que son necesarios para el desarrollo del proceso. Estos se clasifican en:
 - Relativos al personal: oficinas, ventilación y corredores.
 - Relativos a la maquinaria: áreas de mantenimiento, centros de reparación.
 - Relativos al material: control de calidad, desperdicios, residuos.
 - Relativos administración: inspección, rutas de evacuación, seguridad.
 - Relativos a la instalación: conductos, tuberías por agua, iluminación, redes de información.
- **Edificación:** elementos particulares del edificio, internos y externos y espacios necesarios para poder desarrollar el proceso.
- **Medioambiente:** legislación y normas ambientales que regulan el diseño de planta.
- **Cambio:** este factor involucra los ocho factores anteriores, con miras a obtener la flexibilidad de la distribución para ser mejorada, sin generar impactos en el sistema productivo.

Métodos para determinar el tamaño de planta

- Planear todo el sistema y luego los detalles: se debe observar las necesidades generales del sistema, para luego realizar una distribución detallada de cada área o sección.
- Planear primero la disposición lineal y luego la disposición práctica: se realiza una distribución teórica ideal y después se generan ajustes con lo que realmente se tiene.
- Planear el proceso y la maquinaria a partir de las necesidades de la producción: el tipo de proceso depende del producto a fabricar y con este definido se elige la maquinaria a utilizar.
- Planear la distribución basándose en el proceso y la maquinaria: una vez conocidos proceso y maquinarias a utilizar se define la distribución de estas teniendo en cuenta sus dimensiones, peso y las necesidades de espacio.
- Planear el edificio en donde se dispondrá la distribución. Para este se debe tener en cuenta la flexibilidad para poder generar diversas distribuciones.
- Evaluación de la distribución: que sea aceptada por todos los miembros del equipo.
- Socializar la distribución: consiguiendo que todos los miembros de la organización acepten el modelo.

Procedimientos para el cálculo del tamaño óptimo de planta

- **Relación espacial:** se utiliza para la distribución de espacios de las áreas administrativas. El procedimiento a seguir es el siguiente:
 - Establecer el número de contactos entre áreas de trabajo.
 - Evaluar el número de relaciones de manera vertical.
 - Ubicar centralmente las áreas de mayor relación.
 - Revisar las relaciones con flechas para establecer la mejor ubicación.
 - Seleccionar la mejor ubicación que presente el mínimo de cruces.
- **Carga distancia:** se utiliza para las plantas de procesamiento o ensamblaje. El criterio a utilizar en esta técnica es "trasladar la mayor carga a la menor distancia". El procedimiento a seguir es el siguiente:
 - Elaborar una tabla en la que se tenga la siguiente información: Relación entre puestos de trabajo, carga en las dos direcciones, distancia, carga distancia.
 - A partir de esta información proceder a utilizar el criterio "trasladar la mayor carga a la menor distancia".
- **Planeación sistemática:** se utiliza para áreas administrativas o empresas de servicio. El procedimiento a seguir es:
 - Establecer la matriz de relaciones entre áreas, teniendo en cuenta los códigos dispuestos con las prioridades de cercanía.
 - Elaborar una tabla en donde se destaque las relaciones por código.
 - Dibujar los vectores que indiquen las relaciones.
 - Dibujar las redes de relaciones hasta definir la mejor disposición.
- **Matriz operaciones productos:** se utiliza para establecer las relaciones entre las operaciones y los diferentes productos que se tienen en una organización. El procedimiento a seguir es el siguiente:
 - Establecer cuáles son las operaciones de inicio.
 - Definir las operaciones de tránsito con mayor carga en forma horizontal.
 - Establecer las operaciones de finalizado.
 - Dibujar la red que contenga el mínimo de cruces y mayor fluidez entre los puestos de trabajo.
- **Matriz costo - distancia - tiempo:** la aplicación de esta técnica requiere tener en cuenta: matriz distancia, matriz tiempo, matriz costo y matriz costo total. Para esta técnica se tienen dos opciones:

- Proceso sin secuencia determinada: existen desplazamientos en las dos direcciones hasta encontrar la mejor opción con el menor costo de desplazamiento.
- Proceso con secuencia definida: se sigue la secuencia del proceso y se adapta de acuerdo con la menor distancia recorrida.



Lectura recomendada

Lo invito a que haga la siguiente lectura y su respectivo control, el cual podrá encontrar en los recursos de aprendizaje.

Diseño y organización de procesos con implantación funcional o por talleres

Lluís Cuatrecasas

Tecnología del diseño de la producción

Son todos los procesos tecnológicos que intervienen en el diseño, el mantenimiento, el control y la ejecución de los sistemas de producción.

Objetivos de las tecnologías emergentes:

- Reducir los ciclos de introducción de nuevos productos.
- Aumentar la rotación de inventarios.
- Generar operaciones más flexibles.
- Mejor servicio al cliente.
- Eliminación de **mermas**.
- Mejor manejo administrativo.



Mermas

Pérdida o disminución de productos, que genera diferencia entre el contenido y la cantidad real.

Tecnología de las operaciones

El objetivo principal es aumentar la eficiencia en las operaciones de producción.

Internet: tecnología que agiliza los procesos de comunicación de las operaciones de una organización.

Tecnología del diseño: está dado por uso de sistemas ofimáticos para el diseño de los productos de manera interactiva.

Diseño asistido por computador (CAD): se maneja en dos tipos: el primero está dirigido al Diseño de Fabricación y Montaje (DFMA), para revisar la integración de los diseños antes de que el producto sea elaborado. Y el segundo es el modelado de objetos en 3D, el cual permite realizar pequeños adelantos de modelos de producto.

Los beneficios que de este se obtienen van dirigidos a la Calidad del producto, a la reducción de tiempos y de costo, aumentar los campos de posibilidades, y reducción de necesidad de piezas similares.

Estándar para el intercambio de datos del producto (STEP): su utilidad está en la mejora de la colaboración sin importar el lugar en donde se encuentren los talentos, ayuda a la reducción del tiempo y costo del desarrollo del diseño. Incluye datos de CAD en 3D.

Fabricación asistida por computador (CAM): se apoya de programas especializados por computador para dirigir y controlar lo equipos de fabricación. Cuenta con los mismos beneficios del CAD.

La tecnología de la realidad virtual: da paso a la generación de un modelo virtual, permitiendo al usuario probar el producto, antes de su fabricación y compra.

Tecnología de la producción

Es toda la tecnología que se utiliza para el proceso de fabricación del producto.

Control numérico: la maquinaria se puede controlar electrónicamente, o puede ser también controlada por computador contando con su propio microprocesador y memoria. Y por último también puede ser controlado desde un computador central.

Control de procesos: utilizan sensores de recogida de datos, y se analizan desde un programa de computador y el resultado que puede arrojar son señales para cambiar ajuste de una válvula de motores, luces de aviso, gráficos de control de proceso, etcétera.

Sistemas de visión: se utilizan para tareas de inspección, a través de cámara de video y tecnología de computador.

Robots: se utilizan como máquinas en el proceso, con el fin de sujetar o arrastra determinadas piezas o materiales.

Sistemas automatizados de operación y almacenaje (ASRS): se utiliza para las operaciones de almacenamiento mediante un determinado grado de automatización. También sirven para la recuperación rápida de artículos de los estantes, a través del recorrido de las máquinas de S/R (Storage / Retrieval) por los pasillos.

Vehículos guiados automáticamente (AGV): son los vehículos que se desplazan sin que nadie los maneje desde adentro, es decir, no necesitan conductor puesto que son guiados de forma automática, se realiza a través de un sistema de guiado y cuentan con un sistema de gestión y control.

Sistema de fabricación flexible (FMS): se basa en un ordenador que controla todo el sistema, mediante la conexión de varios centros o estaciones de trabajo computarizados contando con un sistema automático para la manipulación de materiales.

Fabricación integrada informáticamente (CIM): es el proceso de asistir de manera integrada todo el sistema de manufactura mediante el uso de computadoras digitales para la automatización y control del sistema y que es elevado a todos los niveles del proceso.

El CIM Incluye todo el hardware y software y las actividades de telecomunicaciones, integrando en todo el proceso a las personas, equipos, información para la optimización de todos los procesos.

Tecnología en el sector servicios

En el sector servicios, el internet también ha facilitado el proceso tanto de publicidad como en la optimización de la prestación de servicios a nivel de mejora de procedimientos como de servicio al cliente.

Tecnología a través de (BPO): el BPO es la tercerización de los procesos del negocio en donde la tecnología es componente clave en el proceso, puesto que facilita la entrega oportuna de los diferentes servicios. Por lo tanto, la tecnología habilitadora incluye cloud computing, inteligencia de negocios, BPM, ECM, CRM, entre otros.

Planeación de recursos empresariales (ERP): son sistemas de tecnología de la información las cuales se utilizan para la automatización de las prácticas de un negocio asociadas a los aspectos operativos o productivos de una empresa. Su objetivo es integrar todos los datos y procesos de una organización en un único sistema, como: recursos humanos, cadena de suministros, gestión de relaciones con los clien-

tes, finanzas, etc., con el fin de unificar y facilitar el acceso y flujo de trabajo.

Como recapitulación, se puede resaltar que desde el diseño de la producción se generan las decisiones estratégicas para la operatividad de las actividades que en este participan. Estas redundan en las decisiones operativas y de calidad que deben ser materializadas o aplicadas en cada uno de los procesos de la cadena de valor de la empresa, teniendo en cuenta la distribución de los elementos, maquinaria y equipos de la planta de producción, buscando que estos sean fluidos y utilizando la tecnología apropiada para la optimización de los procesos que conlleven a la competitividad operacional y organizacional.



Lectura recomendada

Administración de operaciones

Mauricio Lefcovich



Instrucción

Para finalizar este eje, lo invito a que revise en videoresumen del mismo, y a que realice la actividad evaluativa.

Bello, P., C. *Producción y operaciones aplicadas a las pyme*. Bogotá, Colombia: Ecoe.

Cuatrecasas, A. L. (2012). *Diseño y organización de procesos con implantación funcional o por talleres*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.

Lefcovich, M. L. (2009). *Administración de operaciones*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor.

Cuatrecasas, A. L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos.