Universidad Continental

Guía de Trabajo

Ingeniería de Procesos

Guía de Trabajo
Ingeniería de Procesos

Primera edición digital
Huancayo, 2022

De esta edición
© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361
Correo electrónico: recursosucvirtual@continental.edu.pe
http://www.continental.edu.pe/

Cuidado de edición
Fondo Editorial

Diseño y diagramación
Fondo Editorial

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Trabajo,* recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

Contenido

Presentación 5

Primera Unidad **7**

1. Conceptos generales de la administración de operaciones productivas 8

Segunda Unidad **47**

2. El planeamiento de las operaciones productivas 48

Tercera Unidad **97**

3. La organización de las operaciones productivas 98

Cuarta Unidad **157**

4. La dirección y el control de las operaciones productivas 158

Referencias 205

A los que viven para aprender
A los que buscan y lo encuentran
A los que se esfuerzan para lograrlo

Primera Unidad

1. Conceptos generales de la administración de operaciones productivas

Estamos viviendo una época de cambio, incertidumbre y perplejidad. La era de la información está trayendo nuevos retos a las organizaciones y, sobre todo, a la administración de estas. En la actualidad, los profesionales deben tomar decisiones rápidamente. Para ello, se requiere una mejor preparación según la cuarta revolución industrial. También contar con una mayor experiencia en diferentes mercados y/o sectores, además de características especiales que los diferencien de otros profesionales, como ser proactivos e innovadores.

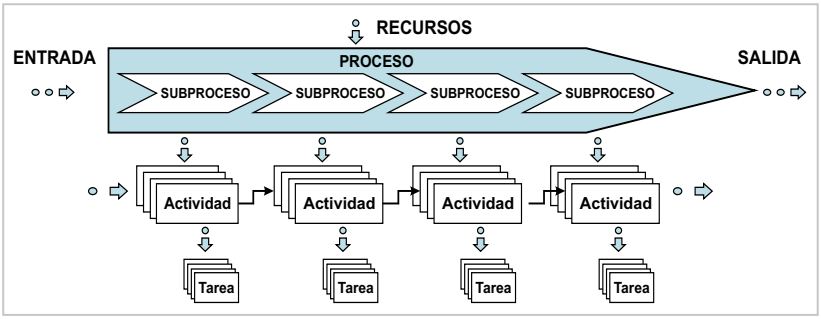
En general, la importancia de la administración de operaciones se orienta a quienes necesitan una base conceptual y teórica necesaria e indispensable, que en su momento no fue entendida. A medida que los profesionales fueron perfeccionando sus habilidades de gestión, se entró en un mercado más competitivo y exigente, donde los clientes claman productos de mayor calidad y mejores servicios.

1.1. Conceptos gerenciales

¿Qué es un proceso?

"Secuencia de actividades relacionadas entre sí, las cuales transforman elementos de entrada (insumos) en salidas (producto o servicio), con valor agregado para el cliente".

Figura 1. Esquema de un proceso



Elementos de un proceso

- **Proveedores:** Proveen las entradas, insumos al proceso.
- **Recursos:** Son los recursos económicos, mano de obra, maquinarias y equipos, materia prima, etc. Se utilizan para transformar los insumos productos y/o servicios con valor agregado.
- **Controles:** Son mediciones a través de indicadores de gestión para mejorar el proceso.
- **Clientes:** Son las salidas en forma de producto o servicio dirigido al cliente o consumidor final.

Clasificación de procesos

- **Procesos estratégicos:** Establecen los lineamientos y directrices. Desarrollan y despliegan la estrategia, guían a la organización hacia el cumplimiento de su visión, misión y objetivos estratégicos. Son conocidos también como procesos visionarios y son liderados por la alta dirección. Incluye procesos y/o actividades relacionadas con:
    - Planificación estratégica: Engloban la definición de la misión, visión y valores de la organización, establecimiento de políticas, normativas, estrategias, reglamentos, fijación de metas y objetivos, etc.
    - Provisión de la comunicación institucional.
    - Planeamiento y aseguramiento de la disponibilidad de recursos.
    - Gestión de calidad y mejora continua, revisiones y controles de objetivos.
    - Afectan a modo global a todas las áreas de la organización.

- **Procesos operativos:** Procesos orientados hacia la satisfacción del cliente, transforman los insumos y recursos en resultados productos o servicios, aportándoles valor, según los requisitos del cliente. Son la esencia y la razón de ser de

la organización para cumplir su misión y objeto social. Se les conoce como procesos misionales, de línea, claves o *core* del negocio. Incluyen procesos y actividades relacionados con:

- Proceso de producción: Elaboración de productos y/o servicios.
- Atención y servicio al cliente, satisfacción del cliente.
- Diseño de productos y servicios.
- Proceso de comercialización y venta.
- Representan directamente el negocio propio de la organización.
- Ejecutan la planificación y estrategia de la organización.
- Procesos que añaden valor al cliente.

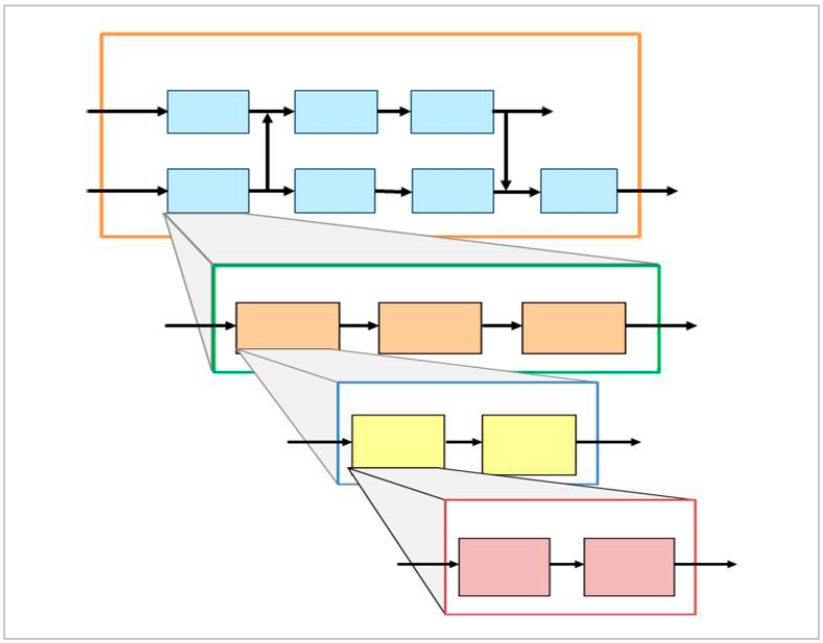
- **Procesos de soporte:** Proporcionan soporte, apoyo y los recursos necesarios para el desarrollo y consecución de los procesos estratégicos y misionales. Se les conoce como procesos de apoyo. Incluyen los procesos y las actividades relacionados con:

  - Proceso de gestión logística.
  - Proceso de gestión de recursos humanos.
  - Proceso de tecnología de la información.
  - Proceso de mantenimiento de instalaciones.
  - Son procesos que facilitan el desarrollo de las actividades de los procesos estratégicos y misionales.

Niveles de procesos

Son la jerarquía o estructura ordenada de los procesos que se desglosan en niveles inferiores. Permiten comprender, describir, diagramar y mejorar los procesos en una organización (ver Figura 2 en la siguiente página).

Figura 2. Niveles de un proceso



Se divide en:

- **Macroproceso:** Denominado también proceso de nivel 0, es el nivel más alto de los procesos. Proporciona las directrices o pautas a los procesos enfocados en el cumplimiento de la misión de la organización.
- **Proceso/subproceso:** Es el proceso de nivel 1 y el subproceso de nivel 2. Es una actividad interrelacionada que transforma entradas en producto o servicio. Se puede desglosar en subprocesos. Es parte de un proceso.
- **Actividad:** Pertenece al nivel 3 del desglose de los procesos. Es una tarea interrelacionada en un mismo proceso o subproceso, para generar un determinado resultado.
- **Tarea:** El nivel 4 pertenece al último nivel de los procesos, las actividades que se desglosan en tareas. Es una acción simple interrelacionada para lograr una actividad.

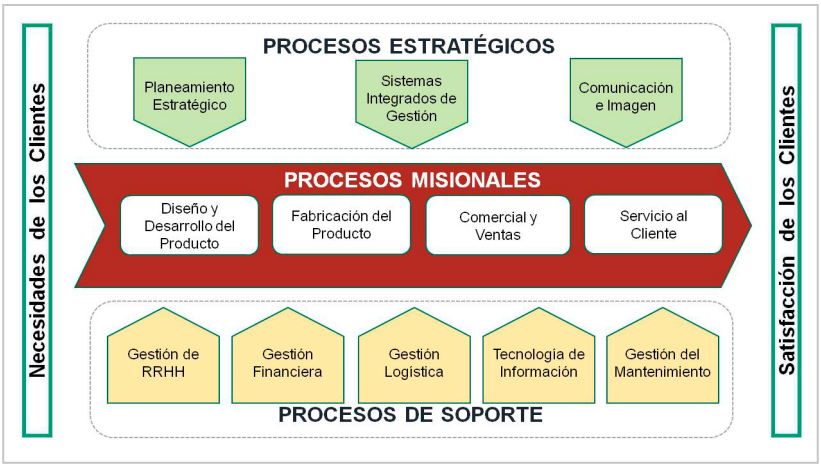
Mapa de procesos

Un mapa de procesos es un diagrama de valor que representa los procesos de una organización en forma interrelacionada. El mapa de procesos permite contar con una perspectiva global-local, ubicando cada proceso en el marco de la cadena de valor.

Simultáneamente, relaciona el propósito de la organización con los procesos que lo gestionan, de modo que sirve también como herramienta de aprendizaje para los trabajadores.

Existen diversas formas de hacer un mapa de procesos. En la Figura 3, presentamos un mapa de procesos genérico que puede aplicar a cualquier tipo de empresa.

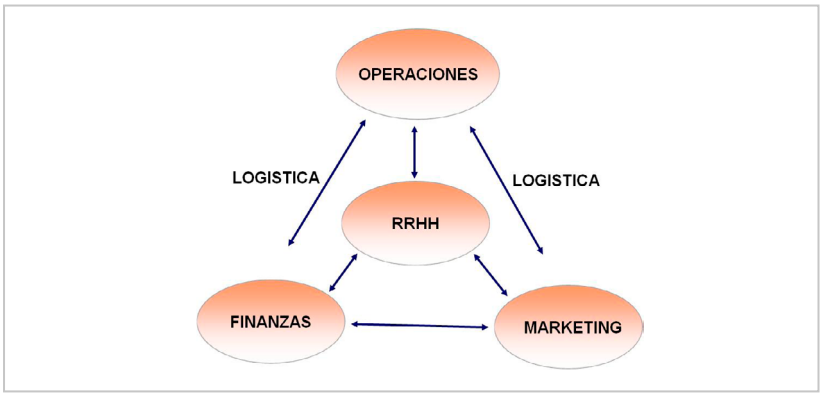
Figura 3. Mapa de procesos



Ciclo operativo de la empresa (ver Figura 4)

"La empresa es un todo y no solo un área, está constituida por tres columnas básicas que operan integral, coordinada y racionalmente, que tienen en la misión y los objetivos de la organización la brújula que orientará el uso de los recursos y, en la productividad, la herramienta de medición de la gestión. Estas áreas son: finanzas, operaciones y *marketing*. Tres áreas unidas por una columna central: recursos humanos, y apoyadas por una quinta área: logística" (D'Alessio, 2012, p. 4).

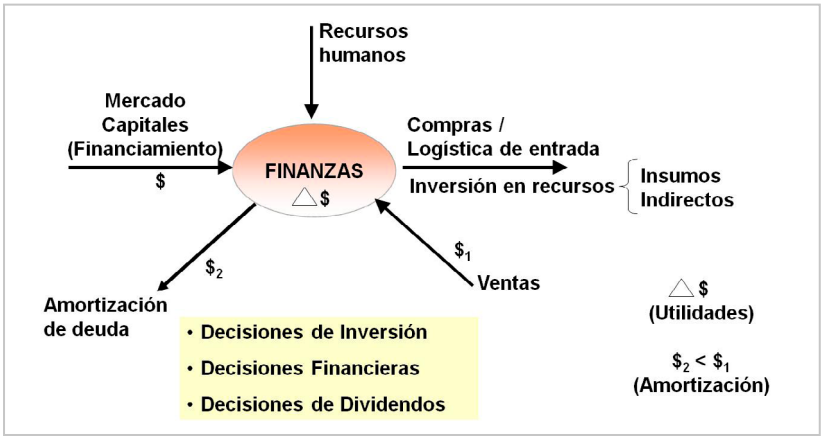
Figura 4. Ciclo operativo de una empresa



Fuente: D'Alessio (2012)

El área o la Gerencia de Finanzas busca incrementar el valor del negocio y todo alrededor de este, en el momento oportuno, en cantidad, calidad y costos. Preserva los intereses de la organización. Desarrollar este trabajo en la función financiera no solo es una labor aislada del gerente o responsable de finanzas. Lograrlo es una meta de responsabilidad de toda la organización mediante el cumplimiento de los objetivos específicos que cada uno tenga definidos, contribuyendo así al mejor desempeño de la organización. Las decisiones que se toman son de inversión, financieras y de dividendos.

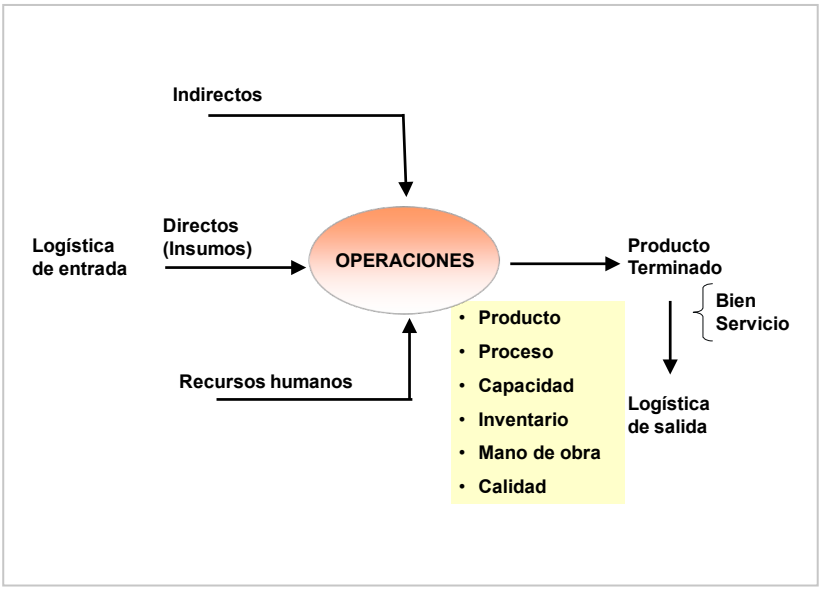
Figura 5. Área funcional de finanzas



Fuente: D'Alessio (2012)

"El área de Operaciones en las empresas ha tenido diferente importancia a lo largo del tiempo. A principios del siglo XX era considerada el área más significativa pues eran tiempos en que las empresas necesitaban ante todo producir. Ante las dificultades para vender los productos que empiezan a surgir posteriormente, el área de operaciones pierde relevancia. La Dirección de Operaciones, en una empresa tiene la función y responsabilidad de diseñar, dirigir, gestionar, controlar y mejorar el llamado subsistema de operaciones y, en definitiva, de dirigir y controlar los procesos de producción del producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes" (Buiza, 2013). Incluye los procesos de planeamiento y diseño del producto, proceso, capacidad, inventario, mano de obra y calidad.

Figura 6. Área de operaciones



Fuente: D'Alessio (2012)

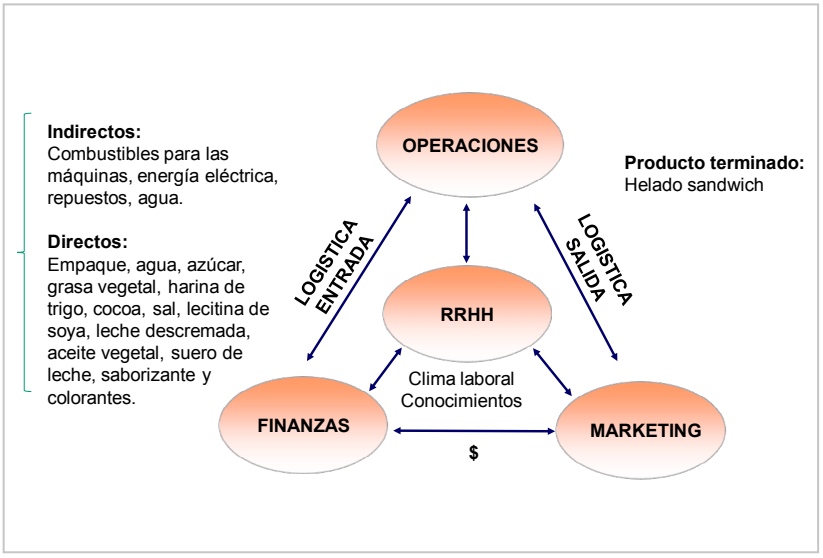
El área de Marketing tiene la función y responsabilidad de investigar mercados, proyectar la demanda, analizar al consumidor, publicitar oferta, evaluar las 4P (producto, precio, promoción y plaza), vender los productos y el servicio posventa.

Figura 7. Área funcional de Marketing

Fuente: D'Alessio (2012)

En la Figura 8, presentamos la interacción de los procesos en el ciclo operativo de una empresa que fabrica helados.

Figura 8. Ejemplo de ciclo operativo de una empresa



Fuente: D'Alessio (2012)

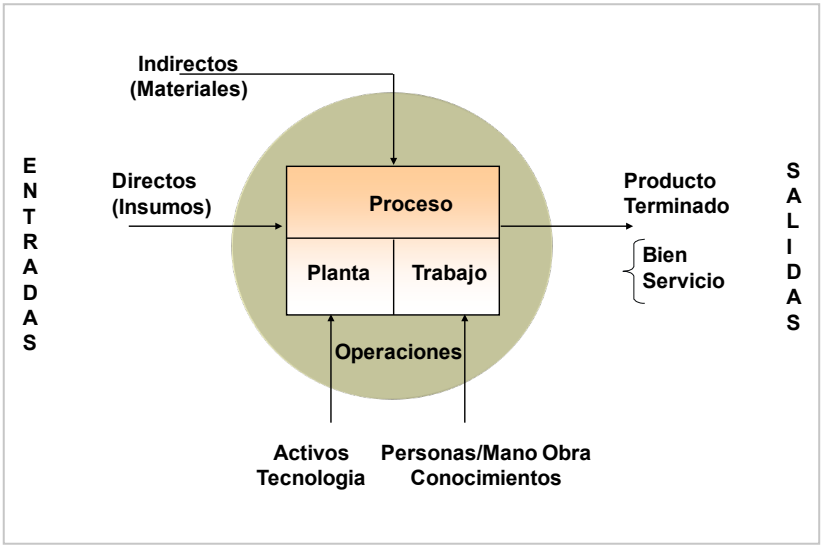
Diagrama entrada-proceso-salida (E-P-S)

Hay que tener en cuenta que todo proceso tiene un conjunto de procedimientos, actividades, tareas e instructivos operativos. Para ello, se requiere de entradas y salidas, teniendo en cuenta que las entradas son los insumos, costos y otros. Las salidas no son más que los productos y/o beneficios que te otorga el proceso.

Además, estos procesos deben generar valor para el cliente, en base a las necesidades que ellos nos definan. Asimismo, para generar una ventaja competitiva, debemos potenciar nuestros recursos (activos, personas, proveedores) para mejorar el trabajo de la organización y convertirse en una fuente de diferenciación ante otras organizaciones.

El diagrama E-P-S (Figura 9) presenta las entradas de materiales directos (insumos) y materiales indirectos que requiere el proceso productivo, los activos y la tecnología que requiere la planta y las entradas de mano de obra con sus conocimientos que requiere el trabajo. En conjunto, transforman y generan el producto terminado con valor agregado, que puede ser un producto o servicio.

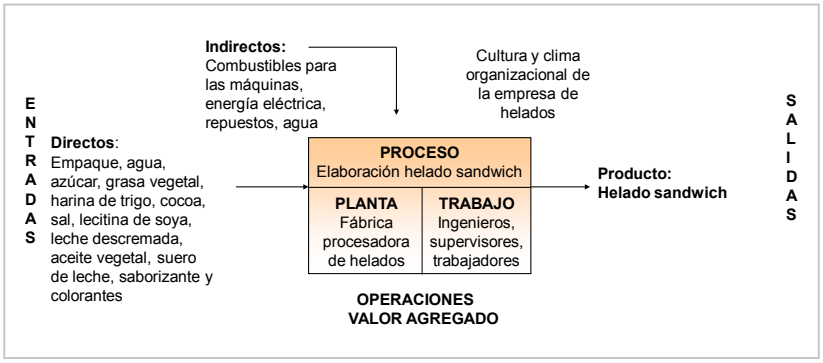
Figura 9. Diagrama entrada-proceso-salida



Fuente: D'Alessio (2012)

En la Figura 10, se presenta el diagrama E-P-S de una empresa de helados.

Figura 10. Ejemplo de diagrama entrada-proceso-salida



Fuente: D'Alessio (2012)

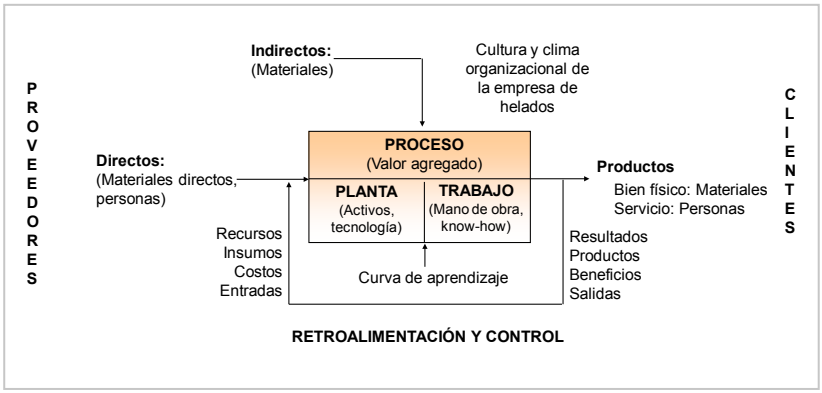
Proceso productivo de las operaciones (Figura 11)

Dependiendo del rubro donde nos ubicamos, el área de operaciones productivas puede basarse en ejecutar bienes o servicios. Si pertenecemos a una manufacturera, nuestra área de operaciones estaría formada por una planta (activos y herramientas automatizadas) y trabajo operacional (mano de obra y conocimientos). Para un funcionamiento adecuado, se requiere de insumos (directos o indirectos) que contribuirán a la generación del producto final. Del mismo modo para que el proceso funcione de forma adecuada, también se debe trabajar en la cultura organizacional, la motivación y el clima laboral dentro del equipo de trabajo.

"La diferencia fundamental entre un proceso productor de bienes y uno productor de servicios es que los insumos en el proceso productor de bienes son materiales directos o materia prima, y el producto es otro material que resulta de la transformación ocurrida en el proceso con la ayuda de los materiales indirectos, que, aunque sean indispensables, no forman parte del producto terminado. En el proceso de servicios, el insumo es la persona, el cliente que solicita recibirlo; sin él el proceso no funcionaría, pues el producto terminado es el mismo cliente que recibe el proceso

y sale satisfecho, regresa y trae otros clientes; este cliente recibe el proceso que está dado por la conjunción de una planta y un trabajo. En ambos casos, los dos aspectos más importantes son el valor que se agregue en el proceso y la productividad del mismo" (D'Alessio, 2012, p. 11).

Figura 11. Diagrama proceso productivo de operaciones



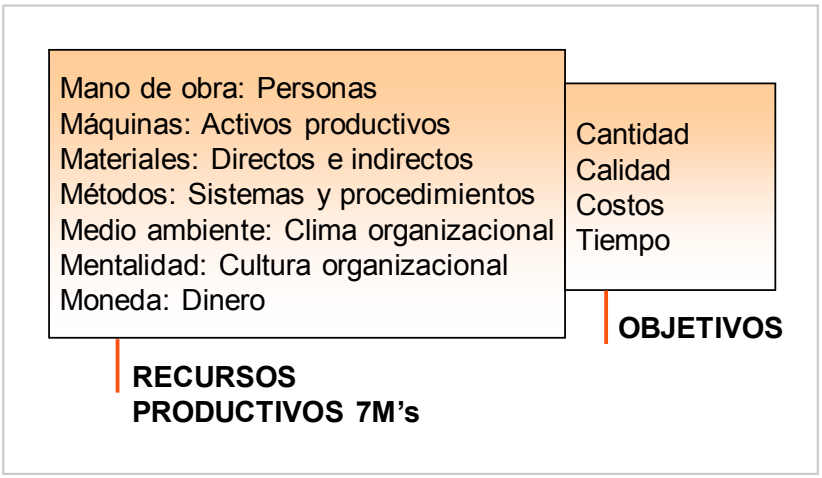
Fuente: D'Alessio (2012)

Del mismo modo, debemos diferenciar al cliente y al consumidor. El cliente es el individuo fidelizado que adquiere el bien (producto y/o servicio) que aprovisiona la organización. Entonces, para llegar a la fidelización, se puede realizar descuentos, ofertas, cupones de descuento, etc. Asimismo, el consumidor es el individuo que adquiere un producto o servicio, sin que la marca o la fidelidad hacia ella influyan, pues esta persona no es concurrente y su comportamiento es fugaz.

Recursos productivos (Figura 12)

Son las 7M, las cuales deben estar alineadas a los objetivos de cantidad, calidad, costos y plazo (tiempo).

Figura 12. Recursos productivos de una empresa



Fuente: D'Alessio (2012)

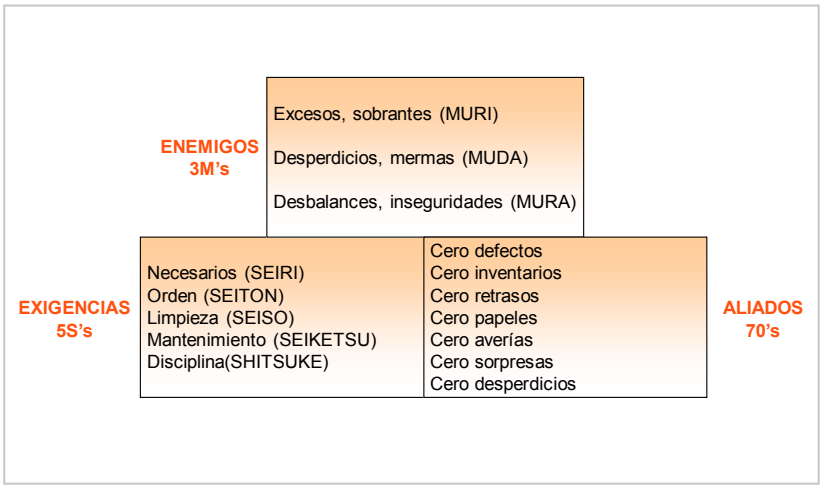
Tras la Segunda Guerra Mundial, Japón se encontraba devastado y decide entrar a una restructuración económica. En esta situación, Estados Unidos capacita a los empresarios más importantes, pues sus productos de entonces eran de mala calidad.

En aquel momento Walter A. Shewhart participó en este programa con su tema de control estadístico de la calidad, que fue el detonante que hizo que los japoneses se dieran cuenta de que adolecían en esos temas. Por ello, solicitan mayor capacitación. Así, convocaron a William Edwards Deming, un conocedor y estudioso que amplió los temas de Shewhart. Deming cambió la mentalidad de las personas. Hizo que le den mayor importancia a la calidad, que sería el motor para conquistar el mundo.

Toda esta filosofía de la calidad es un fenómeno que impactó a muchos procesos en la organización, desde el diseño. De ahí pasar a la fabricación o la generación del servicio y la comercialización. Ello tuvo un gran impacto en la generación de valor que entrega cada empresa.

Así, se identifica a los enemigos, cuáles son sus exigencias y quiénes son los aliados de los recursos productivos (ver Figura 13).

Figura 13. Enemigos, exigencias y aliados de los recursos productivos



Fuente: D'Alessio (2012)

Metodología 5S

- **SEIRI** (lo necesario): Separar los recursos productivos necesarios de los innecesarios. Mantener el número de los recursos necesarios en el lugar adecuado.
- **SEITON** (el orden): Analizar el lugar y la forma más adecuada de ordenar los recursos productivos de manera que sea fácil y rápido contar con ellos y reponerlos oportunamente.
- **SEISO** (la limpieza): Limpiar los equipos y el lugar de trabajo. Eliminar los puntos críticos para asegurar el buen estado de todos los recursos productivos.
- **SEIKETSU** (el mantenimiento): Estandarizar los procedimientos que permitan conservar los contextos de orden, limpieza y rotulación, alcanzados en las fases anteriores para mejorar la productividad.
- **SHITSUKE** (la disciplina): Tener constancia en ejecutar los procedimientos establecidos buscando la creación de un lugar de trabajo con buenos hábitos para mejorar la productividad.

Enfoques de la administración general

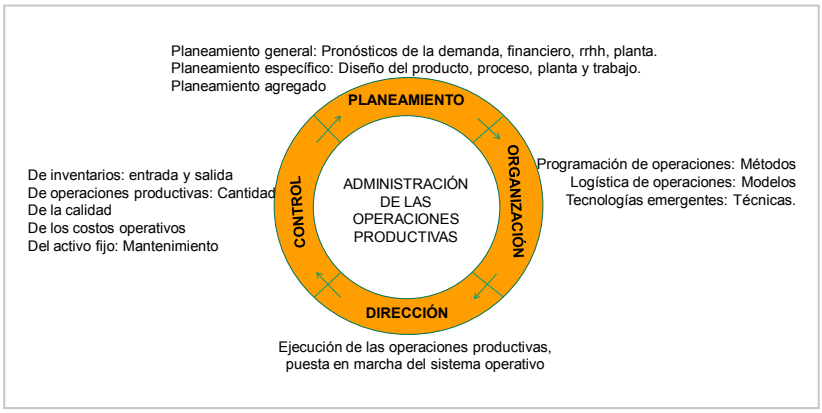
El enfoque de la administración hoy tiene una importancia crucial en las organizaciones de cualquier sector. Este enfoque permite identificar todas las actividades en cada proceso, permitiendo que la organización sea ordenada, de fácil identificación y detección de puntos críticos para la mejora continua de la empresa.

- Función: Llamada también estructura tradicional, se encarga de ver la organización de una forma jerárquica o de forma vertical. Organiza los departamentos para que sean independientes. Permite la comunicación entre los distintos los distintos actores.
- Proceso: Es un nuevo enfoque de administrar la empresa. Permite ver su estructura de una forma transversal. Facilita la comunicación y mejora la efectividad (eficiencia y eficacia) de la organización.
- Comportamiento: Basado en el carácter de cada persona y que influye en las relaciones personales en la organización, permite mejorar la relación interpersonal para que impacten en las actividades o tareas diarias en la organización, para el cumplimiento de objetivos y metas.
- Sistémico: En este punto se enfoca a la usabilidad de los sistemas computacionales (ERP, CRM, etc.), que permite tener información en tiempo real cuantificable, que ayuda a tomar decisiones para cumplir los objetivos.

Etapas de la administración de las operaciones productivas (Figura 14)

Las empresas manejan las operaciones como manufactura o servicios. El responsable de la operación tiene en sus facultades transformar los insumos en productos o servicios. Las etapas de la administración de las operaciones productivas son: planeamiento, organización, dirección y control.

Figura 14. Etapas de la administración de las operaciones productivas



Fuente: D'Alessio (2012)

Podemos definir que, en base a esta referencia, las responsabilidades del gerente de Operaciones son las siguientes:

- **Planeamiento:** En esta etapa se debe alinear los objetivos estratégicos con la operación, además de definir procesos y procedimientos, políticas, proyectos y programas de mejora, para alcanzar las metas proporcionadas por el directorio. Del mismo modo, se debe proyectar el planeamiento del producto y del diseño del proceso de transformación, entre otras actividades.
- **Organización:** Aquí se requiere una estructura orientada por procesos, en el cual nos permitirá tener una visión transversal de la organización, permitiendo determinar roles y responsabilidad; actividades y tareas en la operación.
- **Dirección:** En esta etapa, la dirección es el responsable del recorrido del sistema de operaciones productivas, motivando a los subordinados y logrando un canal de comunicación apropiado que permita alcanzar los objetivos propuestos, los cuales estarán siendo supervisados durante el proceso de control.
- **Control:** Es contar con un indicador de medición, que debe ser estimado por la calidad, costos, cantidades y tiempos

de la producción de bienes (productos o servicios). Este tipo de mediciones servirá para verificar si estamos acorde a lo planificado y programado. Si tenemos variaciones, nos permitirá definir planes de acción para volver a lo planificado.

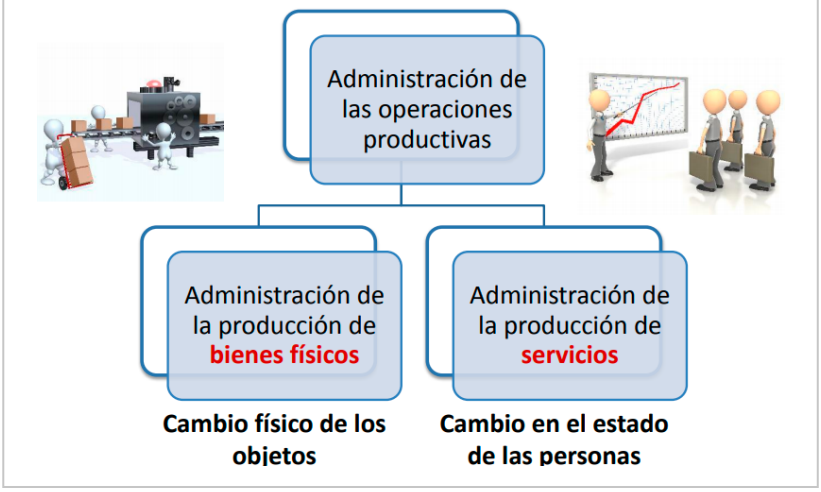
1.2. Clasificación de las empresas según sus operaciones gerenciales

La producción se relaciona con la creación de bienes y servicios. Comprende el planeamiento, diseño, operación y control de los sistemas que producen bienes y servicios, y abarca un amplio rango de actividades y no solo las de fabricación de bienes.

El campo de aplicación de la administración de operaciones productivas puede delimitarse así:

- Los administradores de operaciones productivas son los responsables de la producción de bienes y servicios en una organización.
- Los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformación que se utilizan.

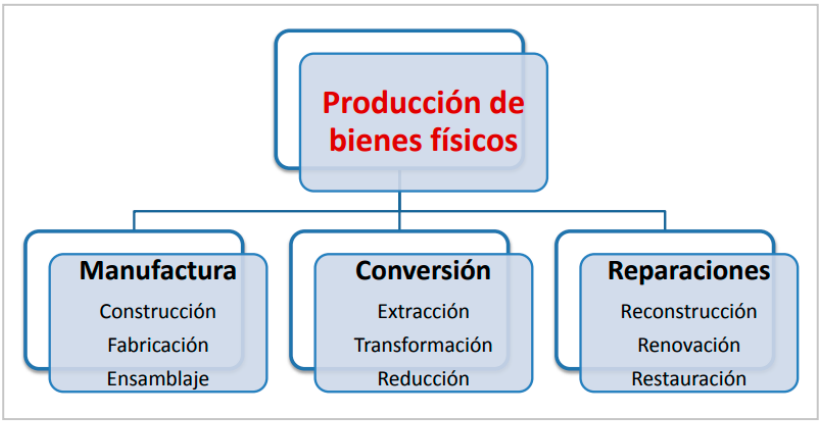
Figura 15. Clasificación de las empresas según sus operaciones productivas



Fuente: D'Alessio (2012)

Las empresas se pueden clasificar según sus operaciones en empresas productoras de bienes físicos, las cuales se caracterizan por generar un cambio físico de los objetos, según el tipo de producción de manufactura, conversión o reparación.

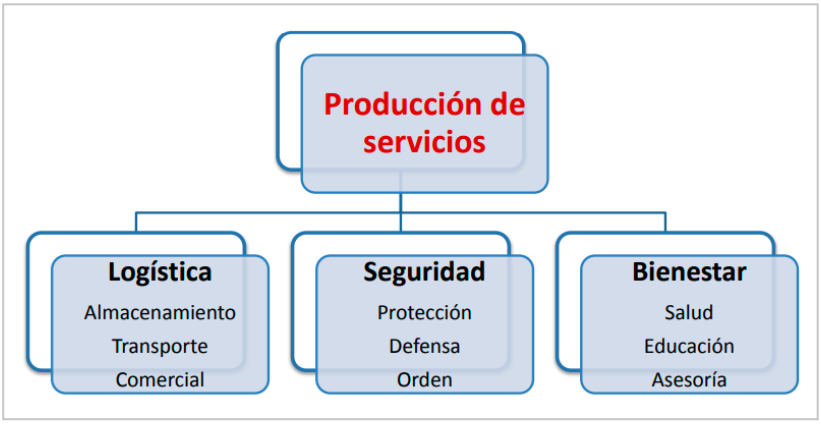
Figura 16. Clasificación de las operaciones productivas en bienes



Fuente: D'Alessio (2012)

Asimismo, se pueden clasificar en empresas productoras de servicios (Figura 17), las cuales se caracterizan por generar un cambio en el estado de las personas, según el tipo de servicio de logística, seguridad o bienestar.

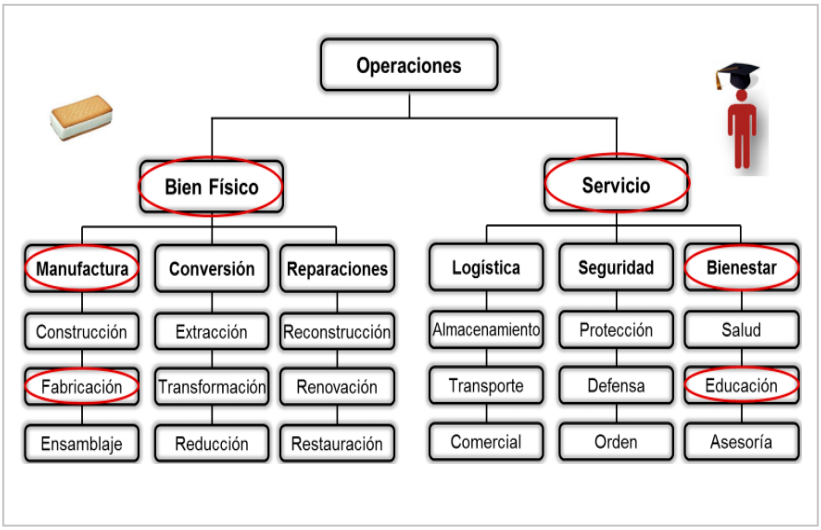
Figura 17. Clasificación de las operaciones productivas en servicios



Fuente: D'Alessio (2012)

En la Figura 18, se presenta un ejemplo de clasificación de la empresa productora de bien físico y servicio. En las Tablas 1 y 2 se observan las características de los sistemas operativos de productos y servicios, respectivamente.

Figura 18. Ejemplo de clasificación de las operaciones productivas



Fuente: D'Alessio (2012)

Tabla 1. Característica de los sistemas operativos de bienes

Operación	Característica	Ejemplos
Manufactura Construcción Fabricación Ensamblaje	• Creación física de un material. • Cambio en forma de los recursos combinados en un producto físico diferente.	Textiles, sastrería Astilleros (construcción naval) Envasador de alimentos Construcción civil
Conversión Extracción Transformación Reducción	• Cambio físico de los materiales • Cambio en el estado de los recursos, de un estado no utilizable a uno usable.	Minas Petróleo (refinerías) Pesquería Madera
Reparaciones Reconstrucción Renovación Restauración	• Retorno al estado operativo. • Cambio en el estado de un bien, de un estado no utilizable a uno usable.	Taller automotor Astilleros (reparaciones) Tratamientos químicos

Fuente: D'Alessio (2012)

Característica de los sistemas operativos de servicios.

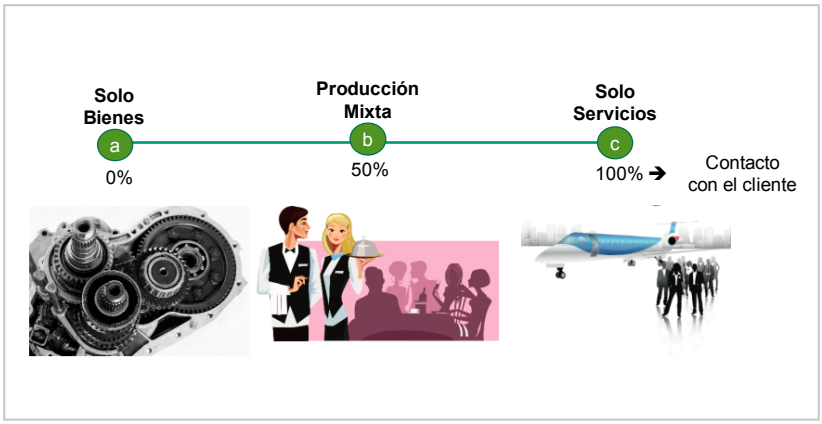
Tabla 2. Característica de los sistemas operativos de servicios

Operación	Característica	Ejemplos
Logística Almacén Transporte Comercial	• Cambio en la propiedad o en la uicación de los recursos. • Cambio en la posición, lugar o tiempo de recursos.	Aerolíneas Almacenes Gasolineras Mudanzas Autoservicios
Seguridad Protección Defensa Orden	• Protección de alguien o de algo para alguien. • Mantenimiento del estado de las personas.	Bomberos Seguros Prisiones Bancos
Bienestar Salud Educación Asesoría	• Tratamiento de alguien o de algo para alguien. • Cambio en el estado de las personas.	Hospitales Escuelas Lavanderías Hoteles, Asilos

Fuente: D'Alessio (2012)

El continuo de las operaciones productivas (Figura 19) se relaciona con el porcentaje de contacto con el cliente. Si tiene 0 % de contacto con el cliente, corresponde a una empresa productora solo de bienes. Es mixta si tiene 50 % de contacto con el cliente en caso de que produzca el bien y también brinda el servicio de comercialización, y tiene 100 % de contacto con el cliente en caso sea una empresa solo de servicios.

Figura 19. Continuo de los operativos productivos



Fuente: D'Alessio (2012)

En la Tabla 3 se comparan las características de empresas productora de bienes vs. servicios.

Tabla 3. Comparativo de empresas productoras de bienes *versus* servicios

Bienes físicos	Servicios
• Es un producto tangible.	• Es un producto intangible.
• El valor depende de sus propiedades físicas.	• EL valor se percibe en el proceso.
• Es almacenable.	• No es almacenable.
• Se produce para el cliente.	• Se produce para el cliente y con este.
• Se produce en un ambiente industrial.	• Se produce en el ambiente del mercado.
• La cantidad depende de los materiales.	• La calidad depende de las personas.
• La cantidad es inherente al producto.	• La calidad es inherente al proceso.

Fuente: D'Alessio (2012)

Matriz del proceso de transformación (ver Figura 20)

Hay que tener en cuenta que todo proceso de transformación pasa por cambios que utilizan los recursos y/o materiales que pasaran por un proceso de conversión, para que así se tenga los insumos de un producto deseado.

La matriz de transformación se caracteriza por la repetitividad o frecuencia de producción que puede ser una vez, de forma intermitente, producción continua o en línea.

Asimismo, se caracteriza por la tecnología relacionada a la cantidad o el volumen de producción que puede ser artículo único, lote, serie, masiva o continua.

Figura 20. Matriz del proceso de transformación

Repetitividad / Tecnología	UNA VEZ	INTERMITENTE	CONTINUO (LINEA)
ARTICULO ÚNICO	Proyecto		
LOTE		Lote de trabajo	
SERIE		Serie	
MASIVO		Masivo	
CONTINUO			Continuo

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (- / +)

FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN (- / +)

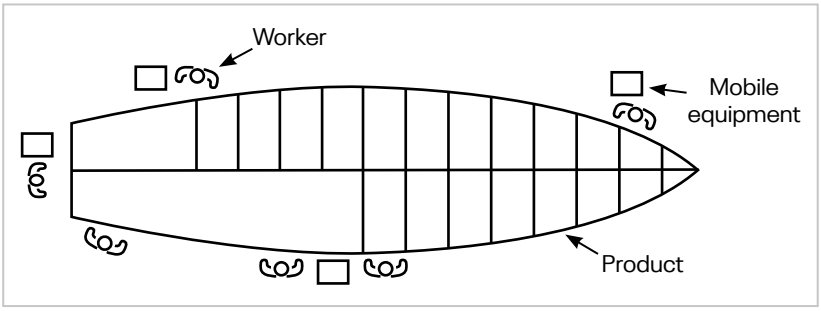
Fuente: D'Alessio (2012)

Producción de artículo único (Figura 21)

La producción única se caracteriza por:

- Producto final único de diseño especial que requiere controles extremos de producción.
- Inventario alto necesario de insumos e indirectos durante el proceso por ser producción única.
- Alta flexibilidad del proceso.
- Niveles altos de calificación del trabajador.
- Activos de carácter general y de múltiples propósitos.
- Control del proyecto especial de la producción.
- Calidad total del producto final.

Figura 21. Producción de artículo único



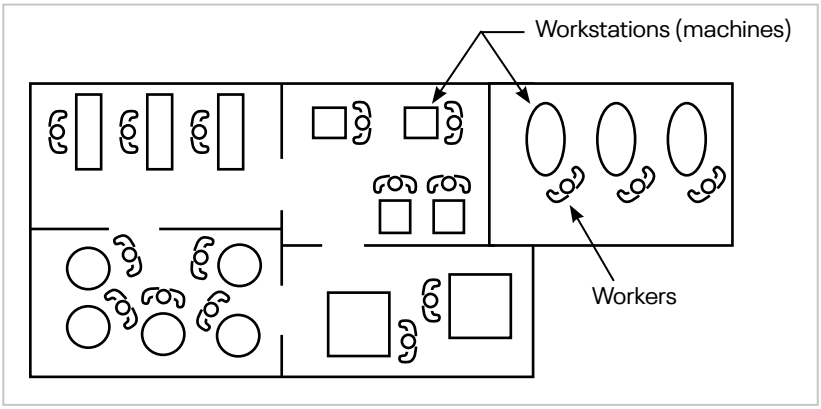
Fuente: Internet

Producción intermitente

La producción intermitente elabora productos según los pedidos que se le formulan (orden de compra). Esto es porque debe hacerse según las especificaciones del cliente, se caracteriza por:

- Un proceso más flexible.
- Un mediano volumen de producción.
- Una aptitud de calificación mayor del trabajador.
- Una combinación de activos generales y especiales.
- Un control de los pedidos en las producciones.

Figura 22. Producción intermitente



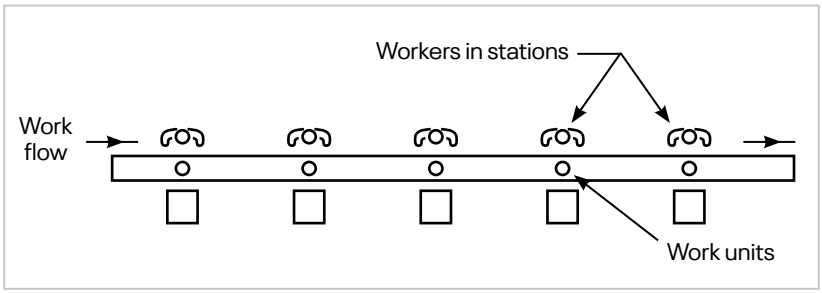
Fuente: Internet

Producción continua (Figura 23)

Es un proceso que lleva una secuencia que tiene las mismas especificaciones. Está en actividad permanente todo el día. La producción de productos es homogénea e ininterrumpida, se caracteriza por:

- Producto final normalizado y con una rutina de manufactura.
- Elevado volumen de producción.
- Inventario bajo por las corridas largas de producción.
- Proceso de flexibilidad limitada con activos especiales.
- Aptitud limitada del trabajador por las automatizaciones del proceso.
- Calidad controlada muestralmente.
- Control del flujo en la producción.

Figura 23. Producción continua



Fuente: Internet

Ejemplos de operaciones productivas de bienes según la clasificación del tipo de bien y la matriz de transformación (Tabla 4).

Tabla 4. Ejemplo de operaciones productivas de bienes

TECNOLOGÍA / REPETITIVIDAD	Manufactura	Conversión	Reparación
Continuo / Continuo	De papel, cemento, químicas y azucareras	Central eléctrica	Planta de tratamiento de agua
Masivo / Intermitente	Ensamble de automóviles	Mina de carbón abierta	Taller de pintura de vehículos
Serie / Intermitente	Vinícola (vinos)	Planta reductora de chatarra	Contratista de reparación de pistas
Lote / Intermitente	De muebles	Beneficios de animales (camal)	Taller de reparación de automóviles, ascensor de un edificio
Artículo único / Una vez	Construcción de proyectos	Compañía de remolcadores de buques	Artillero para reparación de buques

Fuente: D'Alessio (2012)

En la Tabla 5 se dan ejemplos de operaciones productivas de servicios según la clasificación del tipo de servicio y la matriz de transformación.

Tabla 5. Ejemplo de operaciones productivas de servicios

TECNOLOGÍA / REPETITIVIDAD	Logística	Seguridad	Bienestar
Continu / Continuo	Gasoducto (tuberías de gas)	Prisión	Cuidados intensivos hospitalarios
Masivo / Intermitente	Aerolínea	Servicio secreto	Escuela pública
Serie / Intermitente	Silo de granos con elevador	Juzgado de tránsito	Campo militar de entrenamiento
Lote / Intermitente	Empresa de camiones	Departamento de bomberos	Guía de viaje de turismo
Artículo único / Una vez	Mudanzas	Aseguradora de productos excepcionales	Firma consultora contable

Fuente: D'Alessio (2012)

La Tabla 6 muestra los procesos productivos y las etapas de la administración.

Tabla 6. Los procesos productivos y las etapas de la administración

Proceso	Planificación	Organización	Dirección	Control
Único	• Apellido del cliente • Proyectos de factibilidad • Alta inversión	• Procesos únicos • Tiempos de ejecución aproximados • Sujetos a muchas variaciones	• Maximización de beneficios • Alta flexibilidad • Variedad en especialización	• Supervisión externa • Auditoria final • Comparar lo planeado con lo ejecutado
Intermitente	• Demanda motivada • Planes anuales sujetos a variaciones	• Procesos semiestandarizados • Tiempos de ejecución definidos • Variaciones de acuerdo con necesidades	• Minimización de costos • Flexibilidad intermedia	• Supervisión en línea • Control de calidad • Informes diarios
Continuo	• Planes anuales repetitivos	• Procesos estandarizados • Altos volúmenes de producción • Pocas variaciones	• Minimización de costos • Poca flexibilidad • Economías de escala	• Supervisión con línea automatizada • Control de calidad • Informes diarios • Monitoreo constante de las operaciones

Fuente: D'Alessio (2012)

1.3. La importancia de la organización por procesos

Evolución de las teorías de la administración

- Teoría de la administración científica de Frederick Taylor: Productividad, división de trabajo, selección y especialización de trabajadores, optimización de tiempos y movimientos.

- Teoría administrativa de Henri Fayol: Unidad de mando, la disciplina y dirección vertical, la jerarquía y el alcance de control, la homogeneidad de función y la delegación de autoridad.
- C. Barnard, E. Mayo: Motivación, satisfacción y relaciones humanas del empleado, para aumentar la productividad.
- Fin de Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos fuente de productos manufacturados, fundamentada en la gerencia orientada a los objetivos, a las cifras, al producto, estructura basada en funciones, éxito relativo.
- C. Argirys, F. Herzberg, D. McGregor: Relacionaron la especialización del trabajo con la insatisfacción y la pérdida de productividad del trabajador.
- E. Deming. Japón, administración de la calidad total (TQM). Se debe cambiar el enfoque de la administración por funciones a un sistema de administración orientado a los procesos, para obtener mayor productividad, orientación hacia el cliente, mejora continua, trabajo en equipo, satisfacción del empleado.

Organizar a la empresa en base a una metodología por procesos es un reto y el de los más importantes, pues permitirá identificar puntos de mejora. Asimismo, sería más flexible, permite adoptar un propio modelo y cultura de calidad e innovación, "igualmente, este es un esquema que apoya el mejoramiento continuo de las organizaciones" (Palacio y Patiño, 2012, p. 119).

La organización funcional

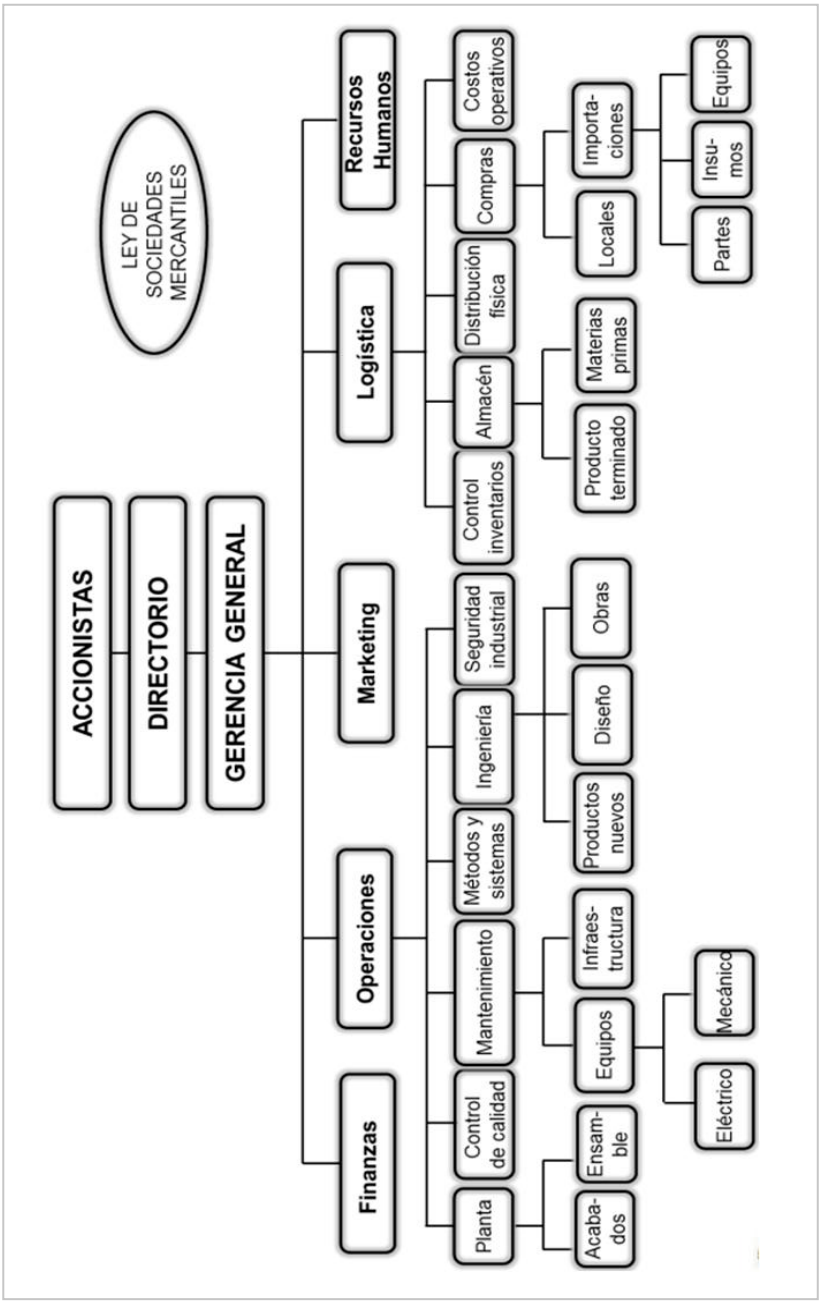
Se caracteriza por favorecer la rápida adquisición de destrezas, facilitar el control del personal, designar responsabilidades de manera inmediata, proporcionar una línea de carrera a los empleados, cumplir las funciones como responsabilidad prioritaria y cumplir los principios universales de la organización.

Principios clásicos universales de la administración:

- Unidad de mando.
- Homogeneidad de funciones.
- Alcance del control.
- Delegación de autoridad.

En la Figura 24, presentamos una típica organización funcional.

Figura 24. Organización funcional



Fuente: D'Alessio (2012)

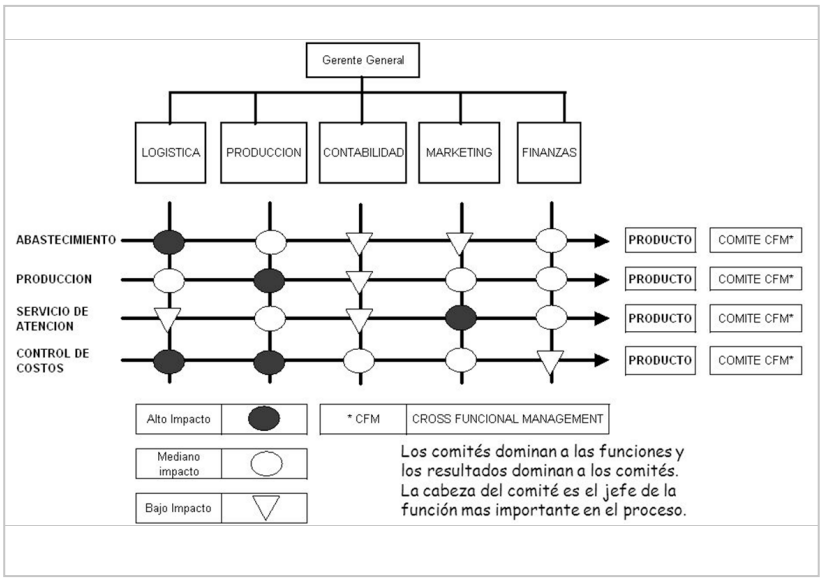
La organización por procesos

Las organizaciones por procesos se caracterizan por semejarse a miniempresas independientes, donde el dueño del proceso es responsable de obtener los insumos, del proceso de producción del bien o servicio, del marketing y las ventas del producto. Por tanto, asume los resultados, utilidades o pérdidas del mismo. Este tipo de organización:

- Se enfoca en los procesos clave del negocio.
- Elimina las tradicionales fronteras entre departamentos.
- Es flexible por naturaleza.
- Busca terminar un proceso total más que una actividad en particular.
- Permite una rápida coordinación entre el personal de la unidad.
- Responde rápidamente a las variaciones del entorno.
- Facilita el uso de equipos de trabajo autónomos y con capacidad para resolver problemas.

En la Figura 25, presentamos un ejemplo de una organización por procesos.

Figura 25. Organización por procesos



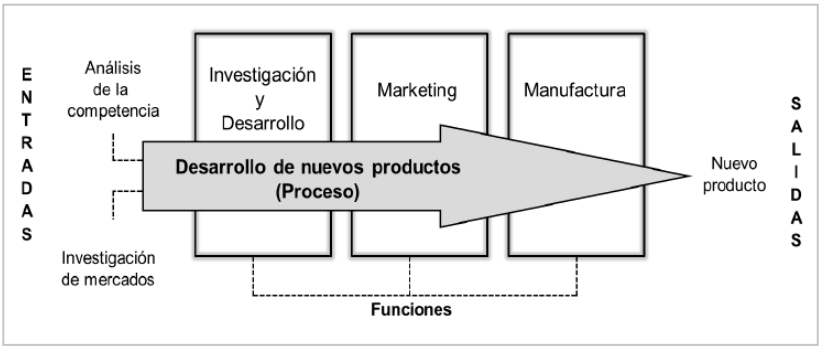
Fuente: Internet

Ventajas de una organización por procesos (Figura 26):

- Mayor coherencia, coordinación e integración de todo el equipo de trabajo.
- Incremento en los tiempos de respuesta de atención a nuestro cliente interno y externo de cara mercado.
- Mayores controles a lo largo de todos los procesos, reduciendo costos y siendo más eficientes y eficaces.
- Incremento en los niveles de creatividad e innovación.
- Incremento en la satisfacción de las tareas por parte de los usuarios.
- Mayor flexibilidad en los cambios de la empresa, asimismo, permite las simulaciones de dichos cambios.
- Incrementa la rapidez en el crecimiento de la productividad en la organización.

Esquema de un proceso interfuncional.

Figura 26. Esquema de un proceso interfuncional



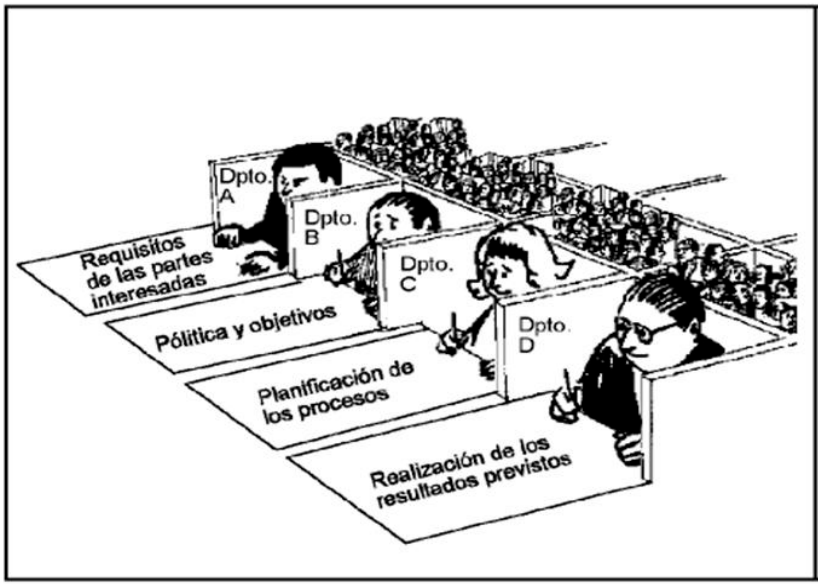
Fuente: D'Alessio (2012)

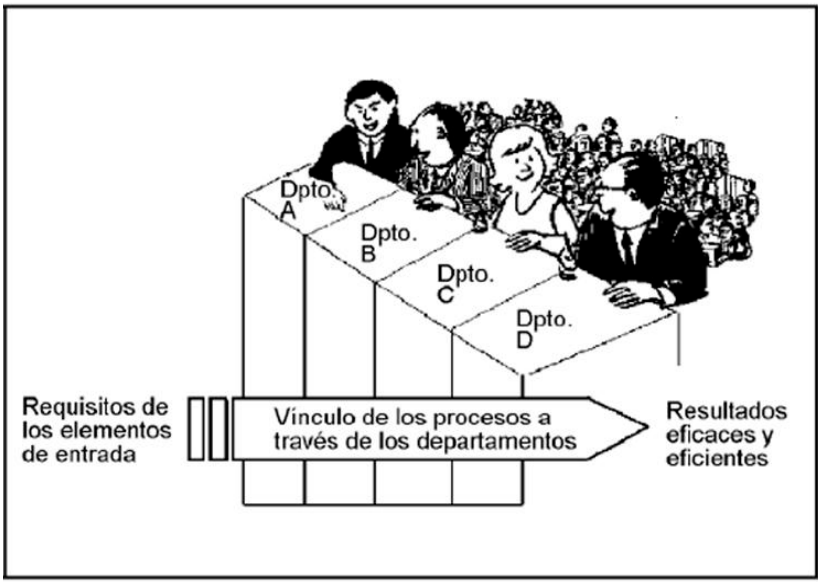
De la organización funcional a la organización por procesos (Figura 27)

La organización basada en un organigrama vertical o por funciones, su comportamiento es rígido, dividiendo a la empresa en departamentos aislados y dificultando la comunicación e interrelación entre ellos, asimismo, perdiendo el control y la ubicación de nuestros clientes internos y externos. Hoy las empresas de muchas de ellas familiares y/o pymes no entienden este enfoque o

muestran una resistencia al cambio. Esto conlleva a la poca efectividad de orientar el negocio a la satisfacción, expectativas y necesidades del cliente.

Figura 27. Organización funcional *versus* organización por procesos





Fuente: Internet

En la transición de una organización funcional a la de procesos (Tabla 7), facilita la mejora de la eficiencia, eficacia y efectividad de la gestión empresarial. Esto permitiría un gran desenvolvimiento de la organización en el mercado. Además permite automatizar procesos y procedimientos con las nuevas tecnologías *world class*.

Tabla 7. Comparativo de organización funcional *versus* organización por procesos

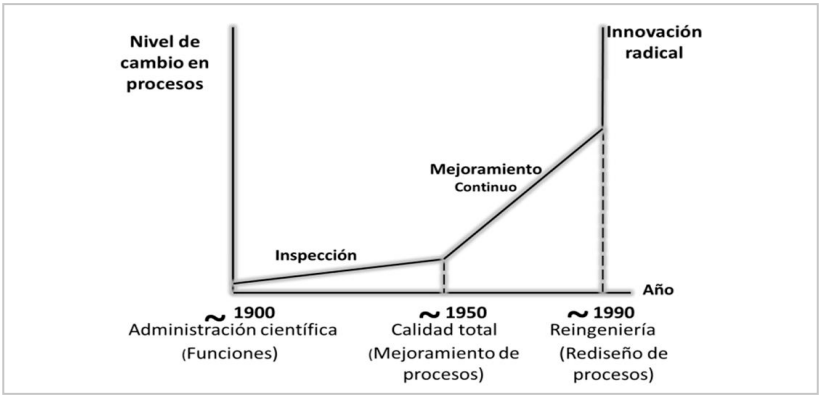
Organización Funcional	Organización por Procesos
Orientado a la tarea	Orientado al cliente
Organización vertical	Organización horizontal
División efectiva del trabajo	Mejor coordinación e integración del trabajo
Flexibilidad limitada, evita problemas	Rapidez en la solución de problemas
Máximo desarrollo y utilización de habilidades y especialidades	Competencias amplias en diversas tareas
Desarrollo de actividades específicas	Mayores niveles de creatividad
Efectiva contratación y línea de carrera de expertos	Mayor satisfacción de las tareas
Responsabilidad limitada	Resposnabilidad compartida

Fuente: D'Alessio (2012)

El pensamiento administrativo moderno

Podemos mencionar que hemos tenido diferentes etapas de la evolución de la administración. Por ello, varios cambios en el tiempo de la forma adecuada de administrar una organización.

Figura 28. Evolución de las opciones administrativas



Fuente: D'Alessio (2012)

"El pensamiento a partir de procesos es fundamental en la administración moderna, pues en el proceso se centran los conceptos de valor agregado y de productividad, y conseguirlos conlleva la tan buscada competitividad. Es decir, todo lo que pueda hacerse en los procesos conduce a la reacción en cadena de la calidad del Doctor Deming. La calidad total es el mejoramiento de los procesos y la reingeniería no es otra cosa que el rediseño de estos, cuando se busca un cambio radical de los mismos" (D'Alessio, 2012, p. 56).

Entonces, podemos decir que todo este pensamiento moderno nos permite realizar una transformación de nuestra organización de una forma estructurada a una transversal.

Tabla 8. Características de las opciones administrativas

Característica	Administración Científica	Calidad Total	Reingeniería
Mejora	Inspección rutinaria	Mejoramiento continuo	Innovación radical
Punto de inicio	Proceso existente	Proceso existente	Cambio total del proceso
Frecuencia de cambio	Progresivo	Continuo	Una vez
Tiempo requerido	Corto	Intermedio	Largo
Participación	Abajo-Arriba	Arriba-Abajo	Arriba-Abajo
Panorama	Estrecho (funcional)	Mediano (funcional)	Amplio (interfuncional)
Riesgo	Bajo	Moderado	Alto
Método	Inspección visual	Control estadístico de procesos	Sistemas y tecnologías de la información
Tipo de cambio	Ninguno	Cultural	Estructural y cultural

Fuente: D'Alessio (2012)

Implementación de un sistema de administración por procesos.

- Identificar los procesos operativos y administrativos más importantes.
- Determinar las fronteras de los procesos. Es decir, las entradas, el proceso y las salidas.
- Identificar los proveedores y clientes de cada proceso.
- Comprender los procesos, su misión y sus objetivos.
- Desarrollar la visión de los nuevos procesos.
- Evaluar la relevancia estratégica de cada proceso.
- Calificar cultura y políticas de cada proceso.
- Evaluar la "salud" de cada proceso.
- Diseñar y simular los nuevos procesos.
- Desarrollar acciones de cambio y modernización permanentes.
- Permitir flexibilidad ante las variaciones del entorno y adecuarse al mismo.

En la Figura 28, presentamos un modelo para la implementación de la gestión por procesos, proporcionado por la consultora Sandoval Group ©.

Figura 28. Evolución de las opciones administrativas

Fuente: Sandoval Group

Función de producción en la empresa

Conjunto de componentes entre los factores o insumos manipulados en un proceso de transformación (entradas o insumos), y el resultado o producto obtenido (productos o servicios).

"La función de producción en la empresa puede definirse como el proceso de transformación de los insumos que toma de su entorno, en productos, bienes o servicios, con valor agregado" (D'Alessio, 2012, p. 64).

Fases de la producción:

- Insumos.
- Procesos.
- Productos: Bienes físicos y/o servicios.

Decisiones de la dirección de operaciones

- Decisiones del proceso: elección de la tecnología, análisis del flujo del proceso, distribución en planta.
- Decisiones de la calidad.
- Decisiones de la capacidad: instalaciones, planificación agregada, programación de las operaciones.
- Decisiones de los inventarios.

Estrategias empresariales

La ventaja competitiva es la generación y/o creación de valor, a través de un desempeño superior, que da un valor agregado al resultado o entregable final. Es la característica única, sostenible y diferenciadora sobre la competencia. Esta ventaja permite obtener mejores resultados y, por tanto, tener una posición competitiva superior en el mercado.

Existen diversas fuentes para generar ventaja competitiva, como la ubicación de nuestra empresa, la calidad, innovaciones en los productos que fabricamos, el servicio que ofrecemos o menores costos de producción, entre otras.

"La ventaja competitiva describe la forma en que una empresa puede elegir e implementar una estrategia genérica para lograr y mantener la ventaja competitiva" (Porter, 1991, p. 44).

"Es aquella característica diferenciadora sobre la competencia que reduce los costos de los productos, ventaja que suele ser el resultado del producto o del mercado" (D'Alessio, 2012, p. 66).

Figura 30. Estrategias genéricas de Porter

Fuente: Internet

- **Liderazgo en costos:** Implica producir con costos más bajos que la competencia. Esto permite a la empresa obtener rendimientos superiores al promedio, incluso en sectores de alta competencia.

  Factores a considerar:

  - Economías de escala.
  - Curva de aprendizaje.
  - Optimización y utilización adecuada de la capacidad instalada.
  - Relación costos fijos-costos variables.
  - Perfeccionamiento o modernización de las técnicas de producción.
  - Enlaces y transacción entre las diferentes actividades.
  - Costos de materiales y materias primas.

- **Diferenciación:** Una empresa se diferencia en el mercado cuando ofrece un producto o servicio similar al de otra empresa, pero tiene ciertas características que hacen que el cliente

lo perciba como único. Por ello, está dispuesto a pagar un precio superior.

Factores a considerar:

- Características del producto o servicio.
- Características del mercado.
- Curva de aprendizaje.
- Tecnología.
- Enlaces y transacciones entre las actividades.
- Flexibilidad productiva.
- Forma en la que la empresa hace negocios y se comunica con sus clientes.

- **Enfoque o concentración:** Esta estrategia busca dar un servicio excelente a un mercado particular. La empresa se concentra en satisfacer segmentos bien definidos, de población, de productos o geográficos. Las dos primeras, liderazgo en costos y diferenciación, buscan la ventaja general en su sector, mientras que la tercera, enfoque, busca tener la ventaja en un mercado objetivo.

  Puede ser:

  - Enfoque en costos.
  - Enfoque en diferenciación.

Ventaja competitiva con la tecnología

La tecnología modifica la ventaja competitiva si representa un cambio significativo de la empresa en relación con el costo o la diferenciación.

Un cambio tecnológico llevará a una ventaja competitiva sostenible bajo las siguientes circunstancias:

- Disminución en el costo o aumento de la diferenciación.
- Cambio en las directrices del costo o exclusividad en favor de la empresa.
- Pionero en el cambio tecnológico.
- Mejora de la estructura general del sector industrial.

Lecturas seleccionadas para la Unidad 1

- Guía para una gestión basada en procesos

https://bit.ly/3FRbi3n

- ¿Para qué medir los procesos de una organización?

https://bit.ly/3P8bfUZ

Actividad 1

1. Identifique una empresa de bienes o servicios y elabore el mapa de procesos.
2. Identifique un producto o servicio terminado de una empresa de bienes o servicios y elabore el ciclo operativo para este producto o servicio.
3. Identifique por lo menos dos empresas de bienes en cada casilla y clasifique según sus operaciones productivas y según el grado de tecnología y repetitividad.

TECNOLOGÍA / REPETITIVIDAD	Manufactura	Conversión	Reparación
Continuo / Continuo			
Lote, Serie, Masivo / Intermitente			
Artículo único / Una vez			

4. Identifique por lo menos dos empresas de servicios en cada casilla y clasifique según sus operaciones productivas y según el grado de tecnología y repetitividad.

TECNOLOGÍA / REPETITIVIDAD	Logística	Seguridad	Bienestar
Continuo / Continuo			
Lote, Serie, Masivo / Intermitente			
Artículo único / Una vez			

5. Del texto *Guía para una gestión basada en procesos*, identifique y describa los pasos a seguir para implementar la gestión por procesos en una empresa.

Glosario de la unidad I

1. **Cadena de valor:** Es la herramienta de análisis que permite ver hacia en dónde está la empresa, en busca de una fuente de ventaja en cada actividad que se realiza (Porter, 2004).

2. **Cliente frecuente:** Es el tipo normal de la relación. Los clientes utilizan el servicio ofrecido y se sienten cómodos al regresar por ayuda. Los clientes ya han formado el hábito de utilizar estos servicios. En caso de que la organización incurra en un error, estos se mostraran dispuestos a darles otra oportunidad si el mismo es resuelto de forma correcta (Pérez, 2006).

3. **Cliente fidelizado:** Es el nivel más alto en la relación de negocios. No solo acude a la organización para recibir un servicio o comprar un producto, sino que se siente identificado con la empresa, habla con sus amigos y familiares sobre la empresa y le agrada recomendar nuevos clientes (Pérez, 2006).

4. **Cliente externo:** Adquiere los productos y servicios ofrecidos. Es extraño o ajeno a la empresa y es la fuente de ingresos que sostienen las operaciones. Sin embargo, si consideramos a los clientes de una empresa como un concepto más amplio e integral, podríamos decir que están constituidos por todas las personas cuyas decisiones determinan la posibilidad de que la organización prospere en el tiempo (Pérez, 2006).

5. **Cliente interno:** Trabaja en la empresa y posibilita la producción de bienes o servicios. Cada unidad, departamento o área es cliente y proveedora de servicios al mismo tiempo, garantizando que la calidad interna de los procesos de trabajo se refleje en la que reciben los clientes externos. De ahí que cuando las personas de una organización solicitan un servicio, lo que están pidiendo es apoyo, colaboración o una buena disposición para que se les brinde lo que necesitan (Pérez, 2006).

6. **Comprador:** Acostumbra a adquirir uno o dos de los servicios, pero aún no tiene el hábito de utilizarlos de forma regular. No recurre a la organización en busca de servicios adicionales ni siente que exista una relación especial con los proveedores o la organización en sí misma (Pérez, 2006).

7. **Estrategia:** Para casi todos a quienes se les pregunte, la estrategia es un plan una especie de curso de acción conscientemente determinado, una guía (o guías) para abordar una situación específica. Un niño tiene una estrategia para brincar una barda, una corporación tiene también una estrategia para captar un mercado. Según esta definición, las estrategias tienen dos características esenciales: se elaboran antes de las acciones en las que se aplicarán y se desarrollan de manera consciente y con un propósito determinado (Mintzberg, 2006).

8. **Proceso:** Es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (Norma ISO 9000, 2005).

Segunda Unidad

2.

El planeamiento de las operaciones productivas

2.1. Pronóstico de las operaciones productivas (Figura 31)

Los pronósticos: Pronosticar es el arte y ciencia de predecir los eventos futuros. La necesidad de los pronósticos ha ido creciendo y ahora estos son importantes en actividades como: el presupuesto de gastos, la expansión de planta, la compra de materias primas, etc. El planeamiento de la producción a largo, mediano y corto plazo sería imposible si no se contara con algún tipo de pronóstico. Pronosticar es un insumo para todos los tipos de planeación y control empresarial, dentro y fuera de la función de las operaciones productivas. Se dice que es mejor un mal pronóstico que ninguno.

Figura 31. Pronósticos de las operaciones productivas

Fuente: D'Alessio (2012)

Estudio de mercado

Mercado: Área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados.

Estudio de mercado: Es la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización (Figura 32).

Objetivos del estudio de mercado:

- Ratificar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado.
- Determinar la cantidad de bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios.
- Conocer cuáles son los medios que se emplean para hacer llegar los bienes y servicios a los usuarios.
- Dar una idea al inversionista del riesgo que su producto sea o no aceptado en el mercado.

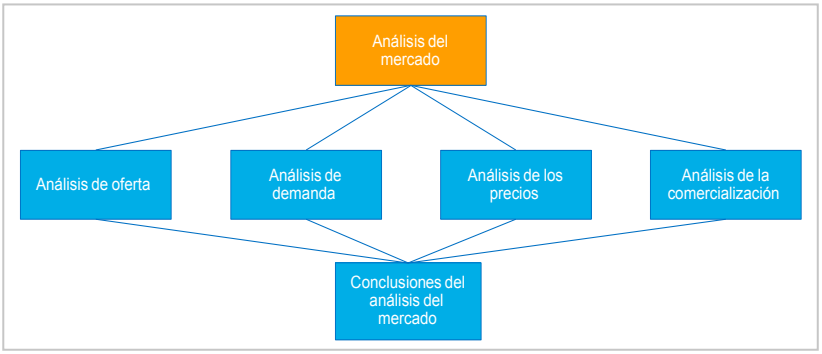
Características del estudio de mercado:

- La recopilación de la información debe ser sistemática.
- El método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso.
- Los datos recopilados siempre deben ser información útil.
- El objeto de la investigación siempre debe servir como base para la toma de decisiones.

Pasos a seguir:

- Definición del problema.
- Necesidades y fuentes de información.
- Diseño, recopilación y tratamiento estadístico de los datos.
- Procesamiento y análisis de los datos.
- Informe.

Figura 32. Estructura de análisis de mercado



Análisis de la oferta

- **Oferta:** Es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado.
  El propósito es determinar o medir las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio.
- **Analizar la oferta:** Productores, localización, capacidad instalada y utilizada, calidad y precio de los productos, planes de expansión, inversión fija y número de trabajadores.
- **Determinantes de la oferta:** Precio del mercado, costo de los insumos, tecnología, expectativas del precio, número de productores.

Análisis de la demanda

- **Demanda:** Es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.
  Según el Marketing, la demanda es una formulación expresa de un deseo, condicionada por los recursos disponibles del individuo y por los estímulos de *marketing* recibidos.
- **Determinantes de la demanda:** Precio del mercado, ingreso del consumidor, precio de bienes relacionados, gustos, expectativas.
  Medir la demanda significa cuantificar su alcance, tanto de la demanda actual como de la demanda potencial.
  Explicar la demanda pretende identificar las variables que determinan la demanda y averiguar de qué modo influyen en su comportamiento.
  Pronosticar la demanda se refiere a una previsión del nivel de demanda en el futuro.

Análisis de precios

- **Precio:** Es la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.

  Según el *marketing*, el precio es la cantidad de dinero que se paga por obtener un producto, así como el tiempo, esfuerzos y moles-

tias necesarias para obtenerlo. Valor que el comprador da a cambio de la utilidad que recibe por la adquisición de un bien o servicio.

- **Condicionantes de la fijación de precios:** Ciclo de vida del producto, marco legal, mercado y competencia, objetivos de la empresa, partes interesadas, comercial, respuesta de la demanda, costos y curva de experiencia del producto.
- **Métodos de fijación de precios:** Basado en el costo, en la competencia, en el mercado.

Análisis de comercialización

- **Comercialización:** Es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar.
- **Intermediarios:** Empresas propiedad de terceros encargados de transferir el producto de la empresa productora al consumidor final, para darle el beneficio de tiempo y lugar.
  Beneficios de los intermediarios:
  - Asignan a los productos el lugar oportuno.
  - Concentran grandes volúmenes.
  - Salvan grandes distancias y asumen riesgos.
  - Conocen los gustos de los consumidores.
  - Son los que verdaderamente sostienen a la empresa al comprar grandes volúmenes.
  - Muchos intermediarios promueven las ventas al otorgar créditos a los consumidores y asumir el riesgo de cobro.

Tipos de pronóstico

Los pronósticos se caracterizan en: cualitativos y cuantitativos.

Tabla 9. Pronósticos de las operaciones productivas

Tipos	Métodos
Subjetivos	Estimación de vendedores Encuesta de mercado de consumo Grupos de consenso Jurado de opinión ejecutiva Método Delphi
Cuantitativos	Promedio simple Promedio ponderado Suavización exponencial simple Suavización exponencial doble Regresión lineal

Fuente: D'Alessio (2012)

Cualitativos

Estos tipos de pronóstico son relativos y se basan en estimaciones y opiniones.

- **Método Delphi:** Se encarga de desarrollar un método, concerniente al progreso y percepción de los elementos del entorno y sus interacciones, para así conocer el futuro.
- **Investigación de mercado:** Este método ayuda a la colección, tratamiento y el análisis de la información, para ver el comportamiento del mercado y las organizaciones, para tomar mejores decisiones.
- **Consenso de grupos:** Es el sistema de investigación que consiste en la consulta colectiva a un grupo definido, integrado por personas relacionadas con el tema a investigar, pretendiendo que deliberen, lleguen a un consenso y tengan conclusiones definidas.
- **Previsión imaginativa:** Se define como imaginación de lo que sucederá y su evolución en el tiempo.
- **Analogía histórica:** Es la realización de un análisis comparativo del crecimiento de los productos nuevo, parecidos o dirigidos a cumplir las mismas funcionales, todo esto basado a un pronóstico de patrones similares.
- **Análisis de impacto:** Es el análisis de impacto de las estrategias, en el crecimiento, desarrollo e impacto, en los diversos sectores de comercio.

Cuantitativos

"Los pronósticos de series de tiempo se encuentran entre los más utilizados por los paquetes de pronóstico vinculados con la proyección de demanda de productos. Todos ellos parten básicamente, de un supuesto común: que la demanda pasada sigue cierto patrón, y que si este patrón puede ser analizado podrá utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura" (Chapman, 2006, p. 23).

- **Promedio móvil:** Se calcula a través de un conjunto de datos, determinando el promedio mediante una media aritmética.

- **Ajuste exponencial:** El objetivo es aproximar una colección de datos por una curva que los represente adecuadamente y proporcione predicciones lo más fiable posible.
- **Box-Jenkins:** Este modelo hace referencia a tomar diversas variables, donde nos permite capturar una variedad de datos.
- **X-11:** Es una técnica que descompone las series cronológicas, periodos de tendencia y elementos anómalos.
- **Proyecciones de tendencia:** Este método se basa en juntar información histórica de un evento o negocio que nos permite hacer una proyección a través de estos datos, permitiéndonos obtener un pronóstico y/o futurístico a mediano o largo plazo.
- **Curva de experiencia:** Esta se genera a través de la información y la experiencia que permite tener un mayor conocimiento del mercado, a medida de esto podemos hacer que un producto o servicio logre optimizarse su costo de operación, logrando producir de una forma eficaz y eficientemente.
- **Modelos de regresión:** Este modelo usa la relación entre dos a más variables para determinar la relación estadística que permitirá predecir nuevas observaciones. Además, este tipo de modelo de regresión nos permite explicar estas variables o eventos, dando una respuesta a estas variables que son nuestras interrogantes.

Modelo de regresión lineal simple

La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente. El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente). Es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.

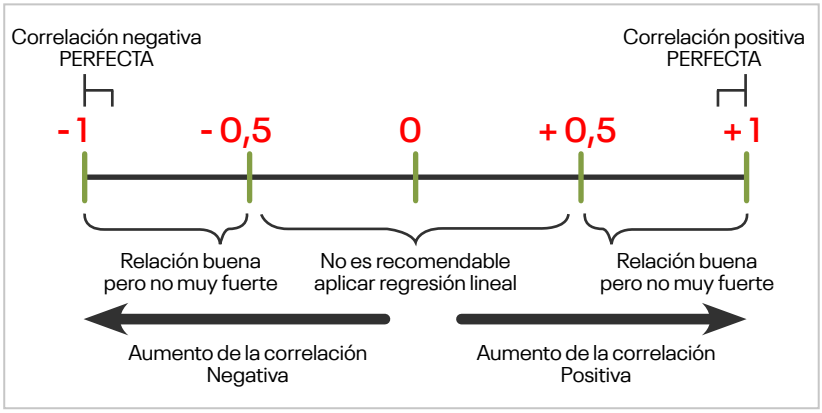
Requiere de un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

El análisis de regresión determina la intensidad entre las variables a través de coeficientes de correlación y determinación.

Coeficiente de correlación [r] (Figura 33)

El coeficiente de correlación, comúnmente identificado como r o R, es una medida de asociación entre las variables aleatorias x y Y, cuyo valor varía entre -1 y +1.

Figura 33. Coeficiente de correlación



Fuente: Internet

El coeficiente de correlación lineal (r) mide el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas. El cálculo del coeficiente de correlación se efectúa así:

$$r = \frac{n\sum x_i \sum y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\sqrt{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

Coeficiente de determinación (r^2)

Muestra el grado de relación de variabilidad entre x e Y. Es importante saber que el resultado del R Cuadrado oscila entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar. De forma inversa, cuanto más cerca de cero, menos ajustado estará el modelo y, por tanto, menos fiable será.

Modelo de regresión lineal

Fórmulas:

Y = a + bX

Donde:

a = desviación al origen de la recta

b = pendiente de la recta

X = valor dado de la variable X, el tiempo

Y = valor calculado de la variable Y, la demanda

$$a = \frac{\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum XY}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

Ejemplo de aplicación de un pronóstico de regresión lineal simple

Una empresa desea conocer la demanda de un nuevo cereal que espera lanzar al mercado. Para ello, ha tomado información de una empresa competidora de la cual tiene información histórica de los últimos diez años. Los datos se presentan en la siguiente tabla.

Año	Demanda histótica (Miles de bolsas de 500 g)
2008	62,765
2009	65,450
2010	66,320
2011	70,000
2012	86,000
2013	87,500
2014	90,980
2015	83,750
2016	95,008
2017	99,871

¿Cuál sería la demanda proyectada para el nuevo producto para los próximos cinco años?

Solución:

Realizamos los siguientes cálculos y determinamos los siguientes valores:

Año	X	Y	X*Y	X^2	Y^2
2008	1	62,765	62,765	1	3,939,445,225
2009	2	65,450	130,900	4	4,283,702,500
2010	3	66,320	198,960	9	4,398,342,400
2011	4	70,000	280,000	16	4,900,000,000
2012	5	86,000	430,000	25	7,396,000,000
2013	6	87,500	525,000	36	7,656,250,000
2014	7	90,980	636,860	49	8,277,360,400
2015	8	83,750	670,000	64	7,014,062,500
2016	9	95,008	855,072	81	9,026,520,064
2017	10	99,871	998,710	100	9,974,216,641
Total	**55**	**807,644**	**4,788,267**	**385**	**66,865,899,730**

Y = a + bX

b = (10*4788267) - (55*807644)/(10*385-(55)^2) = 4196.7

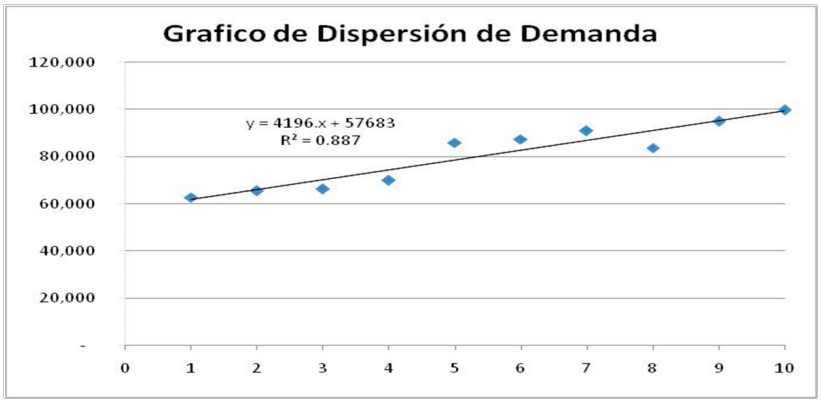
a = (807644 - 4196.7*55)/10 = 57682.7

r = (10*4788267 - 55*807644)/raíz(10*385-(55^2))*raíz(10*66865899730-(807644^2))

r = 0.9421 (Coeficiente de correlación aceptable)

R^2 = (0.9421^2) = 0.8876 (Coeficiente de determinación, el modelo se ajusta con un 88.76% de nivel de confianza)

Y = 57682.7 + 4196.7*X



Proyección de la demanda para los próximos cinco años.

AÑO	X	Y
2008	1	62,765
2009	2	65,450
2010	3	66,320
2011	4	70,000
2012	5	86,000
2013	6	87,500
2014	7	90,980
2015	8	83,750
2016	9	95,008
2017	10	99,871
2018	11	103,846
2019	12	108,043
2020	13	112,240
2021	14	116,437
2022	15	120,633

$$Y = 4196.7*X + 57682.7$$

$$Y(11) = 4196.7*11 + 57682.7 = 103,846$$

$$Y(12) = 4196.7*12 + 57682.7 = 108,043$$

$$Y(13) = 4196.7*13 + 57682.7 = 112,240$$

$$Y(14) = 116,437$$

$$Y(15) = 120,633$$

Conclusiones del análisis de mercado

- Se refiere a los aspectos positivos y negativos encontrados a lo largo de la investigación, los cuales pueden ser riesgos, oportunidades, amenazas, etc.
- Finalmente, debe señalarse la magnitud del mercado potencial que existe para el producto en unidades/año.
- La conclusión debe referirse si se recomienda con nivel de confianza (R^2) continuar con el estudio o si lo mejor es detenerse por falta de mercado o por cualquier otra causa.

2.2. Planeamiento y diseño del producto

"El diseño del producto es de suma importancia para el desarrollo y supervivencia de las empresas. Existen industrias que cambian con rapidez, y la introducción de nuevos productos bien diseñados ha constituido parte fundamental de su éxito. La toma de decisiones sobre el diseño del producto es primordial, pues estas afectan a cada una de las áreas de toma de decisiones, por lo tanto, el diseño del producto debe de coordinarse con el área de diseño de procesos y sistemas" (Carrillo, 2017, p. 5).

El aspecto más importante en la gestión empresarial es el planeamiento y diseño del producto, sea bien o servicio.

El éxito empresarial depende de productos de calidad y buen costo para los clientes.

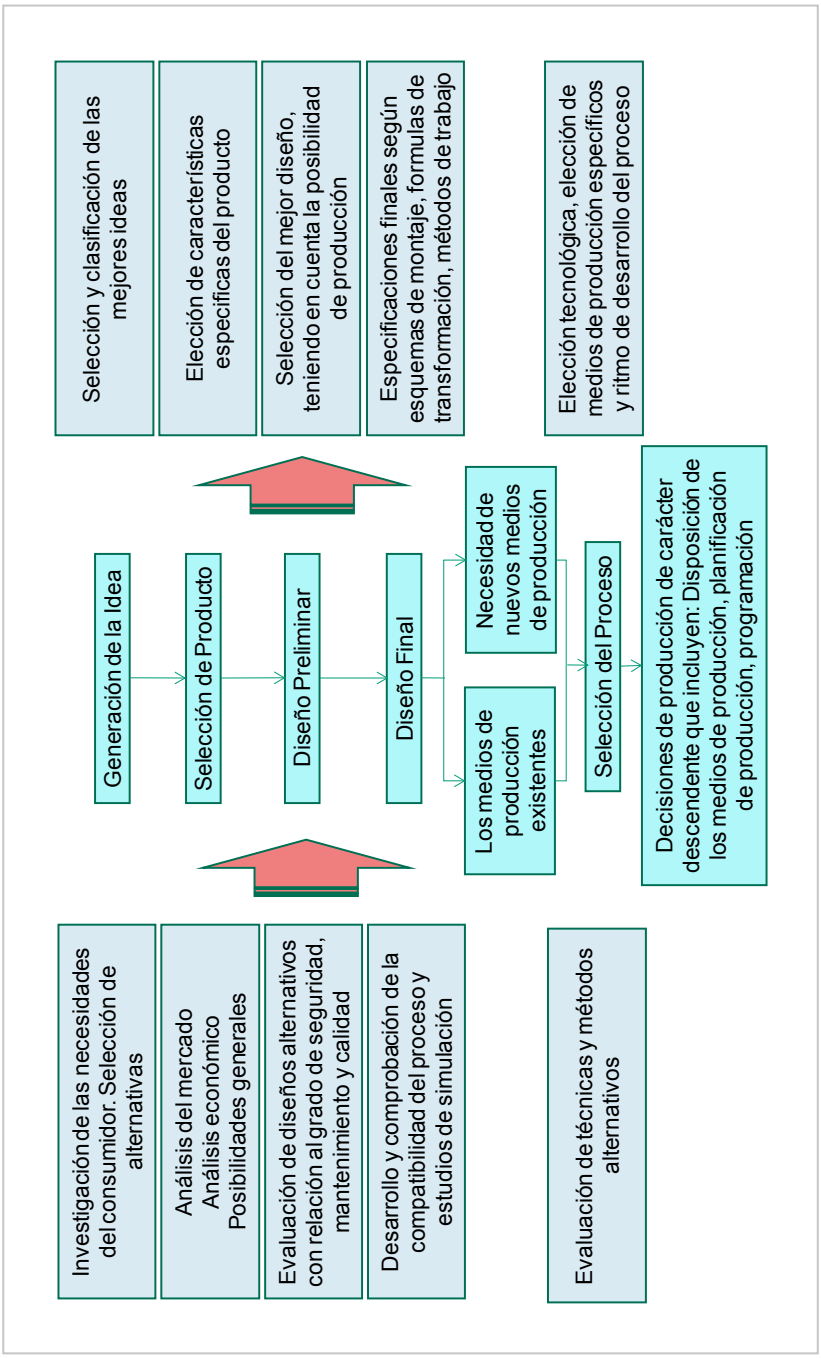
Los productos son el reflejo de las empresas. Son la imagen de la empresa para el consumidor, productos innovadores, agresivos y competitivos. Son el resultado de empresas con iguales características. Producto bueno, empresa buena.

El diseño del producto afecta los requerimientos del diseño del proceso, diseño de planta, de los requerimientos de competencias de personal, de los materiales y el transporte necesario.

Etapas del diseño del producto

El procedimiento del diseño del producto consta de las siguientes etapas (Figura 34): incubación de ideas, seleccionar el producto, contar con un diseño o prototipo preliminar y final, es así como desarrollamos el producto o servicio.

Figura 34. Etapas del diseño del producto



Fuente: D'Alessio (2012)

- **Generación de la idea**
  Las ideas se pueden generar a partir del mercado o a partir de la tecnología.
  - Ideas de mercado: Son aquellas que se derivan de las necesidades del consumidor. La identificación de las necesidades del mercado puede llevar entonces al desarrollo de nuevas tecnologías y productos para satisfacer estas necesidades.
  - Ideas de tecnología: Las ideas también pueden surgir de la tecnología disponible o nueva. La explotación de la tecnología es una fuente muy rica de ideas para nuevos productos.

- **Selección del producto**
  El análisis del producto consiste en identificar las mejores ideas y seleccionar la mejor idea del producto. La selección debe pasar por tres pruebas básicas:
  - Potencial de mercado.
  - Factibilidad financiera.
  - Compatibilidad con operaciones.

- **Diseño preliminar del producto**
  El resultado debe ser un diseño de producto que resulte competitivo en el mercado. Este elemento especifica por completo el producto. En el diseño preliminar se debe tomar en cuenta: costo, calidad, rendimiento del producto.

- **Diseño del prototipo**
  La construcción del prototipo puede tener varias formas. Como parte del diseño, se pueden fabricar a mano varios prototipos que se parezcan al producto final en bienes. En servicios, se puede probar el concepto del servicio en un solo punto en su uso real.

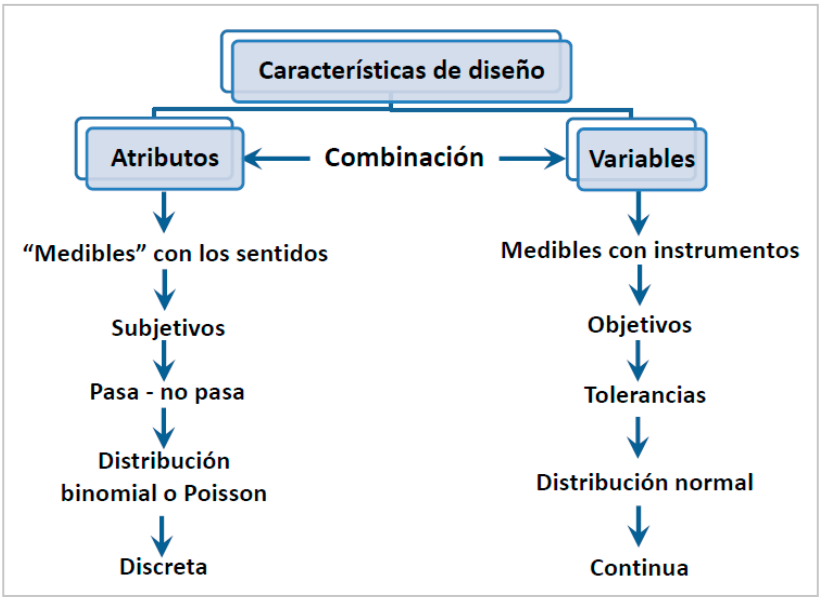
- **Pruebas**
  Las pruebas en los prototipos buscan verificar el desempeño técnico y comercial del producto, para incorporar los resultados de las pruebas como cambios de ingeniería en el diseño final.

- **Diseño final del producto**
  Se realizan los dibujos y especificaciones finales para el desarrollo del producto. Se enfoca en la terminación de las especificaciones de diseño para que se pueda producir.

Aspectos que consideran las empresas en el diseño (Figura 35)

- Características: Sus atributos (subjetivos) y variables (objetivos).

Figura 35. Características del diseño del producto



Fuente: D'Alessio (2012)

- **Tecnología conocida y probada para producirlo:** Hoy una ventaja competitiva ante otras empresas es la tecnología, que nos permite ser más eficaces y eficientes, siendo estas herramientas un factor de cambio en el nuevo mundo competitivo, del mismo modo siempre hay que tener en cuenta el factor de riesgos ante estas nuevas implementaciones. Para ello, siempre se debe tener mapeado los procesos y procedimientos. También contar con el alcance y el impacto en las distintas oficinas, para lograr una correcta implementación de éxito en nuestras organizaciones.

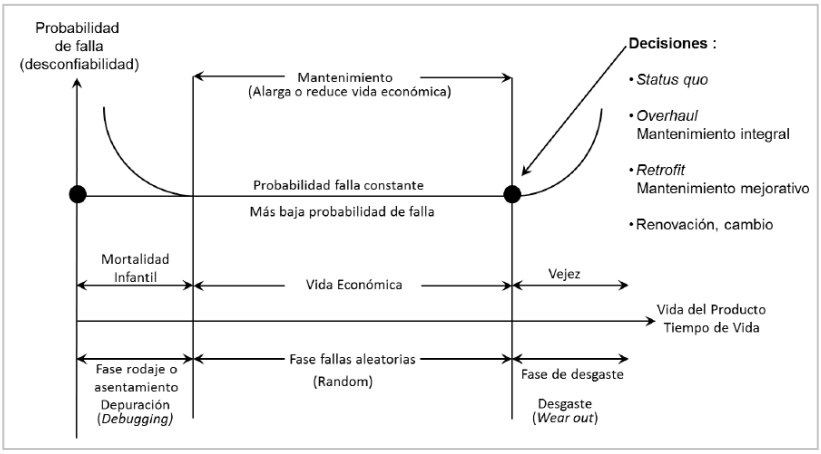
- **Conocimiento del personal (*know-how*) para producirlo:** Se tiene que tener en cuenta que el recurso humano es el componente clave en una empresa. Por ello, un capital cuyo valor y potencial aumenta paralelamente es el perfeccionamiento de sus conocimientos, capacidades y habilidades.

  Debemos tener en cuenta que una de las cuestiones fundamentales relativas al conocimiento de los distintos integrantes del equipo humano de una empresa es el *know how*, que podría traducirse como "saber hacer", y hace referencia a la forma de hacer las cosas de las empresas y cómo emplea sus recursos para producir sus productos o servicios.
- **Normativas existentes (leyes, patentes, regulaciones):** Debemos tener en cuenta que el producto requiere ser compatible con las normas sociales, ambientales, regulaciones y patentes que se encuentren actualmente en vigor.

  Esquematicemos un ejemplo. El embalaje (*packaging*) del vidrio es un plástico que protege al producto y este es un componente nocivo para el ambiente. ¿Es posible reciclarlo? Para ello, requerimos que la etiqueta y la cubierta deben cumplir con las normas, etc.
- **Posibilidades de fabricación con los procesos conocidos:** Para lograr una adecuada articulación en la fabricación de productos, se requiere del conocimiento de los procesos como metodología y el *know how* del negocio, así como del proceso de producción, requisitos técnicos, localización, distribución en planta, metodología de trabajo (roles, funciones, metas, objetivos, incentivos, reconocimiento etc.), gestión de materiales, calidad, innovación, renovación de equipos, etc.
- **Confiabilidad-"confianza que funcione":** Se genera a través de estrategias, que aterrizan en técnicas, herramientas y métodos, que contribuyen en determinar un componente, para así medir la calidad del trabajo y del servicio a brindar, bajo un estándar de escenarios óptimos y tiempos determinados.
- **Mantenibilidad-"reestablecer funcionamiento":** El mantenimiento (preventivo o correctivo) se produce cuando se toca

un componente del equipo y estos son ejecutados en tiempos ya establecidos. En algunos casos también se tiene que tener en cuenta que los tiempos cambian cuando existe dificultad técnica que está dentro del proceso de mantenimiento.

Figura 36. Ciclo de vida del mantenimiento



Fuente: D'Alessio (2012)

- **Costo:** Para definir el costo de un bien (producto y/o servicio), se tiene en cuenta el precio de la materia prima, costo de maquinarias, de inmuebles y de mano de obra (directa, indirecta).

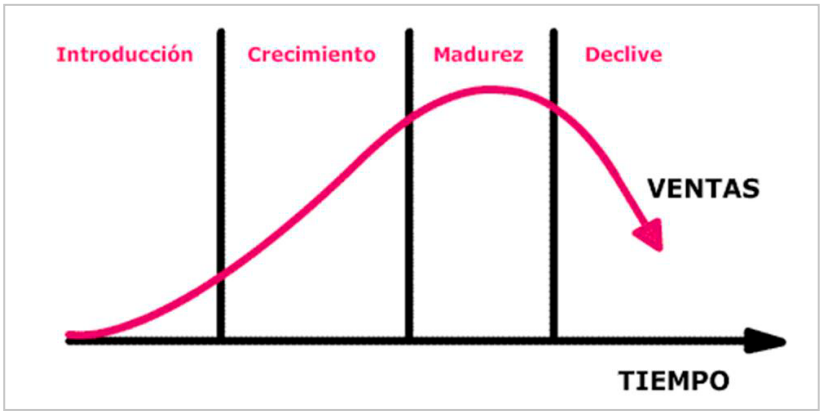
Aspectos que consideran los clientes

- **Prestaciones:** Características funcionales primarias del producto.
- **Peculiaridades:** Complemento al funcionamiento básico de un producto.
- **Confiabilidad:** Probabilidad que de un producto falle en un periodo de tiempo.
- **Conformidad con las especificaciones:** Es el grado en que el producto cumple con las normas establecidas.
- **Durabilidad:** Forma de medir la vida útil de un producto.
- Disposición de servicio y atención al cliente.
- **Estética:** Aspecto, tacto, sonido, sabor, olor.
- **Calidad percibida:** Dimensión subjetiva.

Ciclo de vida del producto (Figura 37)

Es la progresión de un producto a través de las cuatro etapas de su tiempo en el mercado. Las cuatro etapas de ciclo de vida son: introducción, crecimiento, madurez y declive. Todos los productos tienen un ciclo de vida y el tiempo en cada etapa varía de producto en producto.

Figura 37. Ciclo de vida del producto



Fuente: Internet

En la etapa de la introducción el producto ingresa al mercado y el negocio pareciera tener un punto de apoyo en la escalera de ventas:

- Estableciendo la marca y asegurando al mercado la calidad del nuevo producto.
- Una política de precios bajos para llegar al mercado, aunque con poca competencia, el precio puede ser alto inicialmente para recuperar los costos de desarrollo.
- Selección de un modelo de distribución para llevar el producto al mercado.
- Promoción del producto aspirando al público específico como foros en línea.

Después de la etapa de la introducción viene la de crecimiento. Esta buscará llevar los desarrollos de la primera etapa, al siguiente nivel:

- Manteniendo la calidad del producto y añadiendo cualquier servicio extra o apoyo que se vuelva obvio durante la etapa de introducción.
- Conservando el precio en un buen nivel para mantener el crecimiento de ventas.
- Incrementando la distribución y suministrando nuevas y más rápidas maneras de llevar el producto a los anaqueles.
- Campañas de *marketing* dirigidas a un público más amplio y una cuota de mercado creciente para el producto.

Con el crecimiento establecido, la siguiente etapa en el ciclo de vida es la madurez. Los negocios lidian con esto:

- Añadiendo características que hagan que el producto difiera de los competidores que entran al mercado.
- Reduciendo los precios para contrarrestar la competencia.
- Revisando los canales de distribución y usando incentivos para animar a las tiendas a tener mercancía del producto original en lugar de preferir los nuevos productos.
- Nuevas promociones cuyo objetivo sea mostrar la diferencia entre productos.

Cuando llega la etapa de declive el negocio considerará:

- Mantener el producto en el mercado, pero añadiendo o quitando ciertas características, o buscando nuevos usos para él mismo.
- Reducir los costos y producción y mantenerlo solo para un nicho de mercado.
- Descontinuar el producto o vender los derechos del mismo a otra compañía.

Al mantener una fijación fuerte en las cuatro etapas del ciclo de vida de un producto, un negocio puede maximizar el retorno y darse cuenta cuando es el mejor momento para despojarse de un producto. Pasar esto por alto puede costarle al negocio su dinero y llevarlos a un ciclo de vida del producto limitado.

La calidad del diseño

El proceso de definición y diseño de un servicio o producto es la etapa más crítica dentro del proceso de la empresa, pues estas deben responder a las necesidades del cliente final, el cual va adquirir dicho producto o servicio. Asimismo, este diseño debe de aterrizar en características puntuales (dimensiones, peso, prestaciones, tiempo de respuesta en la entrega, equipamiento, etc.). Planear y diseñar un jabón, un automóvil o un avión, estos productos, toma diferentes tiempos de investigación y desarrollo, y luego tiempos y costos de operación y mantenimiento.

La solidez de la calidad de los productos es principalmente una función del buen diseño, los requisitos esenciales establecidos en lo que respecta a calidad son:

- La calidad del producto es más una función del diseño que de control en la línea de producción.
- Cualquier refuerzo en el diseño mejorará la calidad del producto en su conjunto.
- Hay que alcanzar el objetivo real de la calidad, en lugar de tratar simplemente de estar en las especificaciones.
- El esfuerzo concentrado en reducir las fallas de los productos reducirá simultáneamente el número de productos defectuosos.
- Antes de que los productos vayan a fabricación, hay que fijar las tolerancias permisibles.

2.3. Planeamiento y diseño del proceso

En estos tiempos competitivos, es un asunto irrefutable que las empresas se encuentran sumergidas en mercados cada vez más competitivos y globalizados; donde el único fin a corto plazo es alcanzar su punto de equilibrio, tratando de ser sustentable en base a la generación de buenos resultados en el entorno empresarial. "Para alcanzar estos buenos resultados, las organizaciones necesitan gestionar sus actividades y recursos con la finalidad de orientarlos hacia la consecución de los mismos, lo que a su vez se ha derivado en la necesidad de adoptar herramientas y metodologías que les permitan configurar su sistema de gestión. Un

sistema de gestión, por tanto, ayuda a una organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos, las actividades, etc., que le permitan una gestión orientada hacia la obtención de esos buenos resultados que desea, o lo que es lo mismo, la obtención de los objetivos establecidos" (Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas y Tejedor, 2002, pp. 9 -10).

Conceptos de procesos

Conjunto de actividades: Operaciones, transportes, inspecciones, retrasos y almacenamientos. Las actividades agregan valor a los insumos. No todas igualmente. Todo proceso tiene fronteras: entrada-proceso-salida.

La productividad del proceso es la relación de los productos obtenidos versus los insumos usados. Existe un tiempo del ciclo de transformación entre la entrada y la salida. El proceso sigue una secuencia lógica (diagrama de flujo) de las actividades.

Los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida (ISO 9001:2015).

Todo proceso produce un producto: bien o servicio. Todo proceso tiene proveedores y clientes que pueden ser internos y/o externos. Todo proceso está compuesto por planta (activos y tecnología) y trabajo (personas y conocimientos). Todo proceso tiene una misión, objetivos, agrega valor y se repite. Todo proceso debe ser medido y comparado. Todo proceso se planea y luego se diseña, se busca mejorarlo continuamente y cada cierto tiempo se rediseña según el ciclo de vida del proceso o según los resultados y productividad obtenidos.

Figura 38. Estructura de un proceso

Fuente: D'Alessio (2012)

Objetivo del planeamiento y diseño del proceso

El objetivo del planeamiento y diseño de proceso consiste en desarrollar un sistema de trabajo que permita producir los bienes y servicios, a tiempo y al mejor costo permisible por unidad, durante la vida económica del producto.

El diseño del proceso depende de:

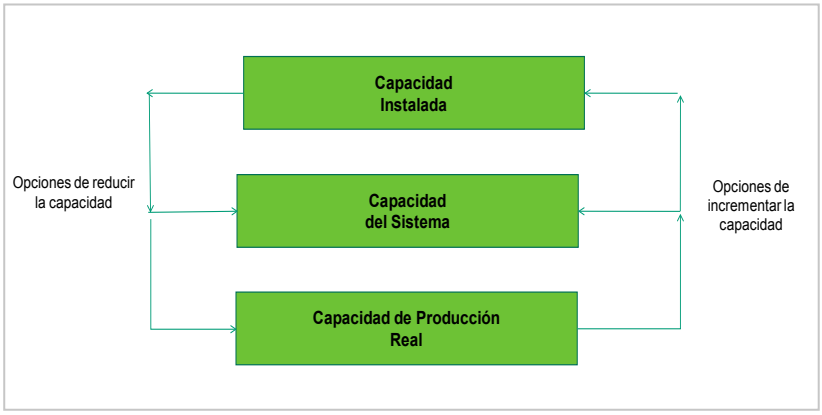
- La capacidad de planta deseada.
- El diseño del producto elegido.
- El diseño del trabajo.
- El planeamiento de los recursos humanos.
- La disposición de las instalaciones (*layout*).

Capacidad de producción (figura 39)

Es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. Permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

La capacidad de producción determina factores como tiempos, unidades, recursos que serán utilizados en la transformación de materiales u objetos en un periodo determinado, teniendo en cuenta la demanda del mercado, la suficiencia y la disponibilidad de los recursos físicos e intangibles de la empresa.
Tasa de producción máxima de un proceso o sistema.

Figura 39. Clasificación de la capacidad



- Capacidad de diseño o instalada: Es la máxima tasa posible de producción para un proceso, dado el diseño actual de los productos, resulta del diseño del proceso y está limitada por la capacidad de la tecnología implementada.

  El cálculo de la máxima capacidad instalada se hace tomando en cuenta la capacidad de la maquinaria y los equipos y su utilización en turnos de trabajo.

  La capacidad instalada puede expresarse de tres maneras:

  - Capacidad de procesamiento: Define la cantidad de insumos que la planta puede procesar en un periodo de tiempo.
  - Capacidad de producción: Define la cantidad de productos terminados que la planta puede producir en un periodo de tiempo.
  - Capacidad por disponibilidad de recursos: Brinda una base para determinar las posibilidades de producción a partir de algunos factores constantes.

- Capacidad del sistema: Es la capacidad que resulta de la reducción de la capacidad de diseño por la mezcla de productos y condiciones de mercado a largo plazo.

  Es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse.

  Se define también por la estrategia de producción de la empresa, ya que, dependiendo de sus proyecciones de ventas, la empresa determinará la cantidad de productos requeridos para cubrir la demanda estimada.

  Otro factor que limita la utilización de la capacidad instalada son los desequilibrios inherentes al equipo y la mano de obra. Ello puede afectar el uso de la maquinaria.

- Capacidad de producción real: Se define como el número de unidades que produce una instalación determinada en un periodo de tiempo. Es la tasa de producción lograda en el proceso.

  La capacidad de producción real es el resultado de la reducción de la capacidad del sistema por efectos de la variación de la demanda en el corto plazo.

Si una empresa decide trabajar solo en un turno por día, estaría limitando su capacidad al uso de un tercio de las posibilidades de sus instalaciones. La ineficiencia del trabajador y de la maquinaria, que generan tiempos improductivos, restarán la capacidad de producción.

Después de analizar el comportamiento de la demanda en un periodo determinado, se examina de qué manera se va a responder. Para ello, se pueden elegir una o varias de las políticas de producción.

La capacidad de producción real depende de las políticas de producción, las cuales pueden ser capacidad de producción variable según la demanda, capacidad constante de producción igual a la demanda promedio, capacidad constante de producción igual a la demanda mínima.

A continuación, presentamos algunos lineamientos para la medición de la capacidad:

En las instalaciones que fabrican siempre un mismo producto (o varios de características técnicas muy similares) puede establecerse una medida de la capacidad de producción. Por ejemplo, botellas de cerveza/mes.

En empresas que trabajan con múltiples productos técnicamente diferenciados, es más conveniente la medición de la capacidad de procesamiento. Es decir, de los recursos productivos, como horas de mano de obra (H-H), o de una máquina (H-M), o de centro de trabajo (H-Turno).

Se debe realizar precisiones para llegar a una unidad de medida homogénea y representativa de la capacidad, entre dichas precisiones se tiene el factor de utilización (U) y el factor de eficiencia (E).

Factor de utilización (U)

El factor de utilización se debe a que no todas las horas de una jornada de trabajo se dedican a producir (mantenimiento de equipos, paradas por refrigerio, otros). Se define el factor de utilización como el cociente entre el número de horas productivas desarrolladas (NHP) y el de horas reales (NHR) de jornada por periodo.

U = NHP/NHR = Capacidad utilizada/Capacidad instalada

Ejemplo:

Si de la jornada de trabajo de 8 horas de un día se pierde 0.8 horas por diversos motivos, el factor de utilización sería.

U = (8-0.8)/8 = 0.9

Factor de eficiencia (E)

Los diferentes conocimientos, habilidad y rapidez de movimientos de la MO pueden hacer que distintas personas desarrollen una misma labor empleando diferentes tiempos productivos. Es decir, con distinta eficiencia.

E = NHE/NHP = Capacidad utilizada/Capacidad del sistema
Donde NHE: Número de horas estándar.
NHE = NHR × U × E

Ejemplo:
Un centro de trabajo desarrollo cien veces una operación que requiere 0.684 HE (horas estándar) por unidad. Empleando 72 horas productivas, la eficiencia es de:

E = 100 * 0.684/72 = 0.95

Ejemplo de capacidad de producción

Una empresa de lácteos tiene tres máquinas envasadoras. Según el catálogo de los equipos, las máquinas están en capacidad de depositar 10 litros de líquido por minuto cada una. El ingeniero de producción afirma que los equipos trabajan con un factor de utilización de 85% y un factor de eficiencia de 95 %.

El mes pasado se trabajó 25 días a razón de 16 horas-día. Se requiere conocer la capacidad teórica del sistema de los equipos y la capacidad de producción real.

Solución:

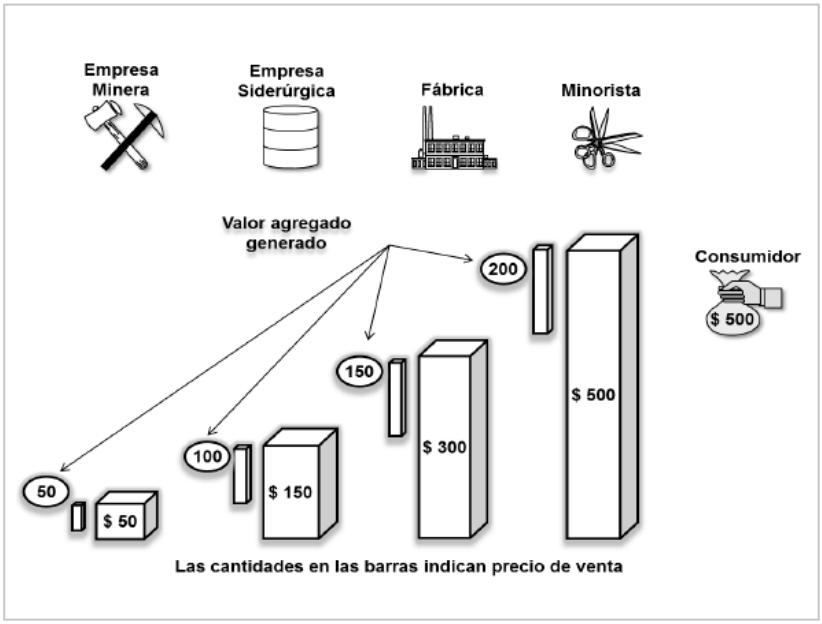
Cap. instalada = 3maqx10lts/minx60min/hx25dias/mesx16h/dia = 720,000Lt/mes
Cap. real = Cap. instaladaxU = 720,000Lt/mesx0.85 = 612,000Lt/mes
Cap. sistema = Cap. real/E = 612,000Lt/mes/0.95 = 644,211Lt/mes

Valor agregado (Figura 40)

Es la característica que toda empresa aplica a sus productos o servicios, con el único fin de brindarle un "plus" adicional para el cliente. Asimismo, este aditamento es un determinante para sobresalir entre las demás empresas de la competencia, permitiendo el posicionamiento en el mercado.

El valor agregado es la cualidad adicional que se añade a un producto sea bien o servicio, en el proceso productivo y que es apreciada y valorada por el cliente.

Figura 40. Valor agregado de un producto



Fuente: D'Alessio (2012)

Implicancias del valor agregado

- El valor agregado se obtiene en el proceso productivo.
- El valor agregado puede incrementarse al mejorar la calidad del proceso productivo.

Producto ➔ Diseño ➔ Insumos ➔ Materiales indirectos ➔ Servicio posventa

- La participación de los factores de producción incluye:
  Capital ➔ Dividendos
  Dirección ➔ Remuneración directa o indirecta, presente o diferida
  Trabajo ➔ Retribución

La tecnología y el aprendizaje tecnológico

En la actualidad, hay varios cambios tecnológicos producto de la innovación de las personas, contribuyendo con la revolución tecnológica. Asimismo, este nuevo enfoque en la organización se puede presentar de diversas formas, realizando reingeniería de procesos, generando nuevos servicios o productos innovadores, creando nuevos procesos o procedimientos, implementando nuevos sistemas, modelos, metodologías, buenas prácticas, marcos de referencia; que nos permitan generar competitividad en los negocios, permitiéndonos ser más agiles, mejorando nuestra comunicación, gestionando la información para la toma de decisiones, contando con analítica preventiva del mercado, para que la empresa, con este aprendizaje alcance sus metas e incursione en el ámbito global.

La alta tecnología permite manejar de manera flexible una diversidad de productos con eficiencia.

La robótica, la informática y la integración de la manufactura a través del computadora, la ingeniería de software asistida por computadora, el diseño asistido por computadora, la manufactura asistida por computadora, entre otras aplicaciones tecnológicas, contribuye directamente a alcanzar la productividad necesaria para competir en un entorno globalizado.

Tecnología: Es la aplicación de los conocimientos para resolver los problemas humanos. Es un conjunto de procesos, herramientas, métodos, procedimientos y equipos que se utilizan para producir bienes y servicios. Está presente en las personas como resultado de un proceso de aprendizaje.

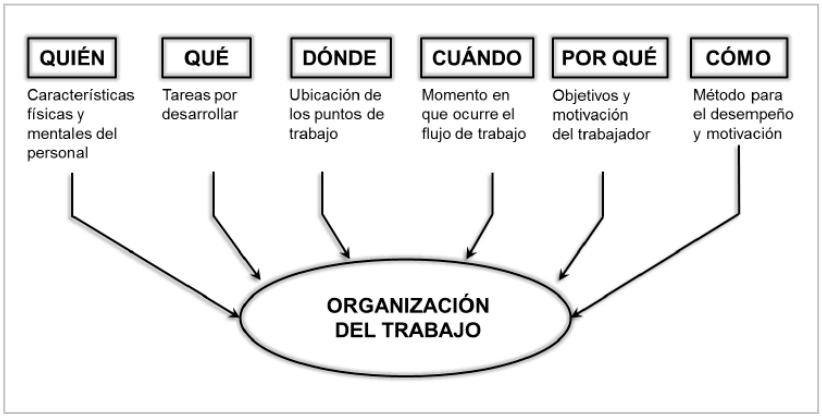
El planeamiento operativo debe considerar los siguientes factores durante la selección de la tecnología: metas estratégicas, recursos operativos, productos y procesos, mercado, características de la tecnología y el entorno.

2.4. Planeamiento y diseño del trabajo (Figura 41)

"El diseño del trabajo en las organizaciones, implica involucrar a las personas en sus tareas y capitalizar su talento y capacidad para el logro de resultados al generar una mayor iniciativa y participación de los empleados en la formulación de metas y en los medios para conseguirlos, además de simplificar el trabajo le proporciona satisfacción a nivel personal y profesional" (Álvarez, 2012, p. 1).

Entonces, para determinar un correcto trabajo colaborativo con las personas, se requiere que participen en las estrategias de diseño del esquema de trabajo para que se sientan comprometidas con el logro a resultados y se encuentren motivadas.

Figura 41. Esquema de diseño del trabajo



Fuente: D'Alessio (2012)

El planeamiento y diseño del trabajo comprende:

Diseño del trabajo

"El diseño del trabajo es una compleja función en la que intervienen múltiples factores como son: quien debe realizar el trabajo, como hay que llevarlo a cabo y donde" (Fernández & Gonzáles & Puente, 1996, p. 5).

En el diseño del trabajo deben especificarse las tareas que deben realizarse, cómo, quien, cuándo y dónde realizarse en caso de ser

necesario. La asignación de las tareas debe ser: clara y específica, fácil de comprender, aceptada por el empleado y el empleador.

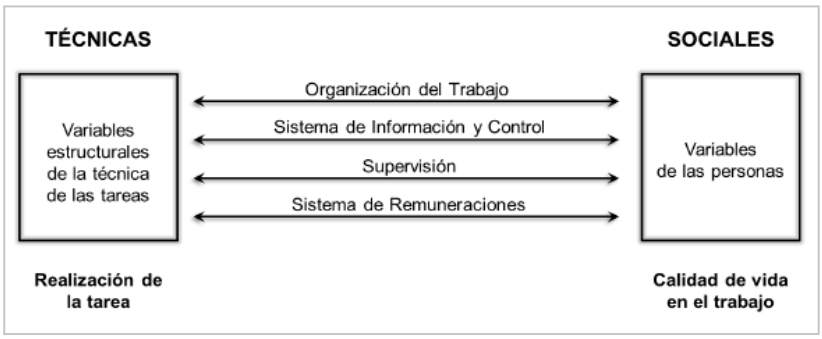
Existen los siguientes enfoques:

- Administración científica (Taylor): Su esencia se sustenta en un cambio en la actitud mental de los trabajadores y de la administración. Esta conjunción posibilita el impulso de la producción. Aquí se pretende encontrar la manera de realizar el trabajo de un modo eficiente a partir del análisis de la forma en que se ejecutan las tareas. Se sustenta en los siguientes principios:
    - Estudio científico del trabajo.
    - Selección y capacitación de trabajadores con el nuevo método.
    - Adopción del nuevo método en operaciones.
    - Desarrollo de equipos de trabajo entre la administración y los trabajadores.
- Diseño socio-técnico (Erick Trist), Figura 42: Los sistemas socio-técnicos constan de un sistema técnico formado equipos y métodos de fabricación, del mismo modo en el ámbito del sistema social está compuesto por personas que se comunican e interactúan entre sí, para cumplir con un fin, pues en el proceso se considerarán entradas y salidas (entregables), que contribuirán otros procesos.

  Analiza las variables de naturaleza técnica y social. Esta teoría busca eliminar la tendencia hacia el determinismo tecnológico que sesga el diseño del trabajo hacia un punto de vista técnico, el cual ignora los aspectos sociales.

  Concluimos que la eficiencia y eficacia de la empresa se logra a través de una organización y optimización. En el ámbito social y técnico, cuando estas se relacionan con las posibilidades, exigencias o restricciones, forman lo que llamamos el diseño socio-técnico.

Figura 42. Diseño Socio-Técnico (Erick Trist)



Fuente: D'Alessio (2012)

- Factores motivacionales e higiénicos: "Mediante esta investigación sobre los factores higiénicos de Frederick Herzberg me pude dar cuenta de la importancia que tiene la motivación en los trabajadores para el logro de los objetivos de la empresa; los factores en los que se basa este autor son dos factores base, los factores extrínsecos que son el ambiente y todos los factores que te rodean tanto las condiciones físicas como ambientales de tu trabajo. Y los factores intrínsecos o motivacionales los cuales son controlados por cada persona pues son las actividades desempeñadas por el trabajador la cual le da la satisfacción de logro de cada actividad realizada también menciona lo que son los factores de insatisfacción que son las inconformidades del trabajador en cuanto a los factores extrínsecos como el salario las prestaciones el horario de trabajo etc. con esta base nos podemos dar cuenta de la importancia que tiene mantener en balance estos dos factores para que las empresas mejoren y se logren los objetivos satisfactoriamente" (Fernández, 2013, párrafo 1).

  Establece que el trabajo contiene factores intrínsecos (motivacionales) y extrínsecos (higiénicos), ambos en un continuo, donde solo los primeros son capaces de proporcionar satisfacción.

Factores intrínsecos:

- Crecimiento y desarrollo personal.
- Mayor responsabilidad.
- Logros.

Factores extrínsecos:

- Supervisión.
- Salario.
- Clima laboral.
- Condiciones de trabajo.

El enriquecimiento del trabajo busca incrementar los factores intrínsecos del trabajo gracias a la delegación de autoridad en la toma de decisiones, la autonomía y la planeación del trabajo, así como la ampliación en la variedad de tareas.

- Componentes del diseño del trabajo (Heizer & Render):
    - La especialización laboral: División del trabajo en tareas únicas.
    - Ampliación del trabajo: Agrupación de tareas que requieren un nivel de destreza similar.
    - Los componentes psicológicos: Diseñar trabajos que cumplan ciertos requerimientos psicológicos.
    - La ergonomía del trabajo e ingeniería humana: Diseño de los procesos, estaciones de trabajo y máquinas para capitalizar las capacidades mentales y físicas de los trabajadores.
- Componentes del diseño del trabajo (Toyota):
    - Evitar el exceso de especialización y propender a la flexibilidad laboral.
    - Incrementar la responsabilidad del trabajador en el producto final.
    - Efectuar controles de calidad del producto en todas las etapas de su fabricación.
    - Motivar al trabajador.
    - Propender a aumentar la satisfacción del trabajador con sus tareas y a su identificación con los objetivos empresariales.

Tabla 10. Características del diseño de trabajo

Caraterística	Significado	Resultados
Variedad de habilidades	Ejecutar distintas tareas que desafían la inteligencia y desarrollan las destrezas en la coordinación	Importancia percibida del trabajo, gran motivación
Identidad del trabajo	Cumplir la función de un trabajo íntegro, desde el inicio hasta el final, y poder mostrar un trabajo tangible como resultado	Sentido de responsabilidad y satisfacción por los resultados, alta calidad en la ejecución del trabajo
Importancia del trabajo	Participar en una función de trabajo que sea importante para el bienestar y seguridad	Sentido de responsabilidad y satisfacción por los resultados, gran satisfacción en el trabajo
Autonomía	Ser responsable del éxito o fracaso de una función de trabajo y poder planear el programa de trabajo, el control de calidad	Responsabilidad percibida de los resultados del trabajo, bajas tasas de ausentismo y rotación del personal
Retroalimentación	Enterarse de la eficiencia de la ejecución del trabajo mediante una clara y directa evaluación hecha por un supervisor, un colega	Conocimiento de los resultados de las actividades del trabajo, mejor desempeño del trabajador

Fuente: D'Alessio (2012)

La satisfacción en el trabajo

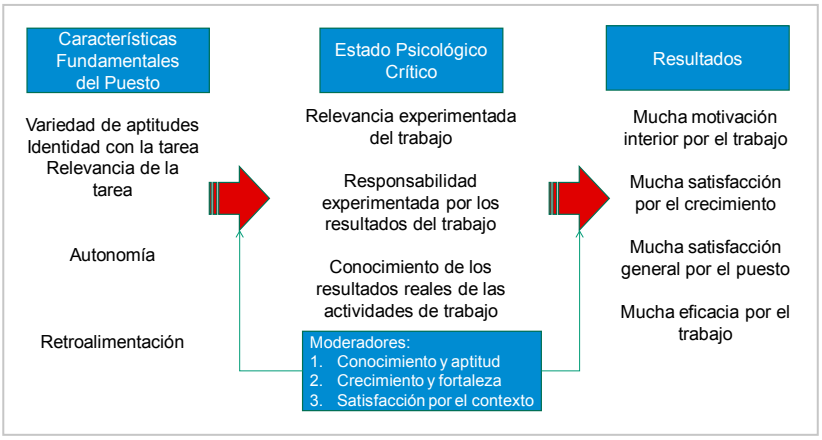
Para logar el compromiso y la satisfacción del trabajador en la empresa, se requiere de valores, creencias, cultura y proactividad. Ello permitirá el trabajo colaborativo en el equipo, generando un ambiente de superación mutua.

- Jerarquía de necesidades de Maslow (Figura 43): La satisfacción en el trabajo puede definirse como la actitud general de un empleado hacia su trabajo. Una persona con un alto nivel de satisfacción tiene una actitud positiva hacia el trabajo, mientras que una persona insatisfecha con su trabajo tiene una actitud negativa.

Figura 43. Jerarquía de necesidades de Maslow

Fuente: Internet

Figura 44. Diseño del trabajo (Hackman-Oldman)



Fuente: D'Alessio (2012)

Métodos de trabajo y economía de movimientos

"La evolución del Estudio de Métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, según esto el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general en

un sistema productivo. Es decir el proceso, para luego llegar a lo más particular. Es decir la Operación." (Salazar, 2016, párrafo 2).

Entonces cuando visualizamos el trabajo del operario podemos analizar su movimiento y ver dónde realiza el mayor esfuerzo y el grado de fatiga que este genera, pues estos puntos determinan la productividad en la operación diaria.

Se enfoca en "cómo" se realiza una tarea y su objetivo es el planteamiento de una forma eficiente y económica de ejecutar la tarea, teniendo en consideración las necesidades sociales y psicológicas de los trabajadores.

Los mecanismos de análisis incluyen el uso de:

- Gráficos de actividades: Indica la relación que existe entre el operador y la máquina al mostrar las actividades que ejecutan ambos.
- Gráficos de operaciones: Indica los movimientos detallados de las manos de un trabajador durante cada paso.
- Gráfico SIMO: Indica los movimientos efectuados con la mano izquierda y con la derecha, pero incorpora el tiempo para cada movimiento y utiliza los símbolos estándares Therblig.

Métodos de trabajo y economía de movimiento

Tabla 11. Proceso y técnicas de estudio

Actividad	Obejtivo del Estudio	Técnicas del Estudio
Proceso de producción	• Eliminar o combinar pasos • Reducir la distancia de transporte • Identificar retrasos	• Diagrama de flujo • Diagrama del proceso
Trabajador en sitio fijo	• Simplificar el método • Minimizar los movimientos	• Diagrama de operaciones • Diagrama SIMO • Principio de la economía de movimiento
Interacción del trabajador con equipos	• Minimizar tiempon de ocio • Determinar la combinación de máquinas ideales para equilibrar el costo del trabajador y el tiempo inactivo de máquinas	• Diagrama de actividades • Diagrama de proceso de equipos
Interacción del trabajador con otros trabajadores	• Maximizar la productividad • Minimizar la interferencia	• Diagrama de actividades • Diagrama de proceso de equipos

Fuente: D'Alessio (2012)

Medición del trabajo

Para medir el trabajo, se utilizan métodos, herramientas y técnicas, que nos permitirán determinar los tiempos promedio de cargas horarias relacionadas al trabajador, midiendo su productividad (eficiente y eficaz). Asimismo, se busca reducir tiempos mal gestionados.

Consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en realizar una tarea definida, al efectuarla según una norma de ejecución preestablecida (estándar).

Los propósitos de la medición del trabajo son:

- Evaluación del comportamiento del trabajador.
- Planeación de las necesidades de la fuerza de trabajo.
- Planeación de la capacidad.
- Fijación de precios.
- Control de costos.
- Programación de operaciones.
- Establecimiento de incentivos salariales.

Los métodos empleados para realizar estas mediciones del trabajo son:

- Experiencia histórica: Utilizar la experiencia histórica para determinar los estándares de mano de obra requerida.
- Estudio de tiempos: Determinar el tiempo de trabajo que involucra la ejecución de una tarea según un método prescrito. Considera el ritmo de trabajo, establece un estándar para efectuar las tareas.
- Tiempos predeterminados: Todo trabajo puede ser descompuesto en movimientos básicos. Para ello, existe tiempo promedio que demandaría el desarrollo de esta actividad. Se agrega el factor de tolerancia.
- Datos estándares: Similar al método anterior, comprende clases más amplias de movimientos, para los cuales existen tiempos predeterminados.
- Muestreo del trabajo: Consiste en tomar observaciones aleatorias de los trabajadores para determinar la proporción del tiempo que gastan realizando varias actividades. Útil para analizar actividades de grupo y con ciclos largos.

La importancia del trabajo (Tabla 12)

En toda organización el capital humano, es la pieza importante que hace girar el negocio al cumplimiento de sus objetivos y metas. Por ello, este recurso tiene mucha importancia. Por ende, hay que gestionarlos correctamente y brindarles un sistema de reconocimientos (económicos, motivacionales, superación, etc.), para que estas personas se encuentren siempre motivadas.

Aspectos del trabajo recomendados por la Organización Internacional de Trabajo (OIT)

- Descripción del trabajo: Detallar todo el trabajo que debe ejecutarse para alcanzar las metas de la organización.
- División del trabajo: Dividir la carga total de trabajo en actividades que puedan ejecutarse de forma lógica y cómoda por una persona o grupo de personas.
- Departamentalización: Combinar el trabajo de los miembros de la organización de modo lógico y eficiente.
- Coordinación: Establecer un mecanismo para coordinar el trabajo de los miembros en un todo unitario y armonioso.
- Monitoreo y reorganización: Vigilar la eficiencia de la organización y hacer ajustes para mantenerla o mejorarla.

Tabla 12. Pautas para el enriquecimiento del trabajo

Principio	Método
1. Formar unidades naturales de trabajo	Distribuir las tareas con base en: • Niveles de adiestramiento y experiencia de los trabajadores • El significado e importancia que tiene para los trabajadores
2. Combinar tareas	• Estimular el desarrollo de varias destrezas y combinar para tal efecto varias funciones especializadas en una tarea total
3. Establecer relaciones con los clientes	Crear oportunidades para que los trabajadores interactúen con los clientes, genera los siguientes beneficios: • Retroalimentación directa (+/-) sobre el resultado del trabajo • La adquisición de detrezas interpersonales y una mayor seguridad en sí mismos • La mayor responsabilidad para administrar las relaciones con los clientes

continúa...

... viene

4. Aumentar la autonomía de los trabajadores	Darles a los trabajadores mayor responsabilidad y control al permitirles: • Escoger los métodos de trabajo • Asesorar y adiestrar a empleados con menor experiencia • Programar las horas extras • Asignar prioridades de trabajo • Administrar sus propias crisis en vez de recurrir a un supervisor • Controlar los aspectos presupuestales de su proyecto
5. Abrir canales de retroalimentación	Dar retroalimentación a los trabajadores mientras ejecutan sus tareas, en lugar de hacerlo después de culminadas, puede provenir de: • Relaciones directas con los clientes • Responsabilidades de los trabajadores por las inspecciones de control de calidad • Informes frecuentes y estándar sobre el desempeño individual

Fuente: D'Alessio (2012)

Productividad

Es el resultado de una operación o una actividad productiva, lo que en su conjunto en la empresa se le conoce como productividad empresarial. Para llegar a esto, se miden diversos resultados y se ve la evolución de la empresa, para que en base a esos resultados se tomen acciones, preventivas o correctivas o replantear la estrategia de crecimiento.

Existen diversos factores que contribuyen en la productividad: recursos, insumos, clima laboral, motivación, proactividad, etc. Asimismo, teniendo claro todos estos factores que se relacionan, nos permitirá alcanzar resultados para la empresa.

"Productividad: Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos —trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información— en la producción de diversos bienes y

servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo" (Prokopenko, 1989, p. 3).

Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.

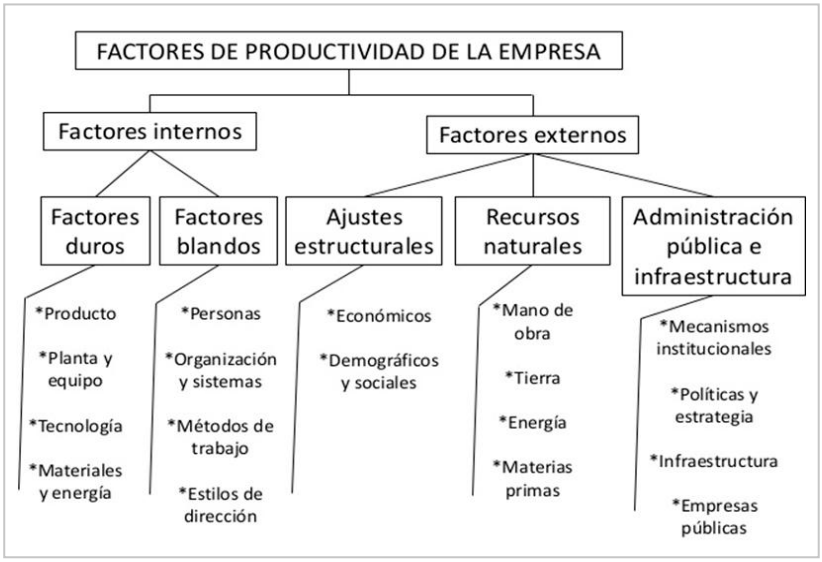
Es el uso eficiente de los recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) en la producción de bienes y servicios.

Es la relación entre los resultados obtenidos con relación a los recursos usados y al tiempo que lleva conseguirlo.

Productividad significa hacer las cosas de tal manera que, en el caso de la empresa, esta se aproxime lo más posible a su meta. Todo aquello que lleve a una compañía más cerca de su meta es productivo, todo aquello que no la lleve es improductivo (Eliyahu Goldratt), Figura 45.

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Productos}}{\textit{Insumos}} = \frac{\textit{Resultados}}{\textit{Recursos}}$$

Figura 45. Factores de productividad de la empresa



Fuente: Internet

Ejemplo:

Un equipo de trabajadores fabrica 500 unidades de un producto, el cual se valora según su costo estándar de 10 dólares c/u. El departamento de contabilidad informa que, para este trabajo, los costos reales son de 400 dólares por mano de obra, 1,000 dólares por materiales y 300 dólares por gastos generales. Se desea calcular la productividad de ese proceso.

Solución:

Productividad = Unidades producidas × ingreso unitario/(US$MO+US$MP+US$GG)

Productividad = 500 × 10/(400+1000+300) = 2.94

2.5. Planeamiento agregado (Tablas 13 y 14)

El planeamiento agregado es el proceso de planear la cantidad y el tiempo (momento) de operaciones en el mediano/corto plazo (1 año) y ajustar el régimen de producción, empleo de inventarios y otras variables controlables. El término agregado se usa porque se expresa en unidades homogéneas del producto, como número de automóviles o toneladas de acero (D'Alessio, 2004, p. 228).

El término agregado implica que la planeación se realiza en una sola medida de producción, o en unidades homogéneas, como número de automóviles, litros de helado o toneladas de acero.

Relaciones entre áreas funcionales

El planeamiento agregado es una actividad de responsabilidad primordial de la función de operaciones. Sin embargo, requiere la cooperación y coordinación de las otras áreas de la empresa:

- **Finanzas:** Para el desarrollo inicial del presupuesto.
- **Marketing:** Para determinar la oferta futura de producción de la empresa y el servicio al cliente.
- **Recursos Humanos:** Para la planeación del personal, contratación, despido y decisiones de sobretiempos.

- **Logística:** Para el manejo de inventarios y su capacidad de almacenamiento, distribución física, manipulación y otros.

Gerencialmente, es una "decisión negociable" de alto nivel que coordina las actividades de *marketing*, finanza, logística, recursos humanos y operaciones. Considera los siguientes aspectos:

- Objetivos de utilidades-Política empresarial.
- Pronósticos y demanda-Estrategia de marketing.
- Planes de ventas-Estrategia comercial.
- Objetivos de inventarios-Estrategia logística.
- Planes presupuestales y de capital-Estrategia financiera.
- Capacidad y disponibilidad de mano de obra-Estrategia laboral.
- Capacidad y disponibilidad de planta y facilidades-Estrategia operativa.

Tabla 13. Variables de la demanda

Variable	Variación de la Demanda
Precio diferencial	Se utilizan diferencias de precio para reducir la demanda pico o para acumular una demanda en las temporadas bajas
Publicidad y promociones	Se acude a promociones y acciones publicitarias para umentar la demanda en periodos bajos o trasladarla de los periodos pico
Trabajo pendiente (backlog) o reservaciones	En este se pide a los clientes que mantengan pendientes sus pedidos o reserven la capacidad por anticipado
Desarrollo de productos complementarios	Consiste en desarrollar productos complementarios principalmente si se tiene un producto de estacionalidad marcada

Fuente: D'Alessio (2012)

Ver Tabla 14 en la siguiente página.

Tabla 14. Variables de la oferta

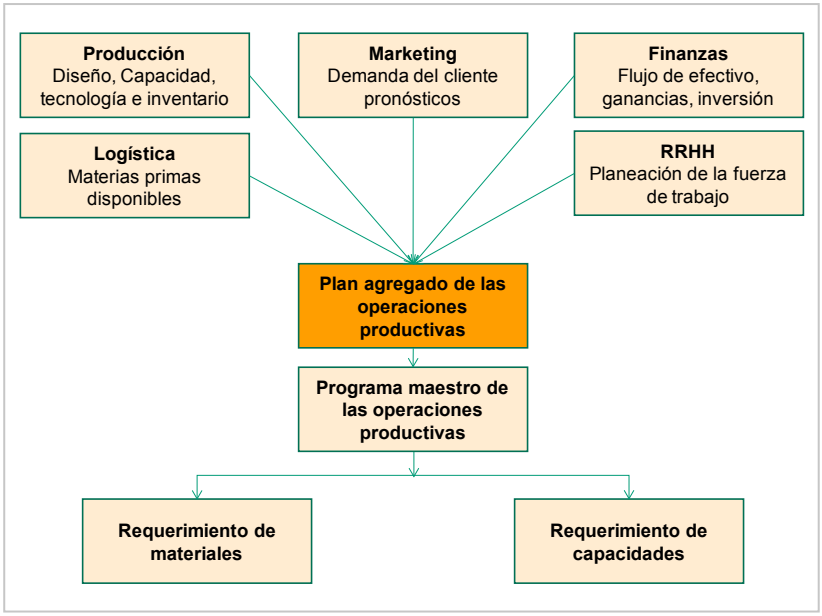
Variable	Variación de la Demanda
Uso del inventario para nivelación	Producir para inventario durante los periodos de producción baja, reducir inventarios
Postergación del exceso de demanda	Diferir las ordenes, los pedidos y servicios hasta después, cuando la producción se nivele con la demanda
Variación de tamaño de la fuerza laboral	Aumentar trabajadores y turnos cuando la demanda excede la producción normal, reducir trabajadores cuando la demanda esta por debajo de la normal
Variación de la producción con sobretiempos y tiempos de parada	Trabajar horas adicionales para llevar la producción por encima de la normal, permite tiempo de inactividad cuando la demanda está por debajo de la normal
Subcontratos para satisfacer el exceso de demanda	Contratar otras firmas cuando la demanda exceda la producción
Uso de la capacidad instalada total	Trabajar al máximo de las máquinas

Fuente: D'Alessio (2012)

- **Costos:** Las decisiones concernientes al planeamiento agregado, su mano de obra y sus niveles de inventario influyen en varios costos relevantes:
    - Costo de contratación y despido.
    - Costo de tiempo extra y tiempo de parada.
    - Costos de mantenimiento de inventarios.
    - Costos de los subcontratistas.
    - Costo de la mano de obra eventual.
    - Costo de faltantes de inventario.
- **Guía operacional del planeamiento agregado:** La siguiente guía operacional puede ser de utilidad para el planeamiento agregado (Figura 46):
    - Determinar la política de la empresa con relación a las variables controlables.
    - Usar un buen pronóstico como base para el planeamiento.
    - Planear las unidades apropiadas según la capacidad.
    - Mantener la fuerza laboral tan estable como sea práctico.
    - Mantener el control requerido sobre los inventarios.
    - Mantener la flexibilidad necesaria para los cambios.

- Responder a la demanda de una manera controlada.
- Evaluar el plan de manera regular.

Figura 46. Esquema del planeamiento agregado



Fuente: D'Alessio (2012)

Estrategias para el planeamiento agregado

El planeamiento agregado implica la selección de los niveles de producción y las estrategias de satisfacción de la demanda en el corto plazo.

Las estrategias nacen de la adopción del uso de recursos que pueden ser:

- El tamaño de la fuerza de trabajo.
- Los niveles de inventarios.
- Los niveles de producción.

La forma de enfrentar una demanda cambiante en el horizonte del tiempo, que puede ser mensual o estacional. Estrategias empresariales:

- **Estrategia conservadora:** La empresa adopta la actitud de producción, solo basada en los pedidos. Es una estrategia

bastante común en productos sujetos a la moda, como el calzado y las confecciones. Estrategia de *marketing*: *pulling* jalar.

Ventajas:

- No existe riesgo de stock.
- No existen costos de inventarios.
- Los costos de producción son bajos

Desventajas:

- Pérdidas de oportunidad de venta.
- Imposibilidad de formar equipos que garanticen una calidad deseada.
- Hay que cargar con los costos de despido y deterioro moral de los trabajadores.
- Genera costos de reclutamiento, entrenamiento y capacitación.

- **Estrategia moderada:** Consiste en el mantenimiento de la fuerza de trabajo adecuando las horas de trabajo, según los requerimientos de la demanda.

  Ventajas:

  - Sólida relación con la fuerza de trabajo.
  - Se garantizan los estándares de calidad.
  - Adopción inmediata en los niveles de producción.
  - La continuidad del vínculo laboral influye en la moral del trabajador.
  - No se incurre en costos de reclutamiento, contratación, capacitación y despidos.

  Desventajas:

  - Agotamiento en el trabajador, cuando las jornadas son muy prolongadas.
  - Mayores costos por el alargamiento de la jornada laboral (horas extras).
  - Deben asumirse los costos de mantenimiento del personal.
  - Puede deteriorarse la calidad por el excesivo trabajo.

- **Estrategia agresiva:** Es la adopción de mantener un nivel determinado de producción, en previsión de los cambiantes niveles de demanda.

  Estrategia de *marketing*: *pushing* empujar.

  Ventajas:

  - Se obtienen todas las ventajas de la estrategia anterior.
  - Se garantiza continuidad en los niveles de producción.
  - Puede darse atención a pedidos imprevistos.

  Desventajas:

  - Se incrementan los costos de inventario: capital, almacenamiento, seguros, deterioro y obsolescencia.

Ejemplo:

P&C Company desea determinar un plan de producción agregado para los siguientes seis meses. La compañía fabrica muchos tipos de diferentes dulces, pero cree que puede programar su producción total en libras siempre y cuando la mezcla de dulces que se venden no cambie de manera muy drástica.

Actualmente la compañía tiene 70 trabajadores y 8000 libras de dulces en el inventario. Cada trabajador puede producir 100 libras de dulce al mes y se le paga 5 dólares × hora (utilice 160 horas de tiempo normal al mes). Cuesta 80 centavos de dólar almacenar una libra de dulce, 200 dólares contratar a un trabajador y 500 dólares despedirlo. El pronóstico de ventas de los siguientes seis meses es de: 8000, 10000, 12000, 8000, 6000 y 5000 libras de dulce.

Determine el costo de una estrategia de producción con la fuerza de trabajo nivelada durante los siguientes seis meses.

Solución:

Cálculo de número de trabajadores:

1 trabajador ➔ 100 lb/mes
1 trabajador ➔ 600 lb/semestre
X ➔ 49000
X = 49000/600 = 81.67 = 82 trabajadores

Cálculo de unidades producidas:

1 trabajador ➔ 100 lb/mes
82 ➔ X
X = 8200 lb/mes

Cálculo de inventario de fin de mes:

+ 8000 lb inventario inicial de enero
+ 8200 lb unidades producidas de enero
- 8000 lb unidades vendidas de enero
= 8200 lb unidades de inventario final de enero

Cálculo costos fuerza de trabajo en tiempo normal:

1 trabajador ➔ 5 US$/h
1 h ➔ 5 US$
160 h ➔ X
X = 800 US$/mes
82 trabajadores ➔ 82 * 800 = 65600 US$/mes

Cálculo de costos de contratación:

70 Trabajadores actualmente 1 trabajo adicional: 200 dólares
82 Trabajadores por mes 12 trabajo adicional: X
× = 2,400 dólares

Cálculo de costo por mantener en inventario:

Enero:
1 lb ➔ 0.8 dólares mes
8200 lb ➔ X
X= 6560 dólares

Nivel de Fuerza	Ini	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total
Recursos								
# Trabajadores	70	82	82	82	82	82	82	
T.Extra								
Unid. Producidas		8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	
Pronostico ventas		8,000	10,000	12,000	8,000	6,000	5,000	**49,000**
Inv. Ini de mes	8,000							
Inv. Fin de mes		8,200	6,400	2,600	2,800	5,000	8,200	
Costos								
Tiempo normal		65,600	65,600	65,600	65,600	65,600	65,600	**393,600**
Tiempo extra								
Contratacion Despido		2,400	0	0	0	0	0	**2,400**
Mantener inventario		6,560	5,120	2,080	2,240	4,000	6,560	**26,560**
Costo Total		**74,560**	**70,720**	**67,680**	**67,840**	**69,600**	**72,160**	**422,560**

Lecturas seleccionadas para la Unidad 2

- Guía para una gestión basada en procesos.

https://bit.ly/3FRbi3n

- Plan de Operaciones.

https://gestionando-empresas.blogspot.com/2010/11/plan-de-operaciones.html

Actividad 2

1. Una empresa desea conocer la demanda de un nuevo producto "x" que espera lanzar al mercado. Para ello, ha realizado una investigación de mercado de la competencia con información histórica de los últimos diez años. La demanda está expresada en miles de soles. Ver tabla 1.

Si la empresa tiene como objetivo lograr el 25 % de participación de la demanda proyectada, ¿cuál sería la demanda proyectada del nuevo producto para los próximos cinco años? Utilice el modelo de regresión lineal simple, sustente su respuesta.

Tabla 1

Año	Demanda
2008	137
2009	139
2010	140
2011	160
2012	183
2013	189
2014	202
2015	218
2016	233
2017	260

- Genere ideas para diseñar un producto o servicio y desarrolle las etapas del diseño del producto hasta obtener el diseño en forma de boceto y/o prototipo del producto. Utilice su imaginación, creatividad e innovación.
- Una empresa de lácteos tiene cinco máquinas envasadoras. Según el catálogo de los equipos, las máquinas están en capacidad de depositar 12 litros de líquido por minuto cada una. El ingeniero de producción afirma que los equipos trabajan con un factor de utilización de 80 % y un factor de eficiencia de 85 %.

  El mes pasado se trabajó 25 días a razón de 16 horas-día. Se requiere conocer la capacidad teórica, la capacidad del sistema de los equipos y la capacidad de producción real.
- Los productos de un proceso están valuados en US $ 750 por unidad. El departamento de información suministra los

siguientes datos acerca del proceso en los últimos cuatro meses. El área de ingeniería quiere saber si los cambios en tecnología han tenido efecto positivo en la productividad.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Unidades producidas	1200	1300	1400	1500
Mano de obra $	12740	14850	10500	9350
Materiales $	22000	23500	22450	20360
Gastos generales $	8900	10475	8400	7500

- ABC Company desea determinar un plan de producción agregado para los siguientes seis meses. La compañía fabrica diversos tipos de lapiceros, pero cree que puede programar su producción total en unidades. Actualmente la compañía tiene 150 trabajadores y 30,000 unidades en el inventario. Cada trabajador puede producir 50 unidades por día (considere 20 días por mes) y se le paga tres dólares × hora (utilice 160 horas de tiempo normal al mes). Cuesta US $ 2.5 almacenar un paquete de 100 unidades, 180 dólares contratar a un trabajador. El pronóstico de ventas en unidades para los siguientes seis meses es de:

  200,000; 240,000; 280,000; 260,000; 300,000; 220,000.

  Determine el costo de una estrategia de producción con la fuerza de trabajo nivelada durante los siguientes seis meses.

Glosario de la unidad II

1. Eficacia: Hacer lo correcto para crear el mayor valor posible para la compañía (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).
2. Eficiencia: Hacer algo al costo más bajo posible (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).
3. Método Delphi: Un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo (Astigarraga, 2003).

4. Proceso de transformación: Sistema mediante el cual se utilizan recursos para convertir los insumos en productos deseados (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).
5. Valor: Razón de la calidad al precio pagado. La felicidad competitiva es incrementar la calidad y reducir el precio, al mismo tiempo que se conservan o aumentan los márgenes de utilidad (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).

Tercera Unidad

3. La organización de las operaciones productivas

Puede considerarse como la fase de puesta en marcha de la planificación, pues convierte las decisiones sobre instalaciones, capacidad, recursos humanos, plan agregado y programa maestro en secuencias de tareas y asignaciones específicas de personal, materiales y maquinaria.

El diseño de un sistema de programación requiere:

- Asignar pedidos, medios de producción y personal a los puestos de trabajo.
- Determinar la secuencia idónea para el cumplimiento del pedido.
- Iniciar la realización del trabajo programado.
- Vigilar el estado de los pedidos a medida que se va desarrollando a través del sistema.
- Ser expeditivo en el envío de los pedidos retrasados, difíciles o especiales.
- Revisar el programa ante cambios introducidos en el orden de ejecución de los pedidos.

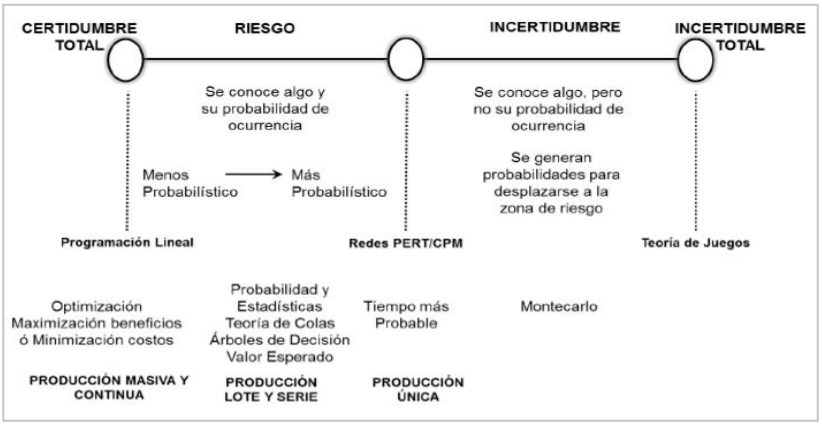
3.1. Programación de las operaciones productivas

"La programación de las operaciones productivas se considera como la fase de puesta en marcha de la planificación, pues consiste en convertir las decisiones sobre instalaciones, capacidad, recursos humanos, plan agregado y programa maestro en secuencias de tareas y asignaciones específicas del personal, materiales y maquinarias" (Vilcarromero, 2013, pp. 26-27).

Después planificar, se procede con la etapa de "puesta en marcha". Aquí se realiza la programación de las operaciones productivas (Figura 47), donde se despliega todas las estrategias y se

toman decisiones sobre recursos humanos, las instalaciones y su capacidad, programas y tareas maestras, asignación de materiales, personas y maquinas, del mismo modo se da una administración de los riesgos identificados para esta etapa.

Figura 47. Técnicas de programación lineal por proceso productivo



Fuente: D'Alessio (2012)

La programación lineal

Es un instrumento de la investigación de operaciones, diseñado para apoyar la elección entre diferentes opciones, cuando las limitaciones de recursos impiden elegir simultáneamente todas ellas.

Para que se justifique utilizar la programación lineal, deben reunirse las siguientes condiciones:

- Recursos limitados (mano de obra, maquinaria, equipos, capacidad de planta, materiales, y recursos financieros).
- Objetivo específico (cómo elevar las utilidades al máximo o minimizar los costos).
- Condición lineal (si toma dos horas fabricar una pieza, entonces se requerirían seis horas para fabricar tres piezas).
- Homogeneidad (los productos fabricados en una máquina o los servicios en un proceso, son idénticos).
- Divisibilidad (los productos y recursos se pueden dividir en fracciones).

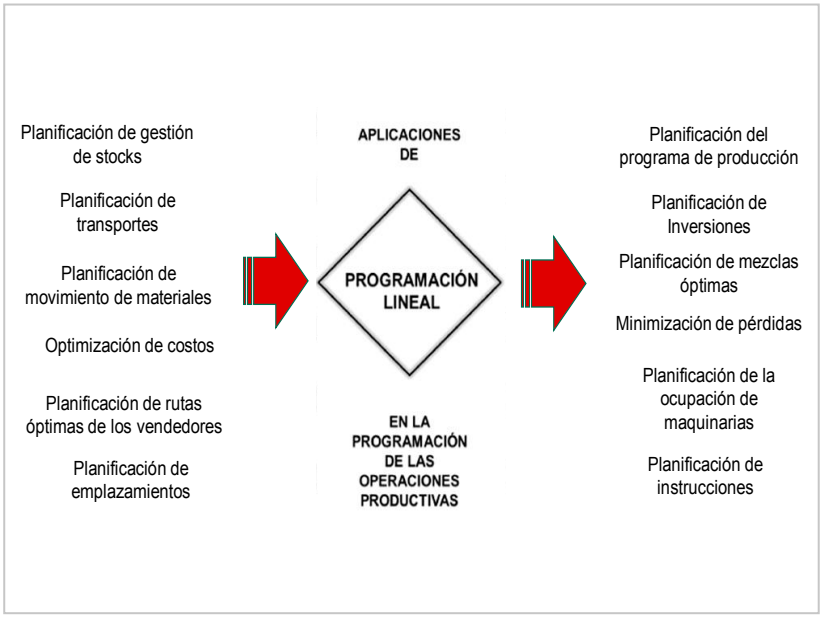
Métodos de programación lineal (Figura 48)

Los métodos pueden clasificarse en dos grupos:

a) Para la solución del problema general de programación lineal:
   - Método gráfico.
   - Método simplex.
   - Método de la descripción completa.
   - Método multiplex.
   - Método potencial.

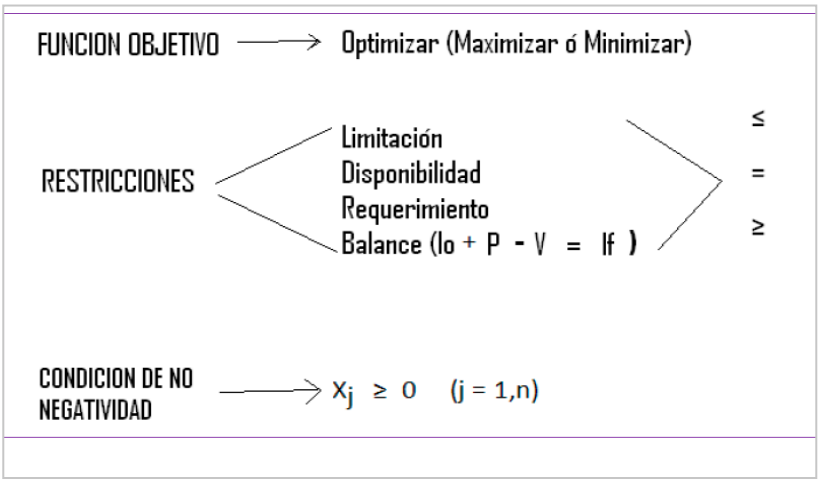
b) Para la solución de casos especiales del problema de la programación lineal, se usa:
   - Método del transporte.
   - Método modificado y de la asignación.
   - Método de la inspección.
   - Método de análisis de indicador.
   - Método index.

Figura 48. Aplicaciones de la programación lineal



Fuente: D'Alessio (2012)

Figura 49. Formulación de la programación lineal



Fuente: Internet

Son componentes de la formulación matemática de un modelo de programación lineal:

- Función objetivo: En la programación lineal, representa y determina la máxima ganancia o utilidad; o la mínima perdida o inversión. Según se trate, tenemos.

Figura 50. Función objetivo

Z_{max} o Max Z — Maximización

Z_{min} o Min Z — Minimización

Que analíticamente es igual a:

$$Zopt = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + C_nX_n$$

Zopt : es flexible según se trate de Max Z o Min Z

Ci : contribución unitaria (perdida o ganancia)

Xi : Areas de producción

Fuente: Internet.

- Las restricciones (Figura 51): Son aquellas relaciones de limitación, disponibilidad, requerimiento, balance, a través de los signos ≥, ≤, =.

Figura 51. Restricciones de la formulación de la programación lineal

$$
\begin{array}{ll}
(1) & a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots a_{1n}x_n \geq b_1 \\
(2) & a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots a_{2n}x_n \leq b_2 \\
\vdots & \vdots \\
(m) & \underbrace{a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots a_{mn}x_n}_{\text{Requerimientos}} = \underbrace{b_m}_{\text{Disponible}}
\end{array}
$$

b_i : indica lo disponible, que puede ser: horas, número de trabajadores, efectivo, recursos, etc.

a_i : cantidad de recursos que se necesita, para producir una unidad del proceso

Fuente: Internet

- Condición de no negatividad:

$$X_j \geq 0 \quad (j = 1, n)$$

En la Figura 52, se presenta un ejemplo de formulación matemática de un modelo de programación lineal:

Figura 52.

$$
\begin{aligned}
&\text{Min } Z = 4X_1 + 2X_2 + 3X_3 \\
&\text{Sujeto a:} \\
&\qquad 4X_1 - 2X_2 - 3X_3 \leq 5 \text{ ----- } (1) \\
&\qquad X_1 + X_3 = 12 \text{ ----- } (2) \\
&\qquad -2X_1 + X_2 - X_3 \geq 1 \text{ ------ } (3) \\
&\qquad X_J \geq 0 \quad (J=1,3)
\end{aligned}
$$

Fuente: Internet

Problema de maximización:

Una compañía manufacturera textil fabrica dos tipos de productos (1 y 2). Es suficientemente afortunada como para vender todo lo que puede producir actualmente. Cada producto requiere un tiempo de manufacturación en los tres departamentos y la disponibilidad de una cantidad fija de horas-hombre por semana en cada departamento tal como se muestra en el cuadro siguiente.

El problema consiste en decidir qué cantidad de cada producto que debe manufacturarse para hacer el mejor empleo de los medios limitados de producción, sabiendo que la ganancia por cada unidad del producto 1 es US $ 1.00 dólar y del producto 2 es US $ 1.50 dólares.

¿Formular y resolver el problema de programación lineal?

Producto	Dpto A	Dpto B	Dpto C
1	2	1	4
2	2	2	2
H-H disp/sem	160	120	280

Solución: Maximización

x1 = número de unidades del producto 1

x2 = número de unidades del producto 2

Función objetivo de maximización de utilidad:

Max Z = 1*x1 + 1.5*x2

Formulación matemática de las restricciones de horas-hombre por semana en cada departamento:

2x1 + 2x2 <= 160 (1)

x1 + 2x2 <= 120 (2)

4x1 + 2x2 <= 280 (3)

Condición de no negatividad: x1, x2 >= 0

Por lo tanto, la formulación del modelo de programación lineal es:

x1 = número de unidades del producto 1
x2 = número de unidades del producto 2

Max Z = x1 + 1.5x2

Sujeto a:

2x1 + 2x2 <= 160 (1)
x1 + 2x2 <= 120 (2)
4x1 + 2x2 <= 280 (3)

x1, x2 >= 0

Método gráfico

Es un procedimiento de solución de problemas de programación lineal, muy limitado en cuanto al número de variables (2 si es un gráfico 2D), pero muy adecuado en materia de interpretación de resultados e incluso en análisis de sensibilidad.

Consiste en representar cada restricción y encontrar en la medida de lo posible el polígono (poliedro) factible, comúnmente llamado el conjunto solución o región factible, en el cual en uno de sus vértices se encuentra la mejor respuesta (solución óptima).

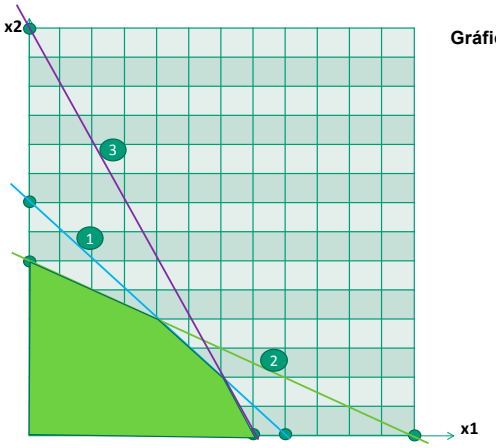
Este método consiste en delinear sobre el primer cuadrante (debido a las condiciones de no negatividad), la región de soluciones factibles; y luego graficando sobre ellas la función objetivo para ubicar el programa o la solución óptima del problema.

Pasos para la solución del problema:

- Gráfico de restricciones y función objetivo.
- Localización de la región factible.
- Restricciones activas e inactivas.
- Puntos extremos y solución óptima.

Utilicemos el método gráfico para solucionar el problema de programación lineal:

Ver el "método gráfico" en la siguiente página.



Gráfica de restricciones:

2x1 + 2x2 <= 160 (1)
x1 + 2x2 <= 120 (2)
4x1 + 2x2 <= 280 (3)
x1, x2 >= 0 (4)

1

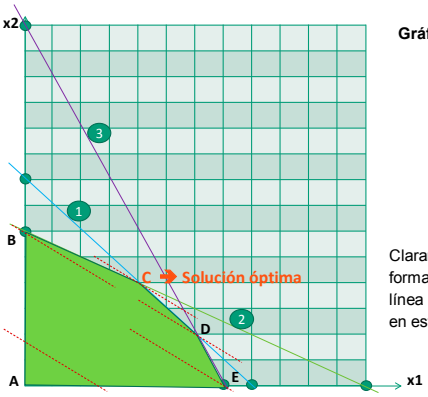
x1	x2
0	80
80	0

2

x1	x2
0	60
120	0

3

x1	x2
0	140
70	0

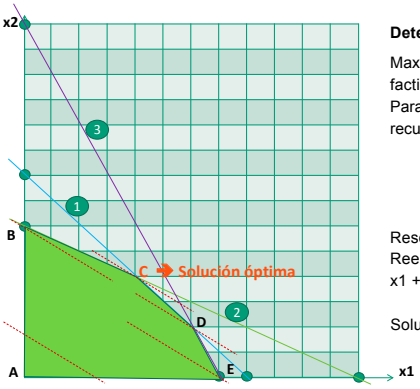


Gráfica de la función objetivo:

Z = x1 + 1.5x2
30 = x1 + 1.5x2

Z	x1	x2
0	0	0
30	0	20
30	30	0

Claramente solo en el punto "C", es decir en el vértice formado por la intersección de las ecuaciones 1 y 2, la línea imaginaria no corta el polígono solución, entonces en este punto se encuentra la solución óptima.



Determinación de la solución óptima

Max Z ocurre en un vértice del conjunto de soluciones factibles en la intersección de las restricciones (1) y (2). Para hallar el valor de la coordenada "C" es indispensable recurrir a la resolución de ecuaciones lineales (1) y (2).

2x1 + 2x2 = 160 (1)
x1 + 2x2 = 120 (2)

Resolviendo obtenemos los valores de x1=40 y x2=40
Reemplazando las variables en la función objetivo: Zmax = x1 + 1.5x2 ➔Zmax = 40 + 1.5*40 = 100

Solución optima: x1 = 40, x2 = 40, Zmax = 100

Ejemplo: Minimización

El departamento de Publicidad de AHC debe planear para el próximo mes una estrategia de publicidad para el lanzamiento de una línea de televisores a color. Tiene en consideración dos diferentes medios: televisión y periódico. Los estudios de mercado han demostrado que:

La publicidad por televisión llega al 2 % de las familias de ingresos altos y al 3 % de las familias de ingresos medios por comercial.

La publicidad en el periódico llega al 3 % de las familias de ingresos altos y al 6 % de las familias de ingresos medios por anuncio.

La publicidad en el periódico tiene un costo de 500 dólares por anuncio y la publicidad por televisión tiene un costo de 2,000 dólares por comercial. La meta de la AHC es obtener al menos una presentación como mínimo al 36 % de las familias de ingresos altos y al 60 % de las familias de ingresos medios minimizando los costos de publicidad.

¿Formular y resolver el problema de programación lineal?

Solución

Formulación matemática de un modelo de programación lineal:

Por lo tanto, la formulación del modelo de programación lineal es:

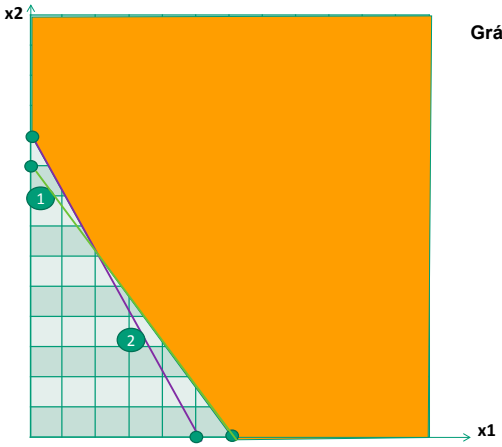
x1 = número de anuncios en el periódico.
x2 = número de anuncios en comerciales de televisión.

Por lo tanto, el objetivo es minimizar costos totales en publicidad.

Min Z = 500x1 + 2000x2

Sujeto a:

3%x1 + 2%x2 >= 36% (1)
6%x1 + 3%x2 >= 60% (2)
x1, x2 >= 0 (3)



Gráfica de restricciones:

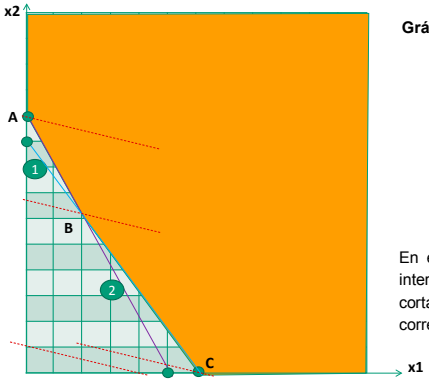
3%x1 + 2%x2 >= 36% (1)
6%x1 + 3%x2 >= 60% (2)
x1, x2 >= 0

1

x1	x2
0	18
12	0

2

x1	x2
0	20
10	0

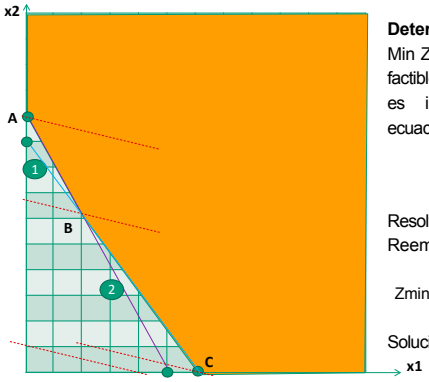


Gráfica de la función objetivo:

Min Z = 500x1 + 2000x2
4000 = 500x1 + 2000x2

Z	x1	x2
0	0	0
4000	0	2
4000	8	0

En el punto "C", es decir en el vértice formado por la intersección de la restricción (1) y la línea imaginaria no corta el polígono solución, entonces este es el punto correspondiente a la solución óptima.



Determinación de la solución óptima:
Min Z ocurre en un vértice del conjunto de soluciones factibles. Para hallar los valores de la coordenada "C", es indispensable recurrir a la resolución de ecuaciones lineales (1) y (2).

3%x1 + 2%x2 = 36% (1)
x1 = 12 (2)

Resolviendo obtenemos los valores de x1= 12 y x2=0
Reemplazando las variables en la función objetivo:

Zmin = 500x1 + 2000x2 ➔Zmin = 500*12 + 2000*0 = 6000

Solución óptima: x1 = 12, x2 = 0, Zmin = 6000

Método del transporte

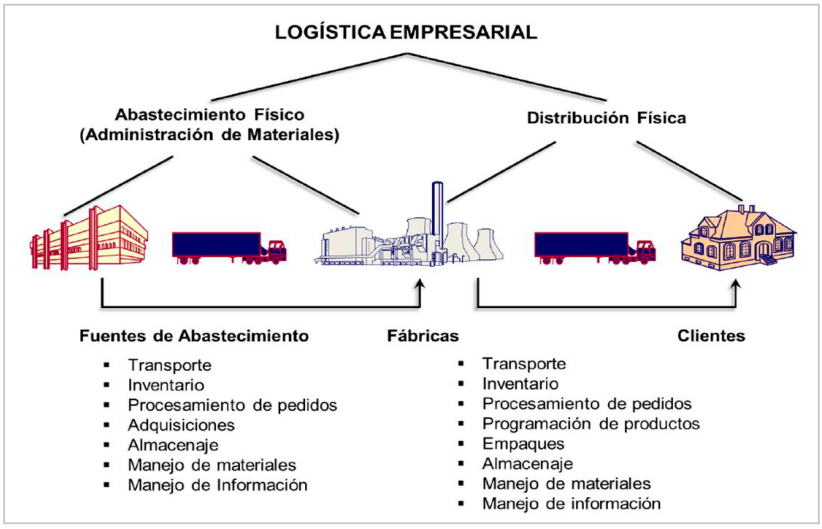
Recibe este nombre debido a que muchas de sus aplicaciones se orientan a determinar la manera óptima de transportar bienes. Al empresario le interesa la contribución del transporte a su sistema logístico y no su rendimiento como actividad aislada. Por ello, busca un medio que, integrado a la logística de sus productos, le permita mantener o mejorar su competitividad.

El problema del transporte o distribución es un problema de redes especial en programación lineal que se funda en la necesidad de llevar unidades de un punto específico llamado origen hacia otro punto específico llamado destino.

Los principales objetivos de un modelo de transporte son la satisfacción de todos los requerimientos establecidos por los destinos, y, claro está, la minimización de los costos relacionados con el plan determinado por las rutas escogidas.

El procedimiento de resolución se puede realizar mediante programación lineal. Sin embargo, su estructura permite la creación de múltiples alternativas de solución como la estructura de asignación o los métodos heurísticos más populares como Vogel, esquina noroeste o mínimos costos.

Figura 53. Logística empresarial

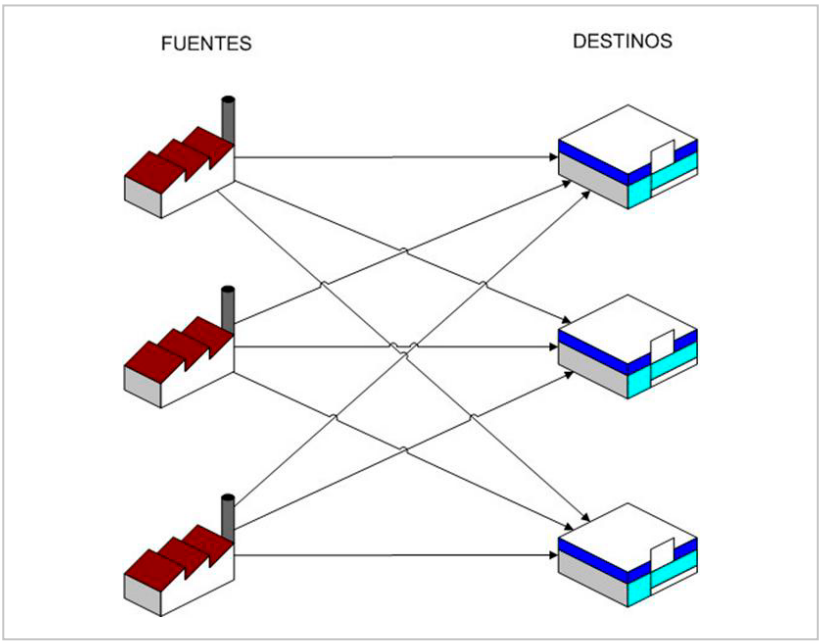


Fuente: D'Alessio (2012)

Condiciones que debe satisfacer el transporte

- Confiabilidad.
- Oportunidad en el tiempo de entrega.
- Seguridad.
- Costo.
- Seguimiento de los embarques.
- Responsabilidad definida.
- Trato postservicio.

Figura 54. Esquema del método de transporte



Fuente: Internet

Ejemplo método del transporte

Una empresa energética dispone de cuatro plantas de generación para satisfacer la demanda diaria eléctrica en cuatro ciudades: Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla. Las plantas 1, 2, 3 y 4 pueden satisfacer 80, 30, 60 y 45 millones de kilovatios al día. Las necesidades de las ciudades de Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla son de 70, 40, 70 y 35 millones de kilovatios al día.

Los costos asociados al envío de suministro energético por cada millón de kilovatios entre cada planta y cada ciudad se muestran en la siguiente tabla.

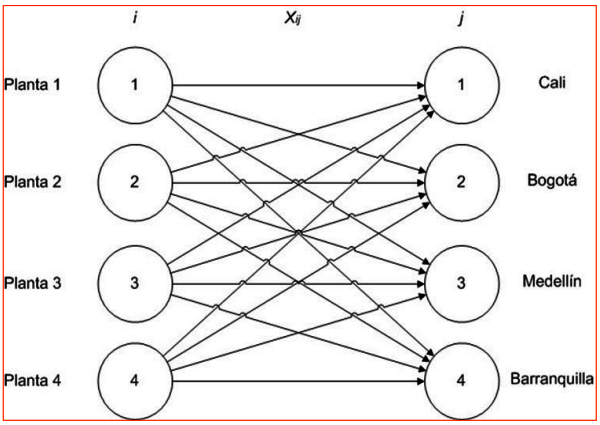
	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla
Planta 1	5	2	7	3
Planta 2	3	6	6	1
Planta 3	6	1	2	4
Planta 4	4	3	6	6

Formule un modelo de programación lineal que permita satisfacer las necesidades de todas las ciudades al tiempo que minimice los costos asociados al transporte.

Solución:

El modelo básico de transporte es el modelo en el cual la cantidad ofertada es igual a la cantidad demandada, como es el caso de este ejercicio. Sin embargo, trasladar esta suposición a la realidad es casi imposible por lo cual hace falta crear orígenes y/o destinos ficticios con el excedente de oferta y/o demanda.

Paso 1: Definición de las variables. Regularmente se le denomina a las variables de manera algebraica Xij, donde i simboliza a la fuente y j simboliza al destino. En este caso i define el conjunto {planta 1, planta 2, planta 3 y planta 4}, y j define el conjunto {Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla}. Sin embargo, es práctico renombrar cada fuente y destino por un número respectivo. Por ende, la variable X1,2 corresponde a la cantidad de millones de kilovatios enviados diariamente de la planta 1 a la ciudad de Bogotá.



Paso 2: Aquí se formulan las restricciones de oferta y demanda, cuya cantidad se encuentra determinada por el factor entre fuentes y destinos.

Restricciones de oferta o disponibilidad, las cuales son de signo ≤:

$X1,1 + X1,2 + X1,3 + X1,4 \leq 80$
$X2,1 + X2,2 + X2,3 + X2,4 \leq 30$
$X3,1 + X3,2 + X3,3 + X3,4 \leq 60$
$X4,1 + X4,2 + X4,3 + X4,4 \leq 45$

Restricciones de demanda, las cuales son de signo ≥:

$X1,1 + X2,1 + X3,1 + X4,1 \geq 70$
$X1,2 + X2,2 + X3,2 + X4,2 \geq 40$
$X1,3 + X2,3 + X3,3 + X4,3 \geq 70$
$X1,4 + X2,4 + X3,4 + X4,4 \geq 35$

Paso 3: Se formulan la función objetivo, en la cual se relaciona el costo correspondiente a cada ruta.

$Zmin = 5X1,1 + 2X1,2 + 7X1,3 + 3X1,4 + 3X2,1 + 6X2,2 + 6X2,3 + 1X2,4 + 6X3,1 + 1X3,2 + 2X3,3 + 4X3,4 + 4X4,1 + 3X4,2 + 6X4,3 + 6X4,4$

Método de la esquina noroeste

El método de la esquina noroeste es un algoritmo heurístico capaz de solucionar problemas de transporte o distribución, mediante la consecución de una solución básica inicial que satisfaga todas las restricciones existentes, sin que esto implique que se alcance el costo óptimo total.

Este método tiene como ventaja frente a sus similares la rapidez de su ejecución. Es utilizado con frecuencia en ejercicios en que el número de fuentes y destinos es muy elevado.

Algoritmo de resolución

Se parte por esbozar en forma matricial el problema, es decir, filas que representen fuentes y columnas que representen destinos,

luego el algoritmo debe de iniciar en la celda, ruta o esquina noroeste de la tabla (esquina superior izquierda) Figura 55.

Figura 55. Método de esquina noroeste

Fuente: D'Alessio (2012)

Paso 1: En la celda seleccionada como esquina noroeste se debe asignar la máxima cantidad de unidades posibles, cantidad que se ve restringida ya sea por las restricciones de oferta o de demanda. En este mismo paso se procede a ajustar la oferta y demanda de la fila y columna afectada, restándole la cantidad asignada a la celda.

Paso 2: En este paso se elimina la fila o destino cuya oferta o demanda sea 0 después del "Paso 1", si dado el caso ambas son cero arbitrariamente se elige cual eliminar y la restante se deja con demanda u oferta cero (0) según sea el caso.

Paso 3: Una vez en este paso existen dos posibilidades, la primera que quede un solo renglón o columna. Si este es el caso, se ha llegado al final el método, "detenerse". La segunda es que quede más de un renglón o columna. Si este es el caso, hacer nuevamente el "Paso 1".

Solución paso a paso:a

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	70 5	2	7	3	80
Planta 2	3	6	6	1	30
Planta 3	6	1	2	4	60
Planta 4	4	3	6	6	45
Demanda	70	40	70	35	

Esta es la Esquina Noroeste, aquí asignaremos el mayor número de unidades posibles, en este caso "70", dado que la demanda de cali restringe un número mayor.

Ahora la cantidad asignada a la esquina noroeste es restada a la demanda de Cali y a la oferta de la "Planta 1", en un procedimiento muy lógico. Dado que la demanda de Cali una vez restada la cantidad asignada es cero (0), se procede a eliminar la columna. El proceso de asignación nuevamente se repite.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1		10 2	7	3	10
Planta 2		6	6	1	30
Planta 3		1	2	4	60
Planta 4		3	6	6	45
Demanda		40	70	35	

Esta es la nueva esquina Noroeste, ahora la restricción de la asignación es la oferta de la "Planta 1" cuyo valor es 10.

Continuamos con las iteraciones.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1					
Planta 2		30 6	6	1	30
Planta 3		1	2	4	60
Planta 4		3	6	6	45
Demanda		30	70	35	

En este caso como oferta y demanda presentan el mismo valor, este es asignado a la esquina Noroeste y una vez se resta a la oferta y la demanda se elimina arbitrariamente uno de los dos, el otro permanece con oferta o demanda cero (0)

En este caso nos encontramos frente a la elección de la fila o columna a eliminar (tachar). Sin embargo, podemos utilizar un criterio mediante el cual eliminemos la fila o columna que presente los costos más elevados. En este caso la "Planta 2".

Nueva iteración.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1					
Planta 2					
Planta 3		1	60 2	4	60
Planta 4		3	6	6	45
Demanda		0	70	35	

En este caso a la esquina Noroeste no se le pueden asignar valores, por ende se busca otra.

Una vez finalizada esta asignación, se elimina la "Planta 3", que ya ha sido satisfecha con la asignación de 60 unidades. Por ende, nos queda una sola fila, a la cual le asignamos las unidades estrictamente requeridas. Así, finalizamos el método.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1					
Planta 2					
Planta 3					
Planta 4		3	10 6	35 6	45
Demanda		0	10	35	

El cuadro de las asignaciones (que debemos desarrollar paralelamente) queda así:

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	70	10			80
Planta 2		30			30
Planta 3			60		60
Planta 4			10	35	45
Demanda	70	40	70	35	

Los costos asociados a la distribución son los siguientes:

Variable de decisión	Actividad de la variable	Costo x Unidad	Contribución Total
$X_{1,1}$	70	5	350
$X_{1,2}$	10	2	20
$X_{1,3}$	0	7	0
$X_{1,4}$	0	3	0
$X_{2,1}$	0	3	0
$X_{2,2}$	30	6	180
$X_{2,3}$	0	6	0
$X_{2,4}$	0	1	0
$X_{3,1}$	0	6	0
$X_{3,2}$	0	1	0
$X_{3,3}$	60	2	120
$X_{3,4}$	0	4	0
$X_{4,1}$	0	4	0
$X_{4,2}$	0	3	0
$X_{4,3}$	10	6	60
$X_{4,4}$	35	6	210
TOTAL			940

El costo total es superior al obtenido mediante programación lineal y el método de aproximación de Vogel, lo cual demuestra lo enunciado en la descripción del algoritmo que cita que no se obtiene siempre la mejor solución. Sin embargo, presenta un cumplimiento de todas las restricciones y una rapidez de elaboración, lo cual es una ventaja en problemas con innumerables fuentes y destinos en los cuales no nos importe más que satisfacer las restricciones.

Método del costo mínimo

El método del costo mínimo o método de los mínimos costos es un algoritmo desarrollado para resolver problemas de transporte o distribución, arrojando mejores resultados que métodos como el de la esquina noroeste, pues se enfoca en las rutas que presentan menores costos.

El diagrama de flujo de este algoritmo es mucho más sencillo que los anteriores, pues se trata simplemente de la asignación de la mayor cantidad de unidades posibles (sujeta a las restricciones de oferta y/o demanda) a la celda menos costosa de toda la matriz hasta finalizar el método.

Algoritmo del costo mínimo

Paso 1: De la matriz se elige la ruta (celda) menos costosa (en caso de un empate, este se rompe arbitrariamente) y se le asigna la mayor cantidad de unidades posible, cantidad que se ve restringida ya sea por las restricciones de oferta o de demanda. Luego se ajusta la oferta y demanda de la fila y columna afectada, restándole la cantidad asignada a la celda.

Paso 2: En este paso se elimina la fila o destino cuya oferta o demanda sea 0 después del "Paso 1". Si dado el caso ambas son cero, arbitrariamente se elige cuál eliminar y la restante se deja con demanda u oferta cero (0) según sea el caso.

Paso 3: En este paso hay dos posibilidades. La primera que quede un solo renglón o columna. Si este es el caso, se ha llegado al final del método. "Detenerse". La segunda es que quede más de un renglón o columna. Si este es el caso, desarrollar nuevamente el "Paso 1".

Solución paso a paso:

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	5	2	7	3	80
Planta 2	3	6	6	$\boxed{1}$	30
Planta 3	6	$\boxed{40}$ $\boxed{1}$	2	4	60
Planta 4	4	3	6	6	45
Demanda	70	40	70	35	

En este caso se presenta un empate, este se rompe de forma arbitraria, así que se le asigna a cualquiera la mayor cantidad posible.

Luego esa cantidad asignada se resta a la demanda de Bogotá y a la oferta de la "Planta 3", en un proceso muy lógico. Dado que Bogotá se queda sin demanda esta columna desaparece y se repite el primer proceso.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	5		7	3	80
Planta 2	3		6	30 [1]	30
Planta 3	6		2	4	20
Planta 4	4		6	6	45
Demanda	70		70	35	

Nuevo proceso de asignación

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	5		7	3	80
Planta 2					
Planta 3	6		20 [2]	4	20
Planta 4	4		6	6	45
Demanda	70		70	5	

Nuevo proceso de asignación

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	5		7	5 [3]	80
Planta 2					
Planta 3					
Planta 4	4		6	6	45
Demanda	70		50	5	

Nuevo proceso de asignación

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	5		7		75
Planta 2					
Planta 3					
Planta 4	45 $\boxed{4}$		6		45
Demanda	70		50		

Finalizado el cuadro anterior, nos daremos cuenta de que solo quedará una fila. Por ende, asignamos las unidades y se termina el método.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	25 5		50 7		75
Planta 2					
Planta 3					
Planta 4					
Demanda	25		50		

El cuadro de las asignaciones (que debemos desarrollarlo paralelamente) queda así:

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Oferta
Planta 1	25		50	5	80
Planta 2				30	30
Planta 3		40	20		60
Planta 4	45				45
Demanda	70	40	70	35	

Los costos asociados a la distribución son los siguientes:

Variable de decisión	Actividad de la variable	Costo x Unidad	Contribución Total
$X_{1,1}$	25	5	125
$X_{1,2}$	0	2	0
$X_{1,3}$	50	7	350
$X_{1,4}$	5	3	15
$X_{2,1}$	0	3	0
$X_{2,2}$	0	6	0
$X_{2,3}$	0	6	0
$X_{2,4}$	30	1	30
$X_{3,1}$	0	6	0
$X_{3,2}$	40	1	40
$X_{3,3}$	20	2	40
$X_{3,4}$	0	4	0
$X_{4,1}$	45	4	180
$X_{4,2}$	0	3	0
$X_{4,3}$	0	6	0
$X_{4,4}$	0	6	0
TOTAL			780

En este caso, el método del costo mínimo presenta un costo total de 780. Es simple de desarrollar y tiene un mejor rendimiento en cuanto a resultados respecto al método de la esquina noroeste.

Diagrama de redes

Esta técnica nace a raíz de la complejidad que se tenía al programar tareas y/o actividades abundantes en los megaproyectos, a través de una interrelación, dependencia o actividades secuenciales eran complejas para su respectiva programación. Por ello, se crean nuevas técnicas y/o mejoras en estos procedimientos.

Así, en toda actividad a realizar, se requieren instrucciones precisas y claras de lo que se desarrollará, de cuál es la finalidad, el impacto, la capacidad financiera, la viabilidad y otros elementos adecuados, etc.

Secuencia para desarrollar el cronograma

- Definir las actividades: Es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.

  Ejemplo: Proceso ➔ Terreno limpio

  - Alquilar equipo de limpieza
  - Alquilar volquete de 10 toneladas
  - Contratar capataz y cuadrilla
  - Comprar materiales de limpieza
  - Transportar materiales y equipos
  - Acumular maleza en zona de acceso
  - Acumular desperdicios en zona de acceso
  - Retirar maleza
  - Retirar desperdicios

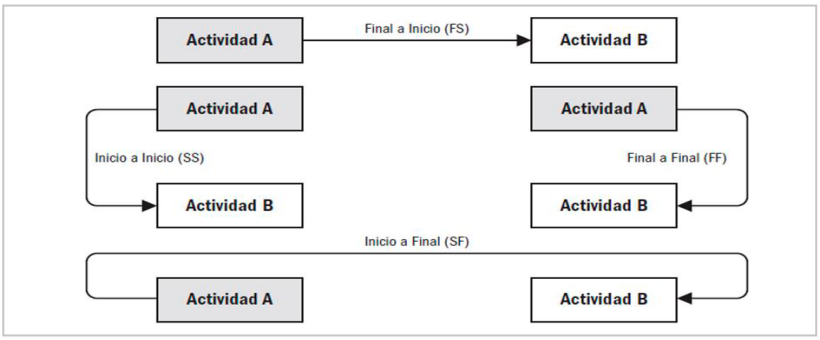
- Secuenciar las actividades (método de diagrama de precedencia, PDM).

  Es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. La técnica que se utiliza es:

Método de diagramación por precedencia (PDM) (Figura 56)

Es una técnica en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas. Incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas: Diagrama de red, Método PERT, Método de la ruta crítica (CPM).

Figura 56. Método de Diagramación por Precedencia

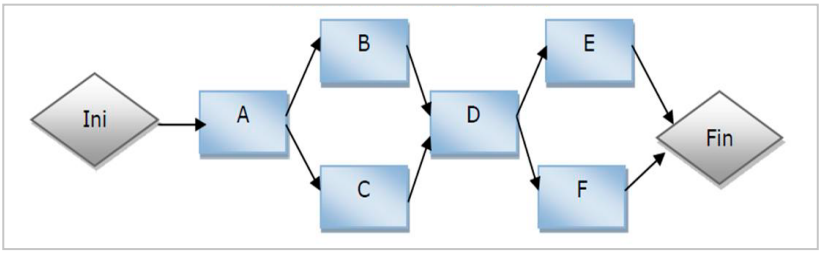


Fuente: PMI-PMBOK (6.a. ed)

Diagrama de red (Figura 57)

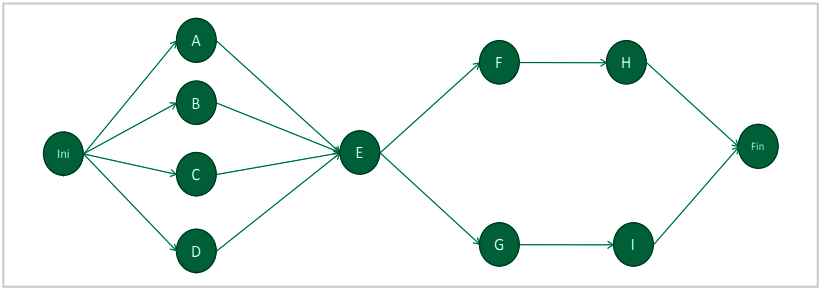
Es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto.

Figura 57.



Fuente: Internet

Figura 58. Ejemplo de diagramación de red



- Estimar la duración de las actividades (Método PERT)

  Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.

Método PERT

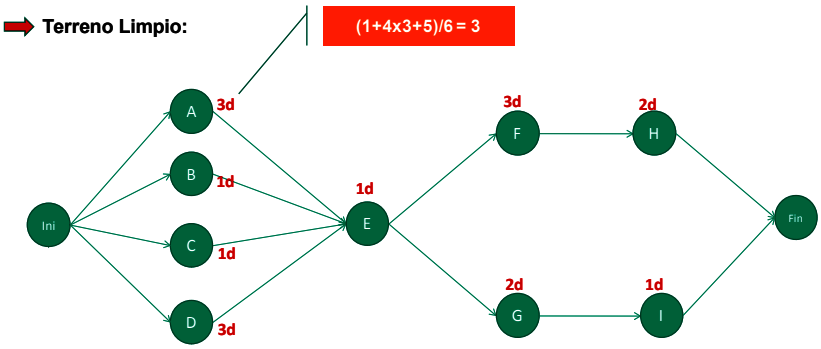
La exactitud de las estimaciones de la duración de una actividad por un único valor puede mejorarse si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo. La Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT), utiliza tres estimaciones para definir un rango aproximado de duración de una actividad:

- Más probable (tM): Estima la duración de la actividad, en función de los recursos que probablemente le sean asignados.
- Optimista (tO): Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- Pesimista (tP): Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del peor escenario posible para esa actividad.

La duración esperada (tE), se calcula en función de la distribución Beta, mediante la fórmula:

$$tE = (tO + 4tM + tP)/6$$

Ejemplo para estimar la duración de actividades del terreno limpio:



- Desarrollar el cronograma (método de la ruta crítica – CPM)

  Es el proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear un modelo de programación.

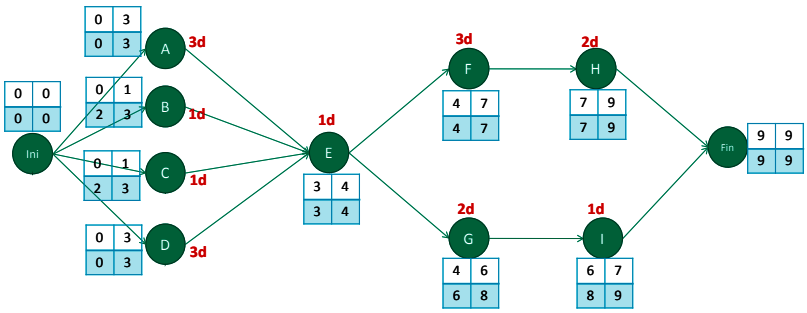
Método de la ruta crítica (CPM)

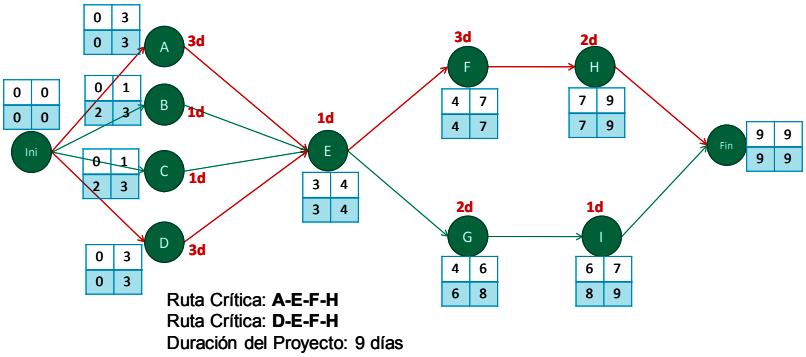
Se utiliza para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del cronograma.

Esta técnica de análisis de la red del cronograma calcula las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías, para todas las actividades, sin tener en cuenta las limitaciones de recursos, y realiza un análisis que recorre hacia adelante y hacia atrás toda la red del cronograma. La ruta crítica es la secuencia de actividades que representa el camino más largo a través de un proyecto y determina la menor duración posible del mismo.

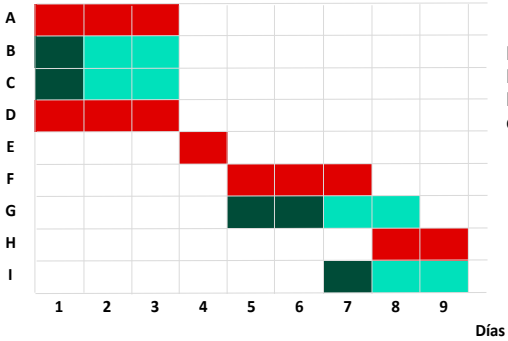
Holgura total: Es la flexibilidad se mide por la cantidad de tiempo que una actividad del cronograma puede retrasarse o extenderse respecto de su fecha de inicio temprana sin retrasar la fecha de finalización del proyecto ni violar restricción alguna del cronograma.

Ejemplo para determinar la ruta crítica del terreno limpio (CPM).





Ejemplo de cronograma del proyecto del terreno limpio



Ruta Crítica: **A-E-F-H**
Ruta Crítica: **D-E-F-H**
Duración del Proyecto: 9 días

Ejemplo 2:

Para las siguientes actividades del proyecto que se muestra a continuación, elabore el diagrama de red, determine la ruta crítica y la duración del proyecto; utilice el método PERT. Elabore el cronograma del proyecto (tiempo en días).

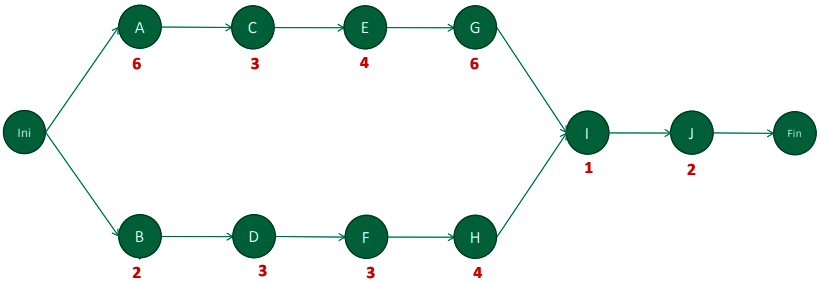
Actividad	Tiempo Optimista	Tiempo más Probable	Tiempo Pesimista	Actividad Precedente
A	3	5.5	11	--
B	1	1.5	5	--
C	1.5	3	4.5	A
D	1.2	3.2	4	B
E	2	3.5	8	C
F	1.8	2.8	5	D
G	3	6.5	7	E
H	2	4.2	5.2	F
I	0.5	0.8	2.3	G-H
J	0.8	2.1	2.8	I

Solución:

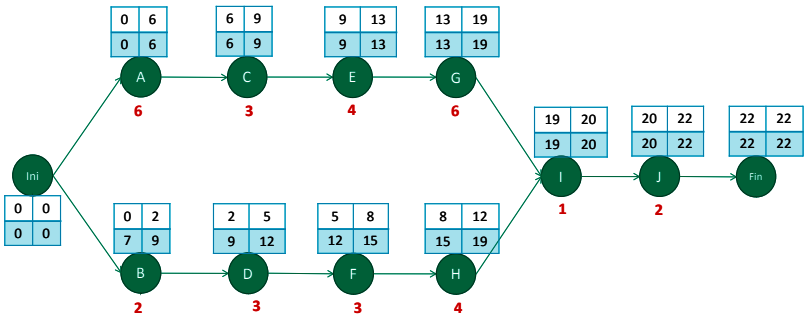
Tiempo estimado (método PERT)

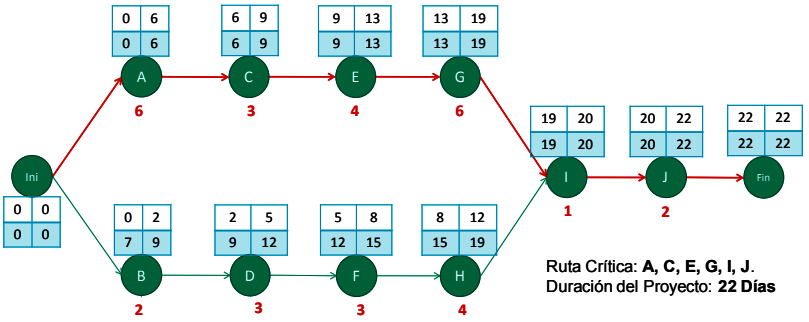
Actividad	Tiempo Optimista	Tiempo más Probable	Tiempo Pesimista	Actividad Precedente	Tiempo Estimado (Te)
A	3	5.5	11	--	6
B	1	1.5	5	--	2
C	1.5	3	4.5	A	3
D	1.2	3.2	4	B	3
E	2	3.5	8	C	4
F	1.8	2.8	5	D	3
G	3	6.5	7	E	6
H	2	4.2	5.2	F	4
I	0.5	0.8	2.3	G-H	1
J	0.8	2.1	2.8	I	2

Diagrama de red:

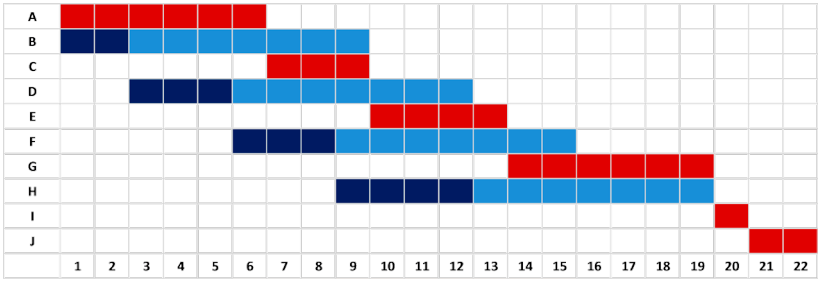


Ruta crítica:





Cronograma del proyecto:



Ruta Crítica: **A, C, E, G, I, J**
Duración del Proyecto: 22 Días

3.2. Logística de las operaciones productivas

La logística empresarial es aquella que provee el soporte de las operaciones de los recursos básicos: materiales, mano de obra, maquinarias, métodos, moneda, medio ambiente y mentalidad.

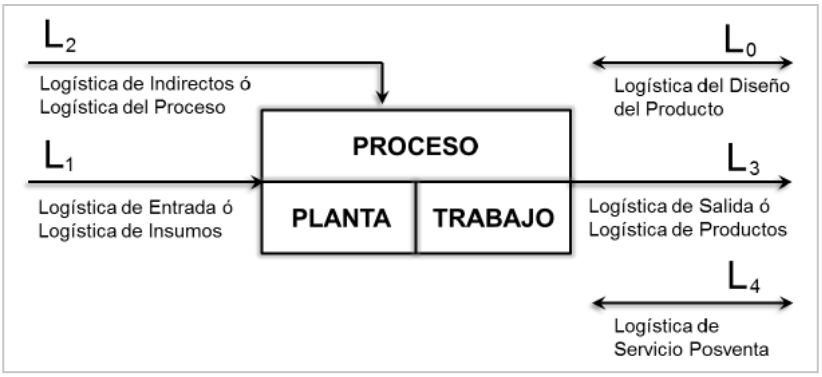
El concepto de cadena de suministro encarna el propósito de la logística de las operaciones productivas. La cadena de suministro se divide en dos:

- La cadena de suministro estratégica: Tipo de producción, tamaño de planta, selección y colocación del producto en planta y selección del proveedor.
- La cadena de suministro táctica: Utilización de los recursos, los proveedores, centros de depósitos y ventas.

Dependiendo del modelo de negocio de la empresa, la logística puede estar en los procesos "*core* de negocio" o de "soporte"; y su función principal de estas es cumplir con la entrega de los productos o insumos a los clientes (internos o externos), en las condiciones correctas de calidad establecida, cantidad definida, en el tiempo acordado y con los costos mínimos para la operación.

Del mismo modo la logística aplica principios de transformación de productos y contribuye con los medios para conseguirlos.

Figura 59. Proceso de logística de operaciones



Fuente: D'Alessio (2012)

Inventarios

"El inventario es uno de los activos más importantes que poseen muchas compañías porque es el mayor rubro del activo corriente que se convierte en la base de las empresas comerciales e industriales, y su costo se puede medir de diversas formas. Al evaluar el desempeño de una organización, una de las primeras preguntas debe ser: ¿cómo valoran ellos su inventario?" (Meigs, 2002, p. 285).

"Los inventarios están constituidos por bienes destinados a la venta o a la producción para su posterior venta, como materia prima, productos en proceso, artículos terminados y otros materiales o insumos que se utilicen en el empaque, envase de mercancía o las refacciones para mantenimiento que se consuman en el ciclo normal de operaciones" (Carvalho, 2009, p. 187).

Los inventarios son la cantidad de existencias de un bien o recurso utilizado en una organización. Todos los medios, elementos y recursos productivos de que dispone una empresa son "inventariables".

El inventario para la producción hace referencia a los medios que se transforman en el proceso productivo (insumos) en producto terminado: bienes (materiales) o servicios (clientes), con el apoyo de los recursos indirectos y se divide en:

- Insumos L1
- Componentes o repuestos L2A
- Suministros L2B
- Materiales generales L2C
- Productos terminados L3
- Productos en proceso - WIP (Work in process)

Los objetivos de los inventarios son establecer:

- Cuánto pedir o cantidad a ordenarse (Q)
- Cuándo efectuar la orden (T)

En busca de:

- Mantener la independencia de las operaciones productivas.
- Atender cualquier variación en la demanda de insumos o productos.
- Permitir flexibilidad y adaptabilidad a los programas de las operaciones productivas.
- Proveer seguridad con respecto a la variación en los plazos de entrega de los proveedores, la escasez de insumos e indirectos, las huelgas en proveedores o transportistas, entre otros.
- Aprovechar las ventajas del tamaño económico de la orden de compra, como descuentos por cantidad, costos de embarque menores, reducción de trámites, entre otros.

Costos de los inventarios

- Costos de pedir el inventario (Cs).
- Costos de adquirir el inventario (Ca) o producirlo (Cp).
- Costos del mantenimiento del inventario (Ch).
- Costos de rotura del inventario (Cb).

Figura 60. Costos de los inventarios

Fuente: D'Alessio (2012)

Costos de un inventario de entrada

Pedirle al proveedor los insumos e indirectos que se necesitan es el costo del suministro (*supply*) que involucra los trámites administrativos de la orden.

Adquirir el inventario de insumos e indirectos (*adquisition*), es decir, el costo de pagarles a los proveedores por estos, es el precio de compra.

Tenerlos o poseerlos en un almacén (*holding*) involucra el costo del almacén, su manipulación, seguros, robos o pérdidas, garantías, obsolescencia o envejecimiento, impuestos, roturas físicas, vigilancia y el costo de oportunidad.

Podría incurrirse en rotura (*break*) de *stocks*, que es el costo de no contar con el inventario que paralizaría el proceso productivo. En él están los costos fijos no absorbidos, indirectos desperdiciados, costos de oportunidad, costos judiciales y otros.

Costos de un inventario de salida

Pedir al proceso los productos que se necesitan es el costo de preparar el proceso para producir (*set up*) que involucra las acciones administrativas y operativas para predisponer el proceso para el producto solicitado.

Producir el inventario de productos terminados (*production*), es el costo de producir el producto en el proceso, más el valor que este agrega a los insumos en la transformación.

Tenerlo en un almacén (*holding*) que involucra lo mismo que el costo de mantenimiento de insumos, con la diferencia de que el producto terminado tiene ya un valor agregado por el proceso.

Podría igualmente incurrirse en rotura (*break*) de *stock*, que es el costo de no contar con el inventario que paralizaría las ventas con todas sus implicaciones.

Costos de los inventarios (Flgura 61)

$$C_s = \frac{DS}{Q} \qquad C_h = \frac{Q}{2}H$$

$$C_a = DU = C_p \qquad C_b = \frac{Q-M}{2}\pi$$

D= demanda anual
Q= cantidad de la orden
S= costo unitario de una orden
U= costo unitario de adquisición
H= costo unitario de mantenimiento
π= costo unitario de rotura
T= tiempo (se considera un ciclo)
M= *stock* positivo cuando hay rotura

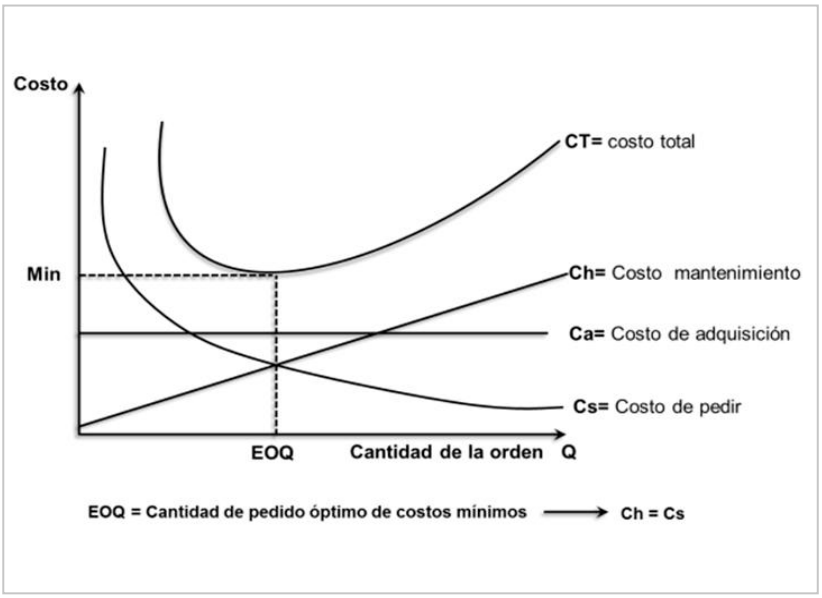
Costo total (CT) = Costo de pedir (Cs) + Costo de adquisición (Ca) + Costo de mantenimiento (Ch) + Costo de rotura (Cb)

$$\boxed{CT = \frac{DS}{Q} + DU + \frac{QH}{2}}$$

Sin rotura de stock

Ver Figura 61 en la siguiente página.

Figura 61. Estructura de los costos de inventarios



Fuente: D'Alessio (2012)

Modelo logístico básico:

Figura 62. Modelo logístico básico

Pedido de Cantidad Fija
(EOQ: Economic Order Quantity:
Cantidad económica del pedido)

Pedido de Periodo Fijo
(EOT: Economic Order Time:
Tiempo económico del pedido)

Cantidad Fija → $EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$ → $Q = DT$ → **Periodo Fijo** $EOT = \sqrt{\frac{2S}{DH}}$

D	=	Demanda anual (und/año)		
S	=	Costo unitario de una orden	($/orden)	(S:Supply = Suministro)
H	=	Costo unitario de mantenimiento	($/unidad año)	(H:Holding = Tenencia)
U	=	Costo unitario de adquisición	($/Item)	(A:Acquisition = Adquisición)
π	=	Costo unitario de rotura	($/unidad año)	(B:Break = Rotura)

Fuente: D'Alessio (2012)

Cantidad económica de pedido (EOQ)

Es un modelo de cantidad fija el cual busca determinar mediante la igualdad cuantitativa de los costos de ordenar y los costos de mantenimiento el menor costo total posible.

El método EOQ está en capacidad de determinar: El momento en el cual se debe colocar un pedido o iniciar una corrida de producción, está generalmente dado en unidades en inventario (por lo cual en el momento en que el inventario (físico y en tránsito) alcance un número de unidades especifico "R" se debe de ordenar o correr la producción).

El modelo de cantidad fija EOQ parte de varios supuestos, estos son:

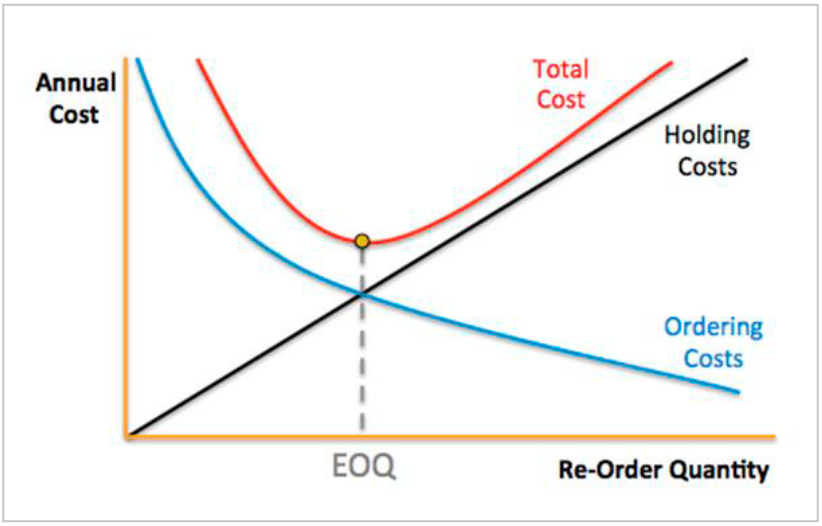
- Un solo ítem.
- Demanda constante, exacta y conocida.
- Los ítems se producen o se compran en lotes.
- Cada orden u orden se recibe en un solo envío.
- No se permiten inexistencias (quiebre de *stock*).
- El costo fijo de emitir una orden o de alistamiento es constante y determinístico.
- El *lead* time (tiempo de carga) del proveedor es constante y determinístico.
- No existen descuentos por volumen de pedido.

Las variables que considera el modelo EOQ son:

D: Demanda anual, dada en unidades por año.
S: Costo de ordenar o alistar, dado en unidades monetarias por unidad.
C: Costo del ítem, dado en unidades monetarias por unidad.
i: Tasa anual de mantenimiento, dada en unidades porcentuales.
H: Costo anual de mantenimiento, dado en unidades monetarias por año.
Q: Tamaño del lote, en unidades.
R: Punto de nueva orden o corrida, dada en unidades.
N: Número de órdenes o corridas al año.
T: Tiempo entre cada orden.
TRC: Costo total anual o Costo total relevante.

En cuanto a la cantidad óptima, gráficamente se puede deducir que el punto de pedido es el mismo punto en el cual los costos de ordenar y mantener se encuentran (es decir son iguales), de esta manera se despeja la fórmula del EOQ.

Figura 63. Esquema de costos EOQ



Fuente: Internet

$$H = i * C$$

$$Costo\ anual\ de\ pedir\ o\ alistar = \frac{D}{Q} * S$$

$$Costo\ anual\ de\ mantenimiento = \frac{Q}{2} * H$$

$$TRC = \left(\frac{D}{Q} * s\right) + \left(\frac{Q}{2} * H\right)$$

$$\left(\frac{D}{Q} * S\right) = \left(\frac{Q}{2} * H\right)$$

$$\frac{2 * D * S}{H} = Q^2$$

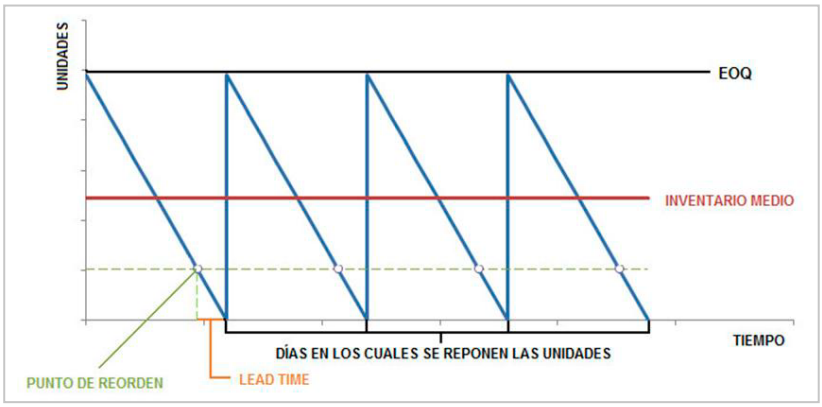
$$\sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} = \sqrt{Q^2}$$

$$\sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} = Q$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

El comportamiento de la demanda en función del tiempo, y el efecto generado por el modelo EOQ se puede apreciar en la siguiente gráfico. Además del EOQ, se pueden calcular múltiples datos que son de vital importancia para un posterior análisis y generar una mejor programación.

Figura 64. Esquema EOQ



Fuente: Internet

$$N = \frac{D}{EOQ}$$

$$T = \frac{Días\ laborales\ al\ año}{N}$$

$$R = \left(\frac{D}{365}\right) * L$$

Donde:
L: Lead Time del proveedor, o el tiempo de alistamiento de las corridas de producción.
N: Número de pedidos a realizar en el año
T: Tiempo (días) que transcurre entre pedidos
R: Punto de nueva orden o corrida, en unidades

Ejemplo:

La organización XYZ presenta una demanda anual de 150,000 unidades de sus envases de plástico presentación "AA". En un reciente proceso de costeo el departamento de ingeniería ha determinado mediante el método agregado que el costo de emitir cada orden es de US $ 13,800 dólares, además se ha estimado que la tasa de mantenimiento equivale al 12 % anual. Teniendo en cuenta que el precio de venta de cada envase "AA" es de 1,733 dólares y que este presenta un margen de contribución unitario del 25 %, además que el lead time del proveedor equivale a cinco días y que la organización labora de manera ininterrumpida durante los 365 días al año.

Determine la cantidad óptima de pedido, su punto de reposición, el número de órdenes al año, el tiempo entre cada orden y realice un gráfico que muestre los costos asumidos teniendo en cuenta la cantidad óptima establecida.

Solución:

Datos iniciales:

Pvu = US $ 1,733 dólares

g = 25 % Pv

i = 12 %

D = 150,000 unid.

S = US $ 13,800 dólares

L = 5 días

Costo unitario del envase (Cu) = 1733x(1- 0.25) = 1300 dólares

H = 1300*0.12 = 156 dólares

EOQ = RAIZ(2x150000x13800/156) = 5152 unidades

R = (D/365)xL = (150000/365)x5 = 2055 unidades

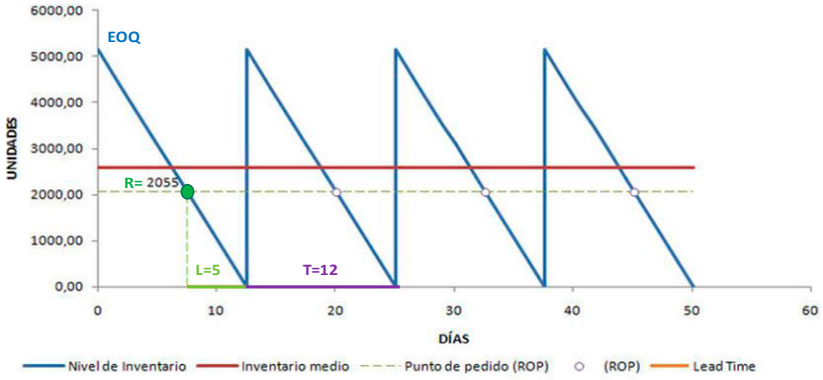
N = (D/EOQ) = (150000/5152) = 30 órdenes

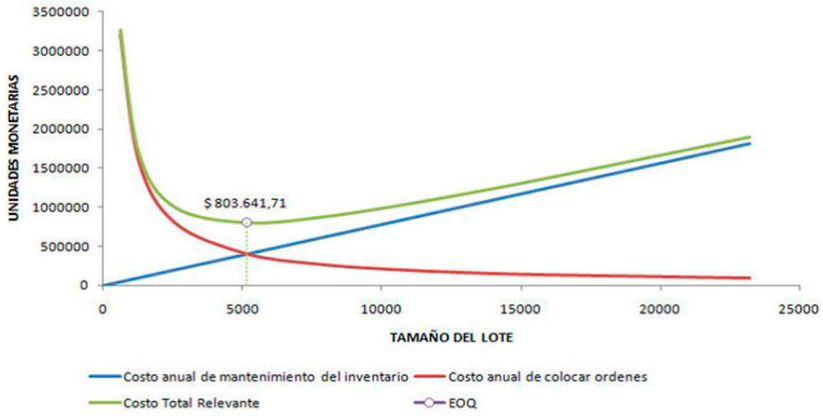
T = (365/N) = (365/30) = 12 días

Cs = DS/Q = 150000*13800/5152 = 401,786 dólares/año (costo de orden)

Ch = QH/2 = 5152*156/2 = 401,856 dólares/año (costo de mantenimiento)

Costo total relevante (TRC) = 803,642 dólares/año





Clasificación de inventarios

La clasificación es una de las mejores medidas de control interno de inventarios, pues, de aplicarse correctamente, puede permitir mantener el mínimo de capital invertido en *stock*, entre muchos otros beneficios.

La clasificación ABC es una metodología de segmentación de productos según criterios preestablecidos (indicadores de importancia, como el "costo unitario" y el "volumen anual demandado"). El criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el valor de los inventarios y los porcentajes de clasificación son relativamente arbitrarios.

Controles para las zonas de la clasificación

Control para zonas "A"

Las unidades pertenecientes a la zona "A" requieren del grado de rigor más alto posible en cuanto a control. Esta zona corresponde a aquellas unidades que presentan una parte importante del valor total del inventario. El máximo control puede reservarse a las materias primas que se utilicen en forma continua y en volúmenes elevados.

Para esta clase de materia prima, los agentes de compras pueden celebrar contratos con los proveedores que aseguren un suministro constante y en cantidades que equiparen la proporción de utilización, tomando en cuenta medidas preventivas de gestión del riesgo. La zona "A" en cuanto a gestión de los almacenes debe de contar con ventajas de ubicación y espacio respecto a las otras unidades de inventario. Estas ventajas son determinadas por el tipo de almacenamiento que utilice la organización.

Control para zonas "B"

Las partidas B deberán ser seguidas y controladas mediante sistemas computarizados con revisiones periódicas por parte de la administración.

Los lineamientos del modelo de inventario son debatidos con menor frecuencia que en el caso de las unidades correspondientes

a la zona "A". Los costos de faltantes de existencias para este tipo de unidades deberán ser moderados a bajos y las existencias de seguridad deberán brindar un control adecuado con el quiebre de stock, aun cuando la frecuencia de órdenes es menor.

Control para zonas "C"

Esta es la zona con mayor número de unidades de inventario. Por ende, un sistema de control diseñado, pero de rutina es adecuado para su seguimiento. Un sistema de punto de re-orden que no requiera de evaluación física de las existencias suele ser suficiente.

Ejemplo:

La compañía XYZ presenta los siguientes datos relacionados con el inventario de artículos. Determine la clasificación ABC.

Codigo	Demanda	Precio Unit	Valor total
1	40	3,750.00	150,000
2	200	40.00	8,000
3	220	4,315.00	949,300
4	235	17.50	4,113
5	260	950.00	247,000
6	365	40.50	14,783
7	405	5.20	2,106
8	538	138.50	74,513
9	675	1,200.00	810,000
10	812	158.00	128,296

Solución:

Los criterios porcentuales respecto a la "valorización" son:

- Ítems clase A = 74 % del total de las ventas
- Ítems clase B = 21 % del total de las ventas
- Ítems clase C = 5 % del total de las ventas

El paso siguiente es generar la valorización total de los inventarios (demanda anual * valor del artículo):

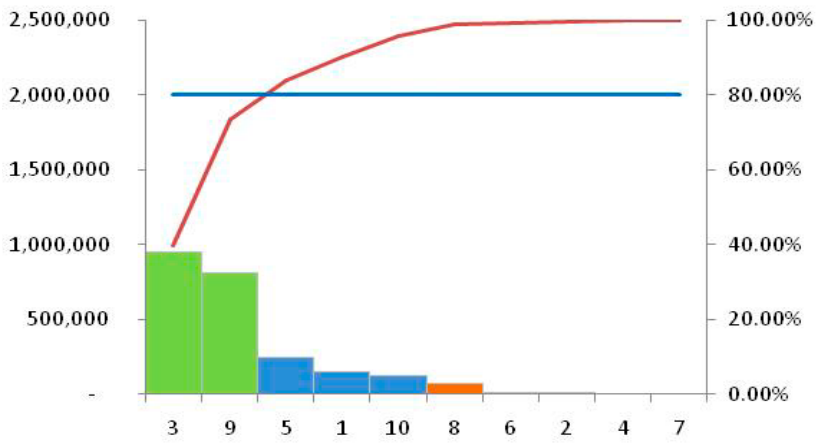
El siguiente paso es determinar la participación porcentual, que se acumula. Luego se ordena de mayor a menor porcentaje del valor total.

Luego se ordena de mayor a menor, según el porcentaje del valor total y se acumula el porcentaje.

Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio definido. Así, obtenemos la clasificación ABC.

Codigo	Demanda	Precio Unit	Valor total	%	% Acum	Clasificación
3	220	4,315.00	949,300	39.75 %	39.75 %	A
9	675	1,200.00	810,000	33.92 %	73.67 %	
5	260	950.00	247,000	10.34 %	84.01 %	B
1	40	3,750.00	150,000	6.28 %	90.29 %	
10	812	158.00	128,296	5.37 %	95.67 %	
8	538	138.50	74,513	3.12 %	98.79 %	C
6	365	40.50	14,783	0.62 %	99.40 %	
2	200	40.00	8,000	0.33 %	99.74 %	
4	235	17.50	4,113	0.17 %	99.91 %	
7	405	5.20	2,106	0.09 %	100.00 %	
Total			**2,388,110**	**100.00 %**		

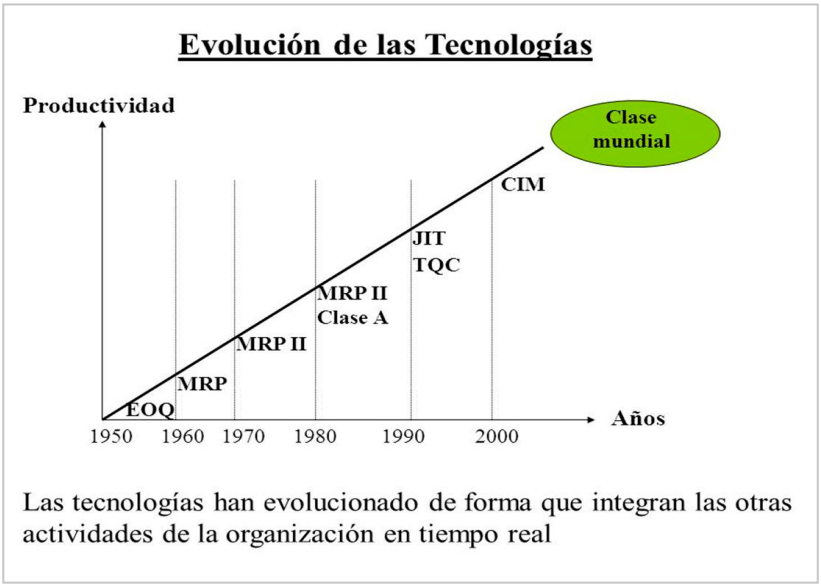
Gráfico de Pareto:



3.3. Tecnologías emergentes (Figura 65)

Son llamadas así las nuevas tecnologías, que no son más que tecnologías disruptivas, entre ellas la biotecnología, la nanotecnología, la robótica, las tecnologías de la información y comunicación, la ciencia cognitiva y la inteligencia artificial, entre otras.

Figura 65. Evolución de las tecnologías



Fuente: D'Alessio (2012)

Objetivos futuros:

- Ciclos de introducción más cortos de nuevos productos.
- Mayor rotación de inventarios.
- Tiempos de anticipo más cortos (*lead times*) de producción.
- Enfoque en calidad.
- Operaciones flexibles.
- Mejor servicio al cliente.
- Eliminación de desperdicios.
- Organización horizontal.

Los sistemas MRP y MRP II

MRP (*material requirements planning*)

La planificación de requerimiento de materiales (MRP) es un sistema para planear y programar los requerimientos de los materiales en el tiempo para las operaciones de producción, orientado a satisfacer los productos finales del programa maestro de producción, y resultados como fechas límite para los componentes, las que posteriormente se utilizan para el control de la planta y calcular los requerimientos de capacidad detallada para los centros de trabajo en la producción.

"El MRP I (Material Requirement Planning) o planificador de las necesidades de material, es el sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas de, cuánto y cuándo aprovisionarse de materiales. Este sistema da por órdenes las compras en la empresa, resultantes del proceso de planificación de necesidades de materiales" (Acevedo, 2010, p. 1).

Es la planificación de los insumos, componentes y materiales de demanda dependiente para la producción de artículos finales. Comprende la administración del inventario y programación de pedidos de reabastecimiento. Para cumplir al cliente en los tiempos estimados y con la calidad requerida.

Es un conjunto de técnicas que usan el catálogo de materiales, la existencia de inventarios y el programa maestro de operaciones, para calcular los requerimientos de materiales.

Provee recomendaciones para ejecutar órdenes de reposición.

Ejecuta recomendaciones para reprogramar órdenes cuando las fechas de compromiso de entrega y las de requerimientos se desfasan.

Beneficios del MRP:

- Satisfacción del usuario o cliente final.
- Reducción del stock.
- Disminución de las horas adicionales de trabajo.
- Aumento de la productividad.

- Bajos costos. Por ende, incremento en los beneficios.
- Maximizar el tiempo de entrega, ejecutando con mayor rapidez.
- Mejora en la organización de la programación de los procesos de producción e inventarios.
- Maximizar el control a través de la detección del incumplimiento de las programaciones.
- Identificar el impacto económico por una panificación errónea.
- Disminución de inventarios.
- Disminución de los tiempos de espera en la producción y en la entrega.
- Tiempos de entrega realistas.
- Incremento en la eficiencia en la producción.
- Asegurar que los materiales estén disponibles para la producción y los productos estén disponibles para su entrega a los clientes.
- Planificar actividades de fabricación, órdenes de entrega y compras.

El programa maestro (MS: Master Schedule) Figura 66

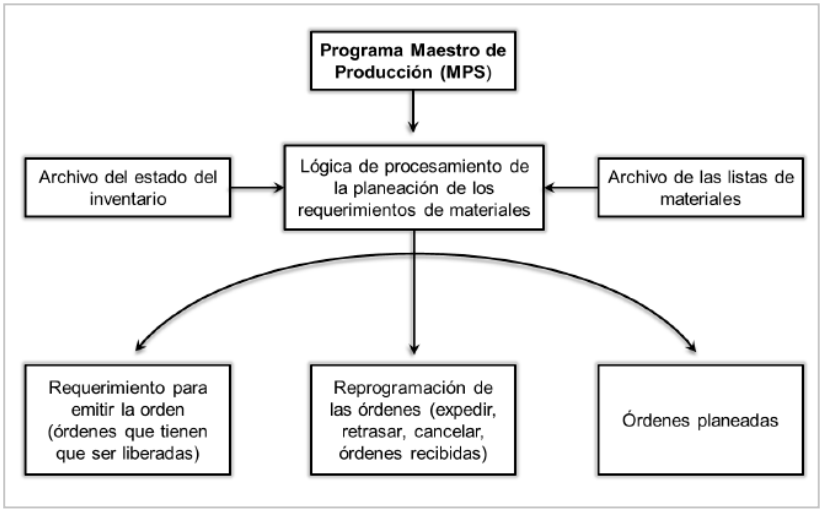
Representa lo que la empresa planea producir en cantidades específicas, configuraciones y fechas, teniendo en cuenta los pedidos de los clientes, pronósticos, listas de espera, disponibilidad de materiales y capacidades, metas y políticas del negocio.

El MPS o programa maestro define la cantidad de artículos a producir en el horizonte de tiempo establecido. Las cantidades de artículos terminados en un MPS se definen a partir de la demanda pronosticada y la demanda de los clientes que hacen pedidos específicos para una fecha deseada.

La lista de materiales detalla las cantidades de insumos, materiales y componentes que consta cada artículo. según el diseño del artículo.

El registro de inventarios contiene las cantidades disponibles y las pedidas, así como el tiempo estimado para su arribo. Se ve modificado por las transacciones de inventario.

Figura 66. Programa maestro de producción (MPS)



Fuente: D'Alessio (2012)

MRP II (*manufacturing resource planning*) Figura 67

La planificación de los recursos de manufactura (MRP II) es una ampliación del MRP de lazo cerrado que, de forma integrada y mediante un sistema informatizado, participa en la planificación estratégica, programa la producción, planifica los pedidos de los diferentes artículos, programa las prioridades y las actividades a desarrollar por los diferentes talleres, planifica y controla la capacidad disponible y necesaria, y gestiona los inventarios.

Se define que el "Sistema MRP II" facilita la planificación y control de cada uno de los recursos en la producción. En el caso de la planificación, llega a detallar los elementos específicos que se requiere, para ejecutar el "plan maestro de producción", que son los materiales a fabricar, la comercialización, las máquinas y la mano de obra.

- Las entradas del sistema MRP II: plan de ventas, base de datos del sistema, retroalimentación desde las fases de ejecución hasta las de planificación.
- Planificación de necesidades de capacidad de planta.
- Calculo de costos: MO y Materiales e insumos.

El MRP II integra los recursos de fabricación (por ejemplo, materias primas, componentes, insumos, mano de obra, herramientas, maquinaria, capital) con otros frentes de la empresa como administración, ventas y mercadeo, para cumplir con los pedidos previstos.

El MRP II es un método para el planeamiento efectivo de todos los recursos de una compañía, se enfoca en el planeamiento operacional, planeamiento financiero y posee una capacidad de simulación.

El MRP II une las siguientes funciones:

- Planeamiento del negocio (*BP, business planning*).
- Planeamiento de las operaciones (*OP, operations planning*).
- Programación del maestro de operaciones (*MS, master schedule*).
- Planeamiento del requerimiento de materiales (MRP).
- Planeamiento del requerimiento de capacidades (CRP).
- Sistema de soporte a la dirección.

Beneficios del MRP II:

- Reducción de los costos de stocks.
- Maximizar la atención del servicio al cliente.
- Minimizar tiempos extras y contrataciones momentáneas.
- Reducir el tiempo o plazos dentro del contrato.
- Generar mayor productividad.
- Reducir los costos involucrados en la fabricación.
- Mayor adaptabilidad de la demanda del mercado.

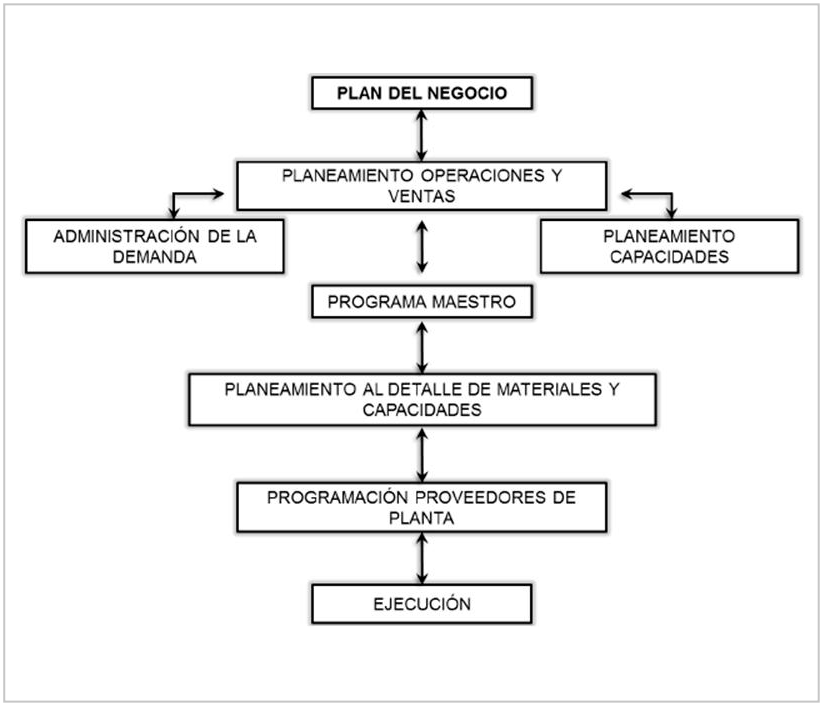
Ventajas:

- Aportes a la gestión de la empresa.
- Impacto sobre la exactitud de los datos.
- Impacto sobre los inventarios.
- Impacto sobre la productividad del trabajo.
- Impacto sobre las compras.
- Impacto sobre los costos de transporte.

Desventajas:

- Alto costo del sistema.
- Dificultad de implementación.
- Defectos técnicos.
- Cambios en la cultura organizacional.
- Capacitación del personal.

Figura 67. Esquema del MRP II



Fuente: D'Alessio (2012)

Planeación de recursos de la empresa (ERP) (Figura 68)

"La definición de ERP (*enterprise resource planning*-planificación de recursos empresariales) es un conjunto de sistemas de información que permite la integración de ciertas operaciones de una empresa, especialmente las que tienen que ver con la producción, la logística, el inventario, los envíos y la contabilidad, entre otras" (Ruiz, 2015, p. 1).

Los ERP apoyan a la organización, en la toma de mejores decisiones, con base en la información, generada en tiempo real, a través del uso de la analítica respetiva, contribuyendo en reducción de costos en base a decisiones más certeras y del mismo modo la centralización de la información en un único contenedor.

Figura 68. Esquema del ERP

Fuente: Internet

El ERP es un *software* integrado que permite a las empresas automatizar e integrar sus procesos productivos, compartir una base de datos común, producir información en tiempo real y aumentar la comunicación entre todas las áreas de la empresa.

El sistema ERP está compuesto por módulos que permiten a las empresas automatizar e integrar las actividades que realizan las diferentes áreas, como contabilidad, finanzas, operaciones productivas, recursos humanos, *marketing*, logística, etc.

Se caracteriza por su facilidad de modularidad, integración de los procesos, capacidad de información, universalidad, facilidad de consulta, estandarización e interfaces con otras aplicaciones (tabla 15).

El objetivo principal del ERP es satisfacer las necesidades de información de la empresa para que los distintos responsables puedan tomar decisiones y controlar el cumplimiento de los objetivos.

Ventajas:

- Proporciona integración entre la cadena de suministro, producción y el proceso administrativo.
- Ofrece reducciones en costos de transacción e información más rápida y precisa.
- Crea bases de datos compartidas.
- Puede incorporar procesos mejorados, rediseñados, o los "mejores procesos".
- Aumenta la comunicación y colaboración entre sitios y unidades de negocios.
- Tiene una base de datos de software con código comercial.
- Puede proporcionar una ventaja estratégica sobre los competidores.

Desventajas:

- Su compra es muy costosa y su personalización mucho más.
- Su implementación puede requerir cambios importantes en la compañía y sus procesos.
- Su implementación implica un proceso continuo, que tal vez nunca termine.
- La experiencia en ERP es limitada y asignarle personal representa un problema constante.

Ver Tabla 15 en la siguiente página.

Tabla 15. Fases de la implementación del ERP

Fases	Características
Selección del ERP	Análisis de la situación actual: determinar las necesidades y los cambios a efectuar Búsqueda de un nuevo programa, con costos razonables para el tipo de empresa Realización de pruebas y demostraciones Tomar la decisión sobre que ERP utilizar y que empresa va a realizar la implantación
Implantación	Nombrar responsables de la implantación: jefe de equipo y usuarios avanzados Análisis de requerimientos o necesidades finales de la empresa Planificar la implantación Implantación del programa, fase de pruebas, formación y configuración
Puesta en marcha	Inicio de la fase real de trabajo con el ERP Solución de problemas de la implantación
Cierre y finalización del proyecto	Revisión posterior, identificando los ajustes y modificaciones faltantes para que el *software* funcione ópticamente

Fuente: D'Alessio (2012).

Diseño asistido por computadora (CAD) (Tabla 16)

Son sistemas empleados para el diseño y el dibujo técnico aplicado a la arquitectura y a las ingenierías. Permite generar archivos de planos y diseños que pueden modificarse, adaptarse y utilizarse en otros trabajos. Ayuda al diseño de productos y procesos.

Tabla 16. Fases de implementación del CAD

Fases	Características
Conceptualización	Tésnicas de modelado geométrico, ayuda gráfica
Modelado y simulación	Manipulación y visualización Puede ser animación y simulación
Análisis	De acuerdo con las necesidades del sistema y programas
Optimización	Optimización estructural, dimensionamiento, parametrización, tolerancias
Evaluación	Dimensionamiento, parametrización, tolerancias
Comunicación y Documentación	Dibujo, diseño y detalle

Fuente: D'Alessio (2012)

Manufactura asistida por computadora (CAM)

Son sistemas para el control de los procesos de fabricación. Los gráficos interactivos de estos sistemas permiten crear partes de un modelo de ingeniería vistas desde diferentes perspectivas. También permite: realizar la programación del control numérico.

Sus principales ventajas y aplicaciones son:

- Incrementa la calidad y precisión del producto.
- Reduce tiempos.
- Generación automática del código de control numérico a partir de un modelo generado en CAD.
- Minimiza o evita errores de programación al realizar la simulación de las trayectorias de fabricación.
- Genera planos patrones a partir de modelos tridimensionales.
- Existe una comunicación directa entre las estaciones de trabajo y los centros de maquinado.
- Planea y controla materiales y procesos.
- Digitaliza modelos físicos.
- Genera prototipos.

El "diseño y la fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM)" ve la usabilidad de los sistemas informáticos como soporte y fabricación de cualquier proceso de producción de cada producto. Esta disciplina es importante para cualquier organización, pues te permite ser más competitivo. Del mismo modo, se debe tener en cuenta que se requiere la integración de todos los procesos en la organización. Con estas automatizaciones, se busca reducir tiempos y costos de fabricación.

Entonces con el uso de todas estas nuevas herramientas de diseño y fabricación en un entorno colaborativo, ha dado pase al desarrollo de una nueva tecnología, conocida como "fabricación integrada por ordenador" o "gestión integrada por ordenador", la última automatización que toda organización debería implementar, pues esta automatización involucra toda la gestión integral de todas las tareas, actividades, procedimientos y procesos desarrollados en una empresa por medio de un sistema informático.

Para llegar a este nivel, se requiere tener una cultura organizacional orientada a la gestión por procesos, contando con un nivel de madures en sus lineamientos y de forma íntegra.

Ingeniería asistida por computadora (CAE)

Es la disciplina que se encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con la computadora, o creados de otro modo e introducidos en la computadora, para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad.

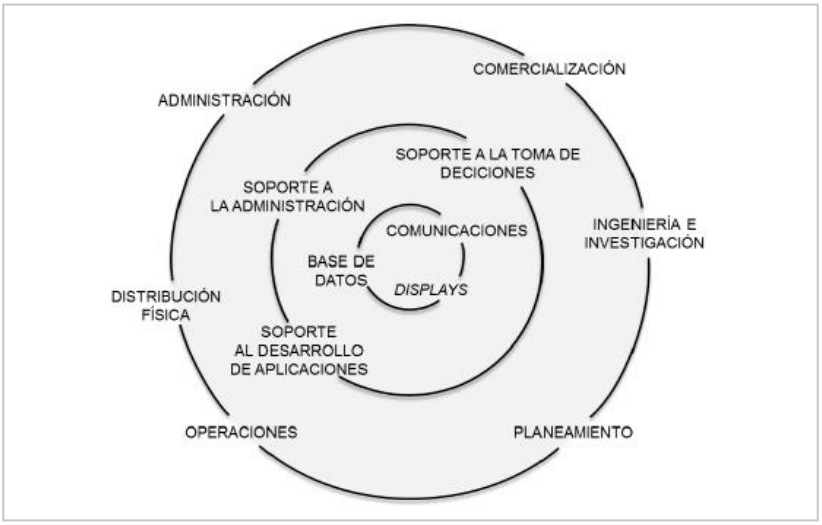
Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

Manufactura integrada por computadora (CIM) Figura 69

La "manufactura CIM" usa las tecnologías para la combinación de las actividades de la organización. Asimismo, esta integración va más allá, entre *software*, *hardware* y telecomunicaciones, que responde como tecnología computacional y esta se integra a las otras tecnologías del CIM.

"Para determinar una estrategia coherente de CIM, es necesario empezar con tres políticas básicas: simplificar, automatizar e integrar" (D'Alessio, 2012, p. 340).

Figura 69. Componentes del CIM



Fuente: D'Alessio (2012)

Beneficios del CIM:

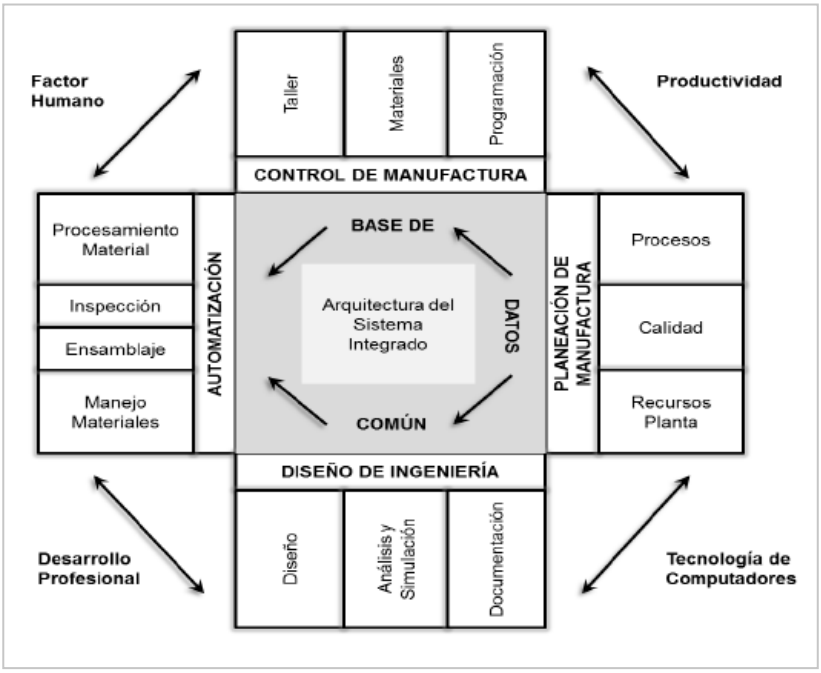
- **Flexibilidad:** Es una nueva capacidad de generar respuestas mucho más rápidas en base a los requerimientos de volumen o composición.
- **Calidad:** Es el resultado de una auditoría automática y de mayor consistencia en la manufactura.
- **Tiempo perdido:** Se logra reducir a través de la gestión eficiente en la integración de la información.
- **Inventarios:** Disminución de inventario en proceso de producción y de stock de piezas terminadas, esto gracias a la reducción de pérdidas de tiempo y el acceso oportuno a información.
- **Control gerencial:** Mejora en el control gracias a la accesibilidad de la información a través de los sistemas, impactando en una mejor toma de decisión sobre los factores de producción.
- **Espacio físico:** Reducción de ambientes físicos como resultado de la eficiencia en la correcta distribución e integración con las operaciones de la empresa.
- Advierte riesgos de obsolescencia, conservando la elección de explotar nuevas tecnologías.
- Incrementar la eficiencia en la automatización del área de la fábrica y de las zonas de depósito.
- Minimizar tiempos de adecuación de los equipos.
- Minimizar costos de mano de obra (directa e indirecta).
- Minimizar tiempos de manufactura.

El CIM involucra elementos y tecnologías integrados a través de una base de datos computarizada.

Los elementos más importantes son los siguientes:

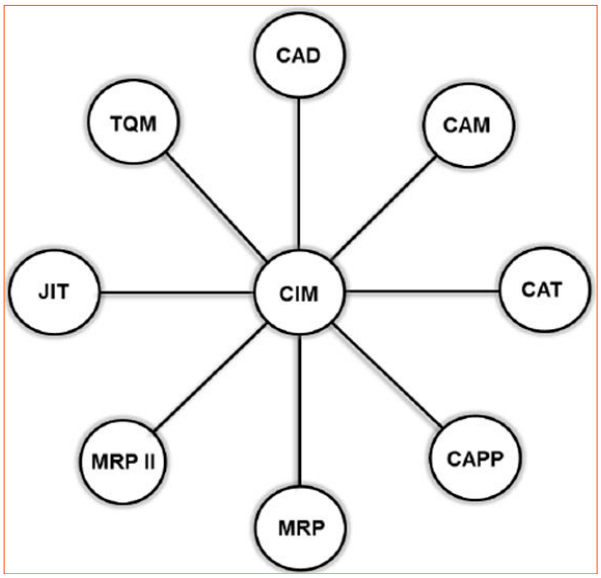
- Diseño asistido por computadora (CAD).
- Manufactura asistida por computadora (CAM).
- Robótica.
- Planeación de los requerimientos de materiales (MRP).
- Tecnología asistida por computadora (CAT).
- Planeación de procesos asistida por computadora (CAPP).
- Planeamiento de los recursos de manufactura (MRP II).
- Sistemas justo a tiempo (JIT).
- Administración total de la calidad (TQM).

Figura 70. Arquitectura del CIM



Fuente: D'Alessio (2012)

Figura 71. Integración del CIM



Fuente: D'Alessio (2012)

La fábrica del futuro:

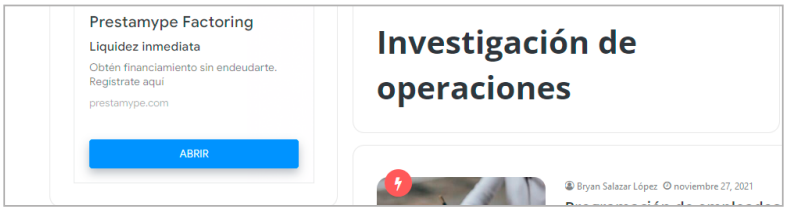
- Alta variedad de productos.
- Lotes pequeños.
- Pocos niveles de jerarquía.
- Equipo flexible y automatizado.
- Maquinaria integrada.
- Producción con alta inversión de capital.
- Los resultados de producción dependen del sistema.

Lecturas seleccionadas para la Unidad 3

- ¿Cómo volverse creativo con su estrategia de transformación digital?

https://cioperu.pe/articulo/22591/como-volverse-creativo-con-su-estrategia-de-transformacion-digital/?p=4

- Investigación de operaciones.



www.ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/

Actividad 3

1. La fábrica de hilados y tejidos Salazar requiere fabricar dos tejidos de calidad diferente T y T′. Se dispone de 5000 g de hilo A, 3000 g de hilo B y 2160 g de hilo C. Para obtener un metro de T diariamente, se necesitan 125 g de A, 150 g de B y 72 g de C. Para producir un metro de T′ por día, se necesitan 250 g de A, 100 g de B y 27 g de C.

   El tejido T se vende a US $ 4.000 el metro y el tejido T′ se vende a US $ 5.000 el metro. Si se debe obtener el máximo beneficio.

   Formule y resuelva gráficamente un modelo de Programación Lineal de manera que se determine cuántos metros de T y T′ se deben fabricar.

2. Un productor tabaquero posee 85 hectáreas (ha) de terreno para plantar dos variedades de tabacos: Virginia y Procesado. La variedad Virginia tiene un ingreso de 9800 US$/ha y necesita 3 horas/ha de uso de maquinaria y 80 horas/ha de mano de obra. Además, el Estado limita su explotación a 30 ha como máximo. La variedad Procesado tiene un ingreso de 7600 US$/ha y utiliza 2 horas/ha de uso de maquinaria y 60 horas/ha de mano de obra. La cooperativa local le ha asignado un máximo de 190 horas de uso de maquinaria y solo se dispone de 5420 horas de mano de obra a 10 US$/hora.

   Formule y resuelva gráficamente un modelo de programación lineal que permita determinar cuánto se debe plantar de cada variedad de tabaco de manera de maximizar la utilidad total.

3. En el siguiente problema de transporte se especifica la oferta y demanda para los orígenes (almacenes) y destinos (ciudades) respectivamente, así como los costos de transporte por unidad, desde cada uno de los almacenes hacia cada una de las ciudades, y en el que se desea determinar la cantidad o número de artículos que se tiene que enviar desde cada almacén a cada una de las ciudades, con un costo mínimo de transporte. Resuelva el problema utilizando el método de la esquina noroeste y el método de costo mínimo.

Ciudades	I	II	III	IV	Oferta
Almacén 1	10	0	20	11	15
Almacén 2	12	7	9	20	25
Almacén 3	0	14	16	18	5
Demanda	5	15	15	10	45 / 45

4. En el siguiente problema de transporte se especifica la oferta y demanda, para los orígenes (plantas) y destinos (centros de distribución), respectivamente, así como los costos de transporte por unidad, desde cada planta hacia cada uno de los centros de distribución, y en el que se desea determinar la cantidad producida que se tiene que enviar desde cada planta a cada centro de distribución, con un costo mínimo de transporte. Resuelva el problema utilizando el método de la esquina noroeste y el método de costo mínimo.

Ciudades	CD 1	CD 2	CD 3	CD 4	Oferta
Planta 1	50	78	85	20	250
Planta 2	40	35	100	90	250
Planta 3	55	25	60	80	100
Demanda	100	200	150	150	600 / 600

5. La organización PQR presenta una demanda anual de 200,000 unidades de sus envases de plástico presentación "AA". En un reciente proceso de costeo, el departamento de ingeniería ha determinado mediante el método agregado que el costo de

emitir cada orden es de US $ 12,500 dólares, además se ha estimado que la tasa de mantenimiento equivale al 10 % anual. Teniendo en cuenta que el precio de venta de cada envase "AA" es de US $ 1,500 dólares y que este presenta un margen de contribución unitario del 20 %, además que el *lead time* del proveedor equivale a siete días y que la organización labora de manera ininterrumpida durante los 360 días al año. Determine la cantidad óptima de pedido, su punto de reposición R, el número de órdenes colocadas al año, el tiempo entre cada orden y realice los gráficos de unidades de inventario y costos asumidos teniendo en cuenta la cantidad óptima establecida.

6. Pastelería Dulces utiliza unas bases reforzadas de madera para realizar pedidos de pasteles especiales, utiliza 1200 de estas bases por año, que cuesta US $ 25 dólares por orden y el costo anual de mantenimiento en inventario es de US $ 24 dólares. El precio al cual se adquiere cada base es de US $ 50 dólares. Además, el *lead time* del proveedor es de tres días y la empresa labora durante los 360 días al año. Determinar lo siguiente:

   - El costo total para tamaños de orden de 25, 40, 50, 60 y 100. Analice los resultados.

     Costo total anual = Costo de compra + Costo de orden + Costo de inventario

     $$CT = DC + S*D/Q + H*Q/2$$

   - Determine la cantidad económica de pedido EOQ y explique.
   - Determine su punto de reposición R, El número de órdenes colocadas al año, el tiempo entre cada orden.
   - Realice gráficos de unidades de inventario y costos totales.

7. La compañía XYZ presenta los siguientes datos relacionados con el inventario de artículos, determine la clasificación ABC de estos artículos. Realice el diagrama de Pareto.

Código Pieza	Valor en US $
22	95,000
68	75,000
27	25,000
3	15,000
82	13,000
54	7,500
36	1,500
19	800
23	500
41	250

8. Realice una investigación sobre un tipo de tecnología emergente, analice las características, método, fases de diseño, implementación y/o puesta en marcha en una empresa de bienes y/o servicios.

Glosario de la unidad III

1. Jerarquía de las necesidades de Maslow: Se agrupan en tres necesidades, existencia, relación y crecimiento (Naranjo, 2009).
2. Medición del trabajo: Es una evaluación sistemática de los métodos a utilizar para la realización de actividades para optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan (Piqueras, 2013).
3. Productividad: es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios (Prokopenko, 1987).
4. Satisfacción en el trabajo: Se define como el conjunto de emociones y sentimientos favorables o desfavorables del empleado hacia su trabajo, tomando en cuento diversos factores que afectan negativamente a los trabajadores y que pueden llegar a producir una profunda insatisfacción y deseos de abandonar o cambiar de trabajo; además requiere interacción con los colegas y con los gerentes, cumplir con los reglamentos organizacionales así como con sus políticas, cumplir con los estándares de desempeño, sobrevivir con las condiciones en su área organizacional, entre muchas otras cosas. Lo que se quiere expresar es que la evaluación de la satisfacción de un empleado, es una suma complicada de un número de elementos directamente relacionados con el contenido del trabajo, en consecuencia, de lo anterior se necesita vigilar no solo el trabajo si no el ambiente inmediato con las actitudes hacia otros aspectos de la vida (Hernández, 2016).

Cuarta Unidad

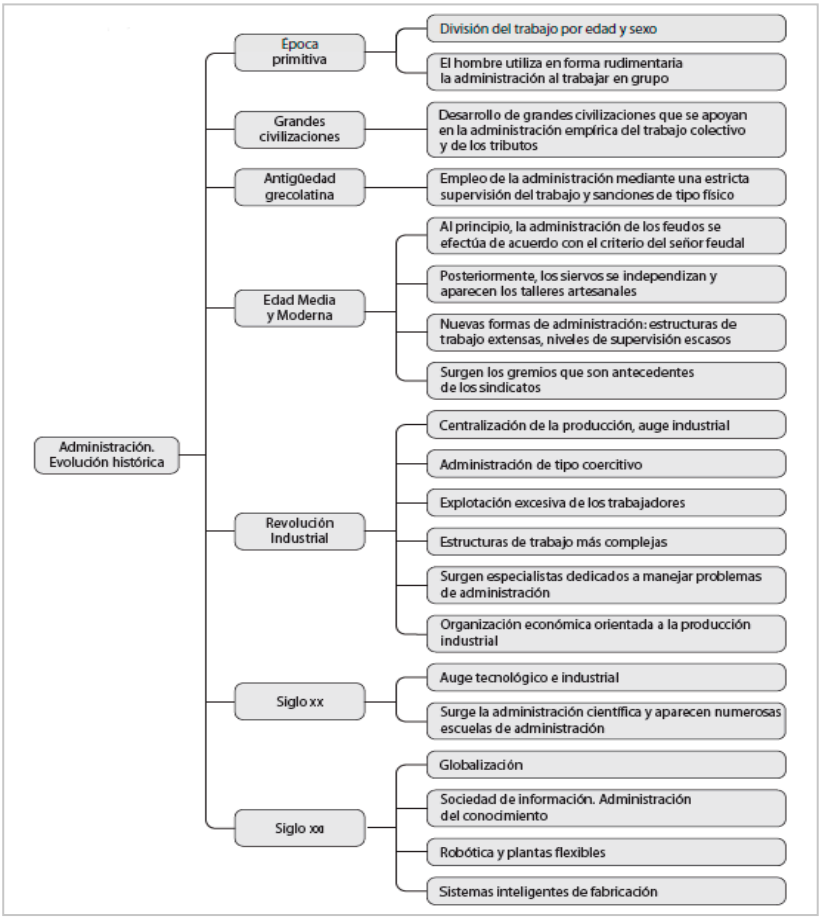
4.

La dirección y el control de las operaciones productivas

Conceptos modernos en la administración

En la actualidad, han habido varios avances relacionados con la administración en lo tecnológico, económico, científico. Asimismo, en el la Figura 72, se muestra la evolución en el tiempo, de lo general a lo simplificado.

Figura 72. Origen y desarrollo de la administración



Fuente: Münch (2010)

El producto, bien o servicio que el mercado recibe debe reflejar la calidad de toda la organización: concepto de la calidad total.

Figura 73. Calidad total

Empresa = Producto
TQC + JIT + TPM = Productividad Empresarial
Total Quality Control + Just in Time + Total Productive Maintenance
Una Nueva Filosofía Empresarial

Fuente: D'Alessio (2012)

La administración de la calidad total (TQM) mezcla varios conceptos que se complementan: La calidad (TQC, control total de la calidad), la logística (JIT, justo a tiempo), el mantenimiento (TPM, mantenimiento productivo total). Todos ellos orientados a la reducción de costos y a la calidad del producto que adquiere el consumidor.

La nueva filosofía de la calidad debe iniciarse con una correcta integración de las áreas operativas productivas de la empresa, mediante la sincronización de engranajes que muevan armónicamente los mecanismos complejos que tiene toda compañía.

Se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

- Calidad de la planta a través de un adecuado y pertinente mantenimiento de los valiosos activos productivos.
- Calidad del trabajo con personas adecuadamente entrenadas y capacitadas.
- Producto terminado de calidad a un costo de producción que permita llevarlo al mercado a precios competitivos.
- Marketing de calidad con un sistema de comercialización y ventas eficiente.

4.1. Calidad total

Involucra la calidad de la organización, de su personal, del diseño, de los materiales, del proceso, del producto terminado, de la calidad de las ventas y del servicio posventa.

Figura 74. Proceso de transformación de bienes y servicios

Productos: Bienes y Servicios

	ENTRADA INSUMOS	SALIDA PRODUCTOS	INDIRECTOS APOYO	PROCESO DE TRANSFORMACIÓN
Producto	Materiales	Bien físico	Materiales	Lo reciben los materiales
Servicio	Personas	Personas	Materiales	Lo reciben las personas

Fuente: D'Alessio (2012)

¿Qué es calidad?

Podemos definir "calidad" como un conjunto de paquetes con peculiaridades que tiene un bien (producto o servicio), con sus respectivas características diferenciadoras, con la capacidad de generar complacencia en los requerimientos de los usuarios.

"La calidad impacta a la organización entera, desde el proveedor hasta el consumidor, y desde el diseño del producto hasta el mantenimiento" (Carro Paz y Gonzales Gómez, 2013, p. 1).

Conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y, en consecuencia, hacen satisfactorio el producto.

Ausencia de deficiencias, cuantas menos deficiencias tenga, mejor será la calidad.

Juran definió la calidad como la "aptitud para el uso". Es decir, los usuarios de un producto, bien o servicio deben contar con él para lo que necesitan o desean hacer.

En conclusión, la calidad debe de cumplir con las "funciones y especificaciones" para los cuales ha sido creado. Asimismo, estas actividades deben de lograrse con la rapidez y al mínimo costo.

Evolución del concepto de calidad (Tabla 17)

"El concepto de calidad ha ido evolucionando a lo largo de los años, ampliando objetivos y variando la orientación. Se puede decir que su papel ha adquirido una importancia creciente al evolucionar desde un mero control o inspección, a convertirse en uno de los pilares de la estrategia global de la empresa. En sus orígenes la calidad era costosa, porque consistía en rechazar todos los productos defectuosos, lo que presentaba un primer coste, y después recuperar de alguna forma dichos productos, si era posible, lo que representaba otro costo adicional. La calidad era responsabilidad exclusiva del departamento de inspección o calidad. Posteriormente comenzó a aplicar técnicas estadísticas de muestreo para verificar y controlar los productos de salida. Suponía un avance en la inspección de todos los productos. El concepto de calidad sufre una evolución importante, pasando de la simple idea de realizar una verificación de calidad, a tratar de generar calidad desde los orígenes. Se busca asegurar la calidad en el proceso de producción para evitar que este dé lugar a productos defectuosos. Con la gestión de la calidad total, la calidad sigue ampliando sus objetivos a todos los departamentos de la empresa, involucrando a todos los recursos humanos liderados por la alta dirección y aplicándose desde la planificación y diseño de productos y servicios, dando lugar a una nueva filosofía de la forma de gestionar una empresa; con ello, la calidad deja de representar un costo y se convierte en un modo de gestión que permite la reducción de costos y el aumento de beneficio. Consecuentemente, se puede establecer cuatro etapas de la evolución del concepto de calidad, cuyas características principales se resumen en: Inspección, control del producto, control del proceso, gestión de la calidad total (GCT)" (Cuatrecasa, 2010, párrafos 1-6).

Tabla 17. Concepción tradicional vs. moderna de la calidad

Concepción tradicional	Concepción moderna
• Orienta exclusivamente la calidad al producto	• La calidad afecta toda la actividad de la empresa
• Considera al cliente externo	• Considera al cliente extemo-intemo
• La responsabilidad de la calidad es de control	• La responsabilidad de la calidad es de todos
• La calidad la establece el fabricante	• La calidad la establece el cliente
• La calidad pretende la detección de fallas	• La calidad pretende la prevención de fallas
• Exige niveles de calidad aceptables	• Cero errores, hacerlo bien desde la primera vez
• La calidad cuesta	• La calidad es rentable
• La calidad significa inspección	• La calidad significa satisfacción
• Predominio de la cantidad sobre la calidad	• Predominio de la calidad sobre la calidad
• La calidad se controla	• La calidad se fabrica, se produce
• La calidad es un factor operacional	• La calidad es un factor estratégico

Fuente: D'Alessio (2012)

Filosofía Deming

Es un sistema de mejoramiento de las operaciones productivas que ayuda a alcanzar las metas propuestas, a reducir los costos y, por consiguiente, a incrementar la productividad empresarial. Se resume en los siguientes elementos:

- Los 14 puntos de la buena administración:
    1. Generar propósitos constantes para mejorar los productos y ser más competitivos.
    2. Adoptar la nueva filosofía del mejoramiento incesante.
    3. No depender más de inspecciones masivas, usar muestras estadísticas.
    4. Acabar con los contratos de compra basados solo en el precio y reducir el número de proveedores.
    5. Mejorar continuamente el sistema de producción y de servicio.
    6. Instituir la capacitación y el entrenamiento en el trabajo.
    7. Instituir el liderazgo y mejorar la supervisión del mejoramiento.
    8. Desterrar los temores.

9. Mejorar la comunicación y derribar las barreras que existen entre las áreas de la organización.
10. Eliminar los lemas, exhortaciones y metas numéricas para la fuerza laboral y mejorar la productividad.
11. Eliminar las cuotas numéricas.
12. Derribar las barreras que impidan sentirse orgulloso de hacer bien su trabajo.
13. Instituir un programa de educación y de reentrenamiento.
14. Tomar medidas para lograr la transformación.

- Las siete enfermedades que aquejan la administración:
  1. Falta de constancia en el propósito.
  2. Énfasis en las utilidades a corto plazo.
  3. Evaluación del desempeño, clasificación según el mérito.
  4. Movilidad de la Gerencia.
  5. Manejar una compañía basándose únicamente en las cifras visibles.
  6. Costos médicos excesivos.
  7. Costos excesivos de garantía.

- Los obstáculos para una buena administración:
  - Descuidar el planeamiento a largo plazo y la transformación progresiva.
  - El supuesto de que resolviendo los problemas tecnológicos y automatizando el proceso con nuevas tecnologías, se transformará la industria.
  - "Nuestros problemas son diferentes", como excusa.
  - Confiar todos los problemas de calidad al departamento de control de calidad; olvidando que la calidad es responsabilidad de todos en la empresa.
  - Responsabilizar a la fuerza laboral de los problemas de calidad.
  - La calidad basada en la inspección nunca mejorará la calidad.
  - Computadores subutilizados, información no utilizada y personal no entrenado.
  - Cumplir las especificaciones no es suficiente.

    - Obsolescencia de las escuelas de administración, basadas en enseñanza teórica y con sesgos en ciertas áreas de la organización.

- Las siete herramientas de la calidad
    1. Diagramas de causa-efecto.
    2. Hojas de verificación.
    3. Gráficos de control.
    4. Diagramas de flujo.
    5. Histogramas.
    6. Gráficos de Pareto.
    7. Diagramas de dispersión.

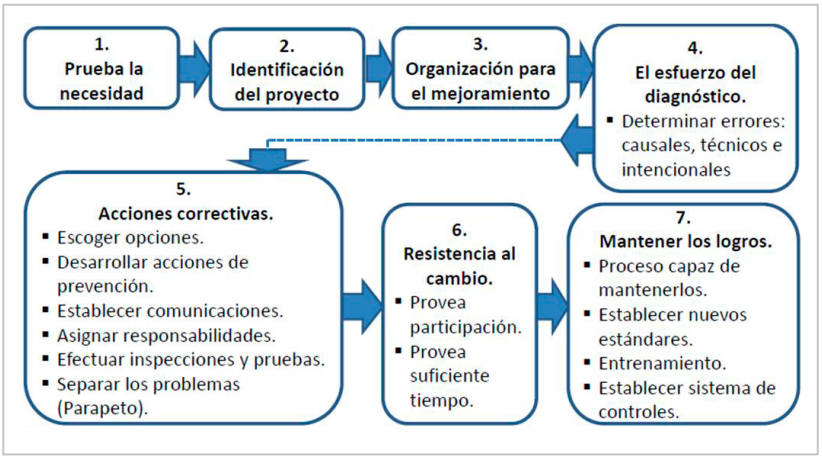
Filosofía de Juran

La filosofía de Juran se basa en administrar la calidad y se enfoca en lo siguiente.

- La trilogía de Juran:
    - Planeamiento de la calidad: Es la generación de un plan que contenga la capacidad de dar cumplimiento a las metas propuestas por el directorio de la empresa y estas sean aterrizadas muy fácilmente a la operación, para ello existe un "plan maestro de la calidad total".
    - Control de la calidad: Se encarga de observar el desempeño del proceso y que este opere con efectividad (eficiencia/eficacia) de manera óptima, esto debido a que las mayores deficiencias se generan en la operación inicial y durante la ejecución.
    - Mejoramiento de la calidad: es contar con todo un sistema homologado que nos permite incrementar los niveles de calidad a ámbitos superiores.

- La secuencia universal del mejoramiento continuo.

Figura 75. Secuencia universal del mejoramiento continuo (Juran)



Fuente: D'Alessio (2012)

Filosofía de Crosby

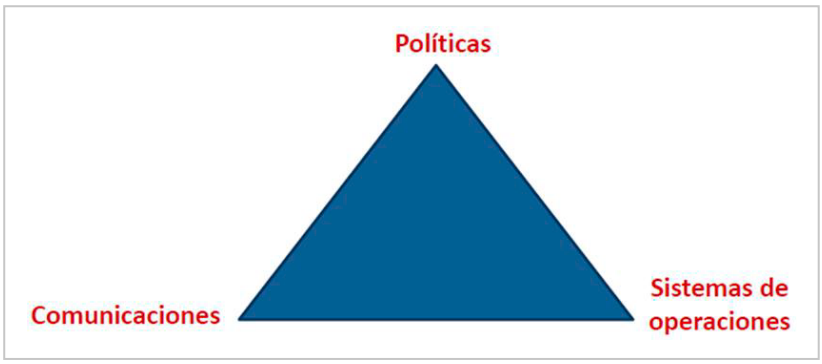
La filosofía de Crosby defiende la utilización del "cero defectos" para la generación de nuevos bienes (producto o servicio), para establecer un nuevo estándar en base a los siguientes puntos:

- **El diagnóstico Crosby de la empresa en dificultades:**
  - La empresa desarrolla gran cantidad de actividades en retrabajos y acciones correctivas.
  - El producto obtenido difiere del que el cliente requiere.
  - La gerencia no provee claros estándares de performance, así que los empleados tienen que desarrollar los suyos.
  - La gerencia niega ser la causa de los problemas y esconde su inhabilidad para mejorar los procesos.
  - La gerencia no conoce el precio de la no conformidad.

- **El triángulo de Crosby (Figura 76):**

  Se soporta en las políticas de la calidad dictadas por la alta dirección, en las comunicaciones fluidas entre todas las áreas de la organización y en el énfasis que debe dárseles a los sistemas de operaciones.

Figura 76. Triangulo de Crosby



Fuente: D'Alessio (2012)

- Los cuatro principios absolutos de Crosby:
  1. El tema de calidad es para cumplir las necesidades o requisitos del cliente.
  2. Prevención en base al sistema de calidad.
  3. Garantizar la filosofía de cero defectos que es el estándar de desempeño según Crosby.
  4. La medición se realiza a través del incumplimiento enfocado en un tema de precio.
- Las tres acciones de la gerencia:
  1. Determinación.
  2. Adecuación.
  3. Implementación.
- Los 14 pasos de la calidad:
  1. Asegúrese de que la dirección esté comprometida con la calidad.
  2. Forme equipos para el mejoramiento de la calidad con representantes de cada departamento.
  3. Determine como analizar dónde se presentan los problemas de calidad actuales y potenciales.
  4. Evalúe el costo de la calidad y explique su utilización como una herramienta de administración.

5. Incremente la información acerca de la calidad y el interés personal de todos los empleados.
6. Tome medidas formales para corregir los problemas identificados a lo largo de los pasos previos.
7. Instituya una comisión para el programa-cero defectos.
8. Instruya a todos los empleados para que cumplan con su parte en el programa de mejoramiento de la calidad.
9. Organice una jornada de los cero defectos, para que todos los empleados se den cuenta de que ha habido un cambio".
10. Aliente a los individuos para que se fijen metas de mejoramiento para sí mismos y para sus grupos.
11. Aliente al personal para que comunique a la dirección los obstáculos que enfrenta en la prosecución de sus metas de mejoramiento.
12. Reconozca y valore a aquellos que participan activamente en el programa.
13. Establezca consejos de calidad a fin de mantener informado al personal en forma regular.
14. Repita todo para enfatizar que el programa de mejoramiento de la calidad no finaliza jamás.

Calidad de la administración y de las operaciones

Lo que se busca en este punto es mejorar el desempeño y la calidad del bien (producto o servicio), en base al agrado y superación de expectativas de los usuarios finales. Para ello, se debe integrar todos los procesos relacionados con la calidad y para cumplir esto contamos con el método de TQM que se encarga de controlar la calidad del bien (producto o servicio), además del desarrollo y gestión del mantenimiento, conjuntamente con la mejora continua y el aseguramiento de la calidad. Estas mediciones se realizan a lo largo de todas las jerarquías de la organización, donde se involucra a todos los empleados.

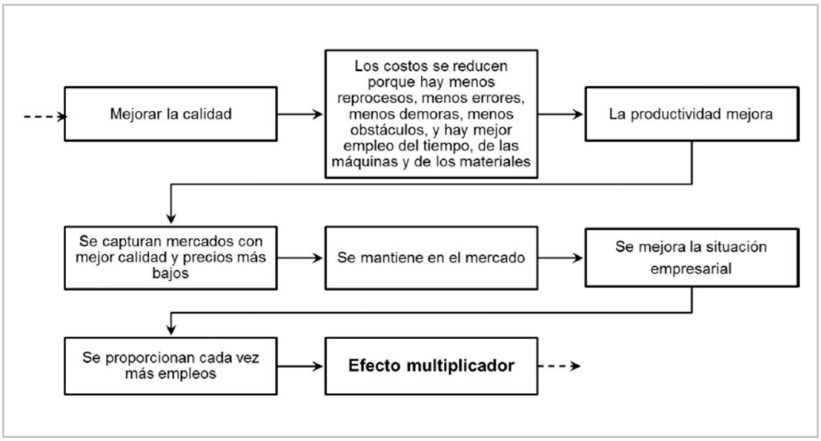
Secuencia de la calidad en la empresa

- Calidad de la organización.
- Calidad del diseño del producto.
- Calidad de las compras de materiales directos e indirectos.
- Calidad del almacenaje y distribución física interna de entrada.
- Calidad del proceso de transformación.
- Calidad de la planta.
- Calidad del trabajo.
- Calidad del producto: bienes y servicios fabricados.
- Calidad del almacenaje y distribución física interna de salida.
- Calidad de las ventas y comercialización.
- Calidad de respuesta del mercado al producto.

Aspectos de la calidad

- La calidad se produce, no se inspecciona, ni se controla.
- La calidad nace con el tiempo y se demuestra con la duración.
- La calidad en la fuente en el origen.
- La calidad de la organización.
- Competir con calidad.
- Productividad basada en calidad.
- Calidad y costos.
- Calidad y producto.

Figura 76. La reacción en cadena de la calidad según Deming



Fuente: D'Alessio (2012)

Normas ISO 9000

La Organización Internacional de Normalización, ISO (International Organization for Standardization), es un organismo encargado de desarrollar y actualizar las normas internacionales, que han sido ampliamente aceptadas en el mundo.

Las normas internacionales ISO 9000 son actualmente un fenómeno en todo el mundo y sus extraordinarios efectos en las organizaciones no pueden ser desestimados. Los datos disponibles muestran que estas normas son utilizadas en 158 países por 400,000 organizaciones.

Han sido aplicadas en una vasta gama de organizaciones en diferentes campos, incluyendo industrias internacionales grandes, instituciones de servicios públicos y muchas pequeñas y micro empresas. Las razones para la implementación de la ISO 9000 son diversas, y cada vez menos puede atribuirse a una presión por parte de los clientes (esto ha sido una crítica frecuente de la aplicación de la ISO 9000 en el pasado, y fue el argumento favorito para explicar la implementación defectuosa de muchos sistemas de aseguramiento de la calidad ISO 9000).

Al contrario, ahora nosotros estamos observando con mayor frecuencia a organizaciones utilizando ISO 9000 por razones de negocio (Nava, 2007, p. 11).

El propósito de las normas ISO consiste en proporcionar un conjunto de requerimientos para los sistemas de calidad, que facilite el intercambio internacional de bienes y servicios.

La serie ISO está formada por tres normas:

- ISO 9000: Sistema de gestión de calidad fundamentos y vocabulario.
- ISO 9001: Sistema de gestión de calidad requerimientos.
- ISO 9004: Sistema de gestión de calidad Guías para mejoras del desempeño.

La norma ISO 9000 cuenta con una estructura de ocho principios que gobiernan la "gestión de la calidad". Estos principios se juntan

a las normas, para ser utilizadas por las empresas como un marco de referencia que nos permita contar con una guía para el beneficio en los resultados y la mejora continua en la empresa.

1. Enfoque en el cliente.
2. Liderazgo.
3. Participación del personal.
4. Enfoque basado en procesos.
5. Enfoque de sistema para la gestión.
6. Mejora continua.
7. Enfoque basado en hechos.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas.

Principales beneficios que ofrecen las normas ISO 9000:

- Mejor diseño y calidad del producto.
- Mejor calidad del proceso.
- Reducción de desechos, rectificaciones y quejas de los clientes.
- Una eficaz utilización de los recursos: mano de obra, maquinarias y materiales, mayor productividad.
- Creación de una conciencia respecto a la calidad y mayor satisfacción de los trabajadores.
- Mejoramiento de la confianza con los clientes.
- Mejora la imagen y la credibilidad de la empresa en los mercados nacionales e internacionales, esencial para competir en el mundo globalizado.

Justo a tiempo (JIT)

La operación justo a tiempo incluye actividades integradas cuya función es la de alcanzar una producción de gran volumen, utilizando inventarios mínimos de materias primas, producción en proceso y productos terminados.

Una operación justo a tiempo también está apoyada en la idea de que no se producirá algo hasta que no se necesite.

El JIT busca:

- La reducción del tamaño de los lotes, para que lleguen justo a tiempo.
- La cadena causa-efecto que se origina por la reducción del tamaño de los lotes.
- La mezcla del control total de calidad con el justo a tiempo.

Lecciones JIT:

- La producción JIT saca a luz los problemas que de otra manera no se verían.
- La calidad comienza con la producción, pero se requiere que todos participen en el mejoramiento continuo de la empresa.
- La cultura no debe ser un obstáculo, las técnicas pueden cambiar el comportamiento, si todo el personal acepta y aplica esta filosofía.
- Simplificar hace que la producción de bienes y servicios fluya, los *layouts* de planta son fundamentales para esto. Flexibilidad en el trabajo.
- Tener relaciones cercanas con pocos proveedores estables; especificaciones y contratos flexibles; y entregas frecuentes de pequeñas, pero exactas cantidades.
- Mayor automejoramiento, menor cantidad de programas y menos intervención de los especialistas. El personal puede hacerlo solo.
- La industria está lista para cambiar y sabe que hacer: simplificar y reducir, simplificar e integrar y esperar resultados.

Beneficios del JIT:

- Aumentos de 20 % a 50 % en la productividad de la mano de obra directa e indirecta.
- Aumentos de 30 % a 40 % en la capacidad de los equipos.
- Reducciones de 80 % a 90 % en el tiempo de fabricación.
- Reducciones de 40 % a 50 % en los costos por concepto de fallas.
- Reducciones de 8 % a 15 % en el costo de los materiales comprados.

- Reducciones de 50 % a 90 % en inventarios.
- Reducciones de 30 % a 40 % en requerimiento de espacio.
- Mejoras considerables en la calidad del producto.
- Reducciones del tiempo de respuesta al mercado hasta en 90 %.
- El tiempo para lanzamiento de productos nuevos o modificados que se relanzan según la demanda, se reduce a la mitad.
- Menores necesidades de bienes de capital.

Sistema de producción de Toyota (TPS)

El TPS es un método racional de fabricación, que elimina todos los elementos innecesarios para reducir los costos. Su pilar fundamental radica en la obtención del tipo requerido de unidades en el tiempo y en la cantidad necesaria.

Conceptos del sistema de producción de Toyota:

- *Just in time*: Producir las unidades necesarias en la cantidad necesaria y en el tiempo preciso.
- El autocontrol (Jidoka): Control de defectos que impide la entrada en el flujo del proceso de unidades defectuosas que perturbarían el proceso siguiente.
- Flexibilidad en el trabajo (Shojinka): Los trabajadores de los que disponemos pueden encargarse de realizar varias tareas organizándolos en función del flujo productivo. Polivalencia.
- El sistema Kanban: Es un sistema de información para controlar las cantidades producidas en cada proceso en la cantidad y tiempo necesarios, basado en un proceso de "jalar" o de alimentación por demanda. Kanban es una palabra japonesa que significa tarjeta.

Six sigma

El six sigma es una filosofía gerencial que se está expandiendo por todo el mundo y que busca eliminar los defectos en sus productos y procesos.

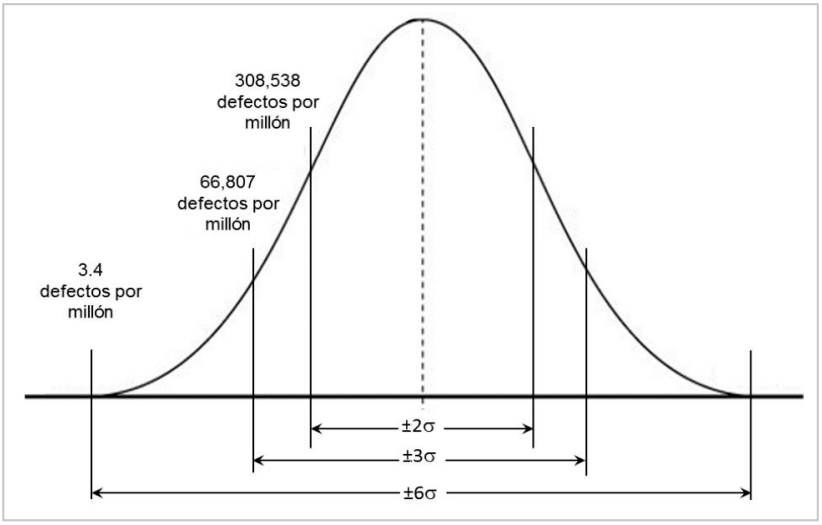
El six sigma trata de reducir la variación de los procesos que generan estos defectos, teniendo en cuenta que este enfoque parte de

la premisa de que las variaciones en los procesos son enemigos de la calidad.

El six sigma equivale a no más de 3.4 defectos por cada millón de unidades, 6σ es una medida de la satisfacción del cliente que está cercana a la perfección.

Seis sigma es una metodología creada por Motorola que permite mejorar los procesos, aumentando la competitividad y mejora continua con énfasis en el uso de las herramientas y métodos estadísticos, para poder cuantificar los procesos, logrando así la eliminación de defectos dentro del proceso de generación del bien (producto o servicio).

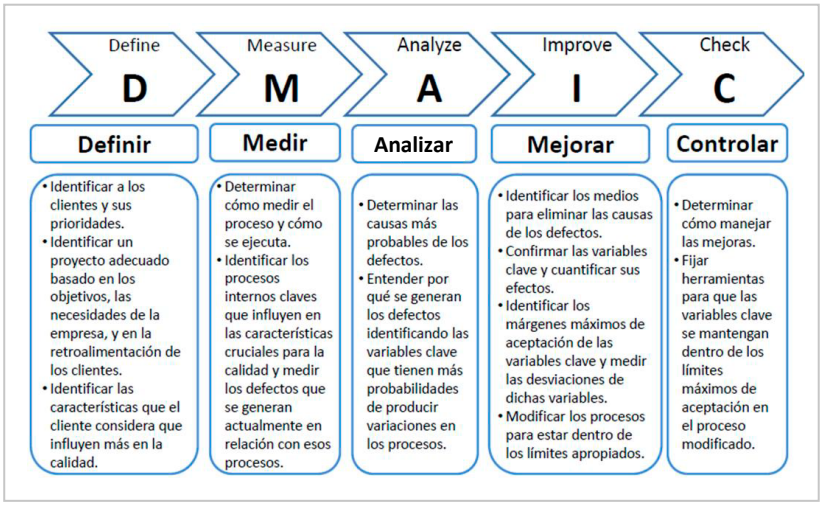
Figura 78. Defectos por millón-*six sigma*



Fuente: D'Alessio (2012)

El objetivo del seis sigma es identificar y definir problemas para poder mejorar, a través de obtener información para poder medir, analizar, incorporar mejoras a procesos, para poder controlarlos o rediseñarlos dependiendo su necesidad; todo esto con el único fin de llegar a cumplir con las metas y objetivos de la empresa en un ciclo repetitivo de la mejora continua. Seis sigma utiliza el esquema definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) (Figura 78).

Figura 79. Metodología DMAIC



Fuente: D'Alessio (2012)

- **Definir:** Es la etapa inicial de un proyecto seis sigma, en este punto nos encargamos de encontrar y definir problemas, muchas de estas se realizan con la jefatura o la alta dirección, definiendo y describiendo el análisis del problema, pues esto nos ayudará en la siguiente etapa de la metodología DMAIC.

  A este nivel, podemos identificar algunos entregables prioritarios que debe contar el proyecto de seis sigma:

  - El *project charter* del proyecto.
  - Declaración de alcance del proyecto.
  - Requerimientos del cliente/la voz del cliente.
  - Macroprocesos/diagrama SIPOC.
  - Árbol crítico de la calidad (CTQ).

- **Medir:** Después que tengamos el problema ubicado para atacar, requerimos analizar su comportamiento del proceso para analizar su variabilidad, para esto nos enfocamos en sus características y requisitos del proceso o procedimiento, para ello usamos dos variables de entrada y desempeño, con esto tenemos la capacidad del proceso; así como esta existen diver-

sas técnicas para recolectar información (equipos, maquinas, sistemas, procesos, trabajadores, clientes, servicios, proveedores, etc.) y hacer diversas mediciones.

Algunos entregables a considerar para esta etapa, pueden ser los siguientes:

- Gráficos de Pareto.
- Gráficos de control.
- Análisis de tiempos de valor.
- Matriz de priorización.

- **Analizar:** En esta etapa nos encargamos de análisis y procesar datos, donde visualizaremos el estado actual del proceso o procedimientos, asimismo, lograremos determinar las causas y origen e identificaremos las oportunidades de mejora y se aterrizara en un respectivo plan

  Las herramientas más utilizadas son las siguientes:

  - Diagramas e flujo.
  - Identificación de puntos críticos.
  - Diagramas de causa-efecto.
  - Prueba de Chi-Cuadrado, T y F.
  - Estudio de correlación.

- **Mejora:** Una vez definido el problema y viendo la viabilidad del proyecto, escoger una solución de las varias planteadas (habilidad de generar varias ideas), para llegar a esto se requiere de varios instrumentos, para poder realizar un piloto, y de aquí sale nuestra propuesta de mejora.

  - Las herramientas más utilizadas son las siguientes:
  - Lluvia de ideas.
  - Simulación de eventos discretos.
  - Herramientas *lean*.
  - Modo de falla y análisis de efecto.

- **Control:** Como última etapa, debemos pensar en futuro y ver la forma de cómo vamos a controlar la solución planteada, pues debe de ser viable en el tiempo. Para esto, debemos tener una estrategia de control y siga funcionando la solución de una forma eficiente manteniéndose en los rangos aceptables, para esto las herramientas que utilizaremos puedes ser las siguientes:
    - Lista de verificación.
    - Revisiones periódicas a los procesos.
    - Gráficos comparativos o diagramas de control.
    - Planes de contingencia.
    - Mantenimiento preventivo.
    - Herramientas de planificación.

Beneficios del six sigma:

- Reducir el nivel de defectos.
- Reducir los costos a través de la eliminación de errores internos.
- Reducir el tiempo de proceso.
- Incrementar la productividad.
- Mejorar la calidad en el proceso de desarrollo y lanzamiento de nuevos productos.
- Mejorar el nivel de resultados de los procesos de apoyo.

Lean manufacturing

También conocido como "producción esbelta", esto hace referencia a que se va a entregar un producto según lo solicitado por el cliente, en el momento correcto y el costo correcto; así mismo para cumplir esto se tiene en cuenta el valor agregado como resultado añadido al producto o servicio. Para la generación de valor se alinean procesos, acciones, en secuencia que generan un valor único para quien lo recibe y de manera costo – efectiva para la empresa, mejorando su rentabilidad y posicionamiento en el mercado, gracias al cumplimiento de sus objetivos y metas.

Lean manufacturing en castellano "producción esbelta" es la búsqueda de una mejora del sistema de fabricación mediante la eli-

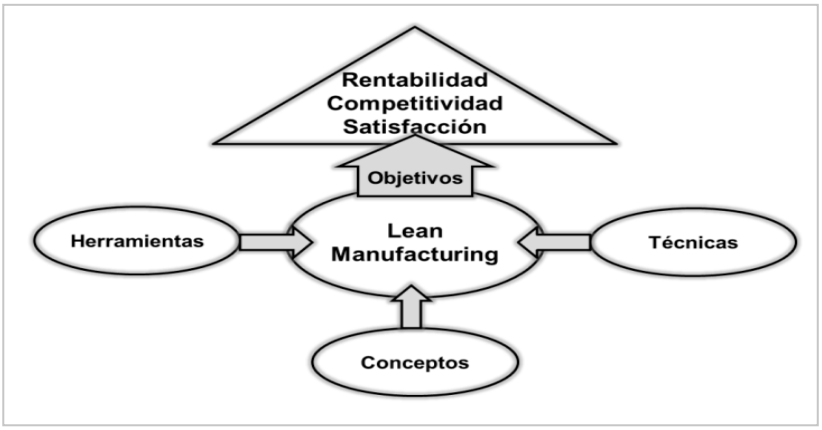
minación del desperdicio, entendiendo como desperdicio a todas aquellas acciones que no agregan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

El principio fundamental del *lean manufacturing* es que el producto, bien o servicio, y sus atributos deben adaptarse a lo que quiere el cliente, y para esto se deben eliminar todos los desperdicios.

Lean manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los tipos de "desperdicios" (sobreproducción, retrabajo, transporte, defectos, inventario, espera, movimiento) en productos manufacturados. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción y el costo se reduce.

Las herramientas "lean" (en inglés, "sin grasa" o "ágil") incluyen procesos continuos de análisis (Kaizen), producción "pull" (en el sentido de Kanban), y elementos y procesos "a prueba de fallos" (*poka yoke*).

Figura 80. *Lean manufacturing*



Fuente: D'Alessio (2012)

Los pilares del *lean manufacturing* son:

- **Kaizen:** El término Kaizen viene de dos ideogramas japonesa que significan: KAI = Cambio, ZEN = Bueno o para mejorar, que fusionado ambos términos se convierten en "mejoramiento continuo"; entonces se define que Kaizen se enfoca

en la participación y colaboración de los empleados conjuntamente con la estandarización y mejora de los procesos. Lo que se busca con este método es generar resultados con el menor costo y tiempo posible, atacando desde la raíz del problema, abordando con pequeñas y grandes soluciones de forma diaria y continua.

- **Control de la calidad:** Es la implicancia de que todas las áreas en una organización se comprometan con el "control de calidad", pues es un compromiso de todas las personas en la empresa.
- ***Just in time*:** Esta metodología se enfoca en generar los productos necesarios en las cantidades requeridas y en el tiempo estipulado o definido para s entrega, todo esto en base a lo que el cliente solicito.

Teoría de restricciones

La teoría de restricciones como parte de los procesos de mejora continua es una filosofía administrativa con métodos de investigación adaptados de las ciencias exactas y con amplia aplicación en las organizaciones. Cuál es el problema, un factor crítico en muchas organizaciones es que muchos gerentes no perciben a la empresa como un todo. Los gerentes básicamente se interesan por su departamento, por sus funciones específicas y, por tanto, se toman muchas decisiones basadas en los óptimos locales. Enfocarse en los óptimos locales es la causa de innumerables problemas debido a que: Conduce a resultados menos que óptimos para la empresa; genera fricciones en la comunicación entre las funciones; limita el potencial de las soluciones inter-funcionales poderosas. La solución: la dirección de la solución se ha conocido durante largo tiempo: educación; la solución TOC privilegia el impacto global sobre el impacto local y es: más efectiva, más comprensiva, más concisa, más accesible, más económica" (Navarro y Herrera, 2001, p. 1).

El TOC se resume en lo siguiente:

- Identificar las restricciones.
- Explotar las restricciones de la empresa.
- Subordinar lo demás a la decisión anterior.
- Elevar las restricciones.

4.2. Control de las operaciones productivas

Control de las cantidades operativas

"El control de las cantidades operativas está relacionado con el control de la cantidad en cada etapa, de los inventarios de entrada (LI y L2) y de salida (L3), y la forma de conocer oportuna-mente cómo evolucionan estos, y que acciones deben tomarse cuando sea necesario. El control de los recursos en cantidad, calidad, costos y tiempo (C3T) es lo que se requiere para conocer cómo la cantidad, la calidad y los costos en el tiempo oportuno de los recursos se administran en las operaciones productivas. Un sistema de control de las operaciones productivas se concentra en la obtención de la producción deseada cumpliendo con los plazos de entrega al cliente. Es importante que este sistema sea sensible y confiable, que permita ejecutar y controlar las actividades planeadas para hacer eficiente y oportuno los ajustes necesarios" (D'Alessio, 2012, p. 390).

Tipos de control según el tipo de producción

- Producción única: (*layout* por posición fija).
  - Producto final único que requiere controles extremos de producción.
  - Bajo volumen de producción, tiempos de producción largos y alto costo unitario.
  - Inventarios altos durante el proceso por una sola corrida de producción.
  - Alta flexibilidad del proceso con activos de carácter general e intensivo en mano de obra.

  - Niveles altos de calificación del trabajador.
  - Control de los proyectos especiales de producción.

- Producción intermitente: (*layout* por proceso):
  - Producto final medianamente estandarizado que requiere controles cercanos de producción.
  - Volumen promedio de producción, mayores tiempos de producción y costo unitario promedio.
  - Inventarios altos durante el proceso con corridas más cortas de producción.
  - Proceso más flexible con activos de carácter especial y general, balance entre bienes de capital y trabajo.
  - Aptitud de calificación mayor en el trabajador.
  - Control de pedidos de producción.

- Producción continua: (*layout* por producto):
  - Producto final estandarizado, rutina de manufactura, bajo costo unitario.
  - Altos volúmenes productivos y tiempos cortos de producción.
  - Inventarios bajos durante el proceso por corridas largas de producción.
  - Procesos de flexibilidad limitada con activos de carácter especial e intensivo en bienes de capital.
  - Aptitud limitada del trabajador. Trabajo no necesariamente calificado.
  - Control del flujo de la producción.

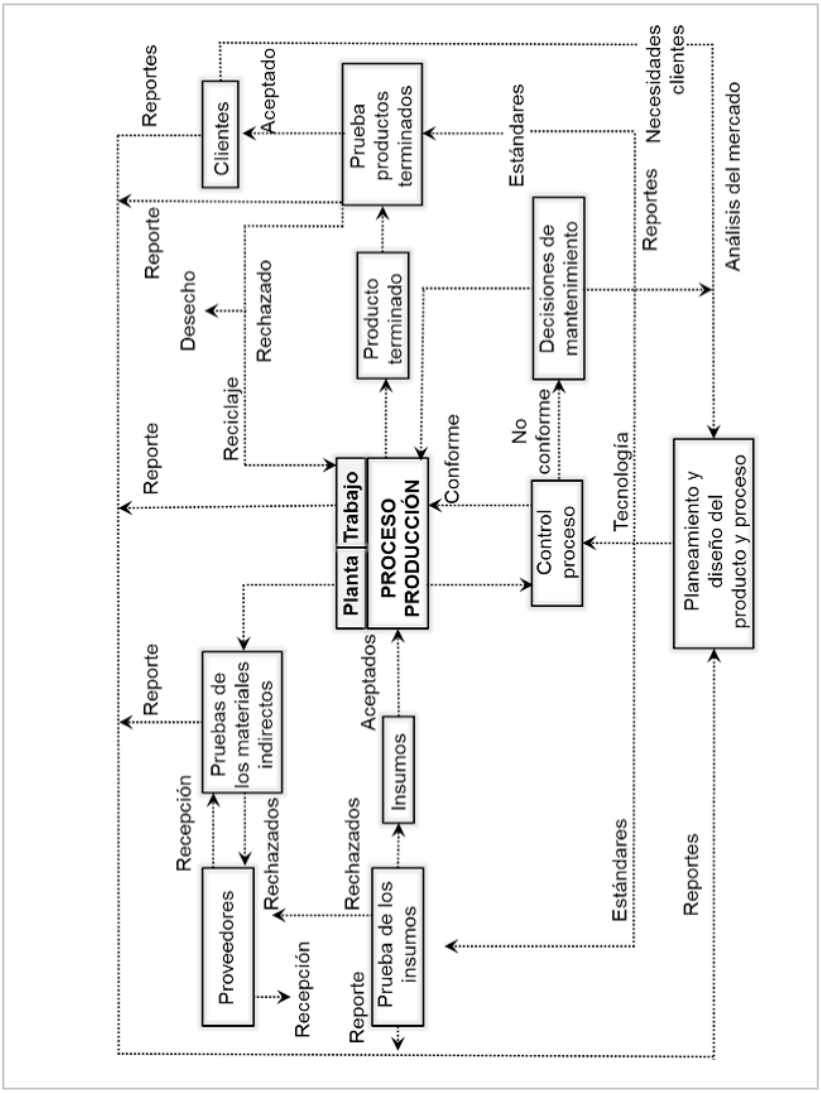
Control de la calidad operativa

"El control de la calidad operativa es una de las etapas más importantes del control de las operaciones productivas (cantidad-calidad-costo-tiempo), e involucra la calidad del diseño; de los insumos y materiales indirectos (entradas); del proceso; de los productos: bienes o servicios (salidas); y del servicio posventa, el control de calidad del diseño y del servicio posventa representan actividades discretas que ocurren cuando se diseña el producto, control que

debe ser riguroso, y cuando debe otorgarse el servicio posventa por reclamo, garantía o soluciona algún problema con el producto que el cliente adquirió. Las otras tres son actividades continuas.

El modelo esquemático de un sistema de control total de calidad (Figura 81), se hace énfasis en estas tres actividades continuas" (D'Alessio, 2012, p. 393).

Figura 81. Modelo esquemático de un sistema de control total de calidad



Fuente: D'Alessio (2012)

La calidad de los bienes

La calidad del producto, bien físico, se clasifica en:

- El tipo: Atributos como color, olor, sabor, entre otros.
- La aptitud para el uso: Confiabilidad y mantenibilidad del producto.
- La estabilidad de sus características: El producto mantiene sus características a pesar del uso y del tiempo.

Al combinar precio, costo y calidad se destaca:

- Mayor calidad puede permitir precios más elevados.
- Mayor calidad puede dar lugar a mercados más amplios.
- Mayor calidad puede incrementar las ventajas en comparación con la competencia.
- Distintas características de calidad pueden ejercer mayor atracción sobre los consumidores.

Calidad de los servicios

La calidad del servicio se basa en:

- Juicio profesional: Estrategia-¿Qué se ofrece?
- Proceso físico y procedimientos: Sistema-¿Cómo se va a hacer realidad lo que se ofrece?
- Comportamiento de la persona: Personal-¿Motivaciones y necesidades?, ¿qué recursos necesitan para realizar su trabajo?

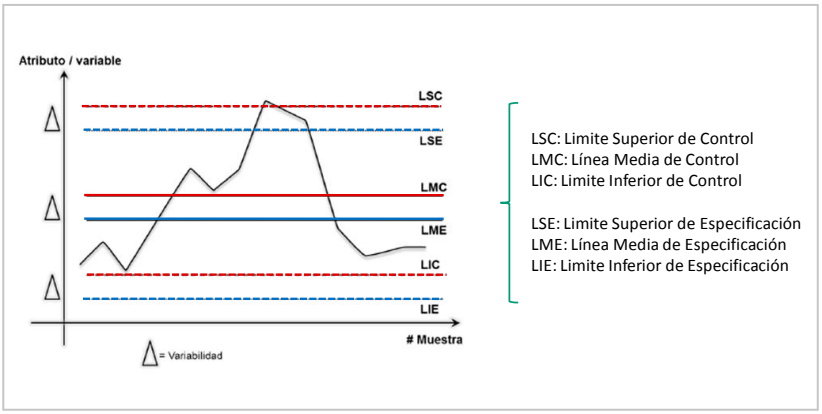
Tipos de muestreo

- Muestreo por atributos: Cuando cada artículo de la muestra se clasifica como conforme o no conforme; la cantidad de no conformes se utiliza para aceptar o rechazar el lote.
- Muestreo por variables: Es cuando a cada unidad de la muestra se le mide una variable continua y con los datos se calcula un estadístico.

Gráficos de control de calidad (Figura 82)

Es la comparación gráfico-cronológica (hora a hora, día a día) de la característica actual de la calidad del producto mediante límites probabilísticos de tolerancia. Sirve para controlar la calidad del proceso.

Figura 82. Esquema de gráfico de control



Fuente: D'Alessio (2012)

Tipos de gráfico de control (Figura 83)

- Atributos (valores discretos)
  - Gráfico p: Fracción de unidades defectuosas.
  - Gráfico np: Número de unidades defectuosas.
  - Gráfico c: Número de defectos.
  - Gráfico u: Número de defectos por unidad.
- Variables (valores continuos)
  - Gráfico de la media × barra.
  - Gráfico de rangos R.
  - Gráfico de desviaciones estándar S.

Figura 83. Tipos de gráfico de control

TIPOS / LÍMITES	ATRIBUTOS				VARIABLES			
	P Fracción defectuosa	n p Número defectos	c Defectos por unidad homogénea	u Defectos en muestra definida	X Medias(tendencia central)	R Rangos (dispersión)	S Desviaciones estandar (dispersión)	Moda mediana (tendencia central)
LM	$\bar{p}$	$n\bar{p}$	$\bar{c}$	$\bar{u}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{R}$	$\bar{S}$	Análisis especial
LSC	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	$\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ $\bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$	$\bar{R}D_4$	$B_4\bar{S}$	Análisis especial
LIC	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	$\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$ $\bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$	$\bar{R}D_3$	$B_3\bar{S}$	Análisis especial
Distribución	Binomial	Binomial	Poisson	Poisson	Normal	Normal	Normal	Normal
NOTAS	SI n VARIA, USAR $\bar{n}$	n DEBE SER CONSTANTE	n DEBE SER CONSTANTE	SI n VARIA,USAR $\bar{n}$	n CONSTANTE			

n	A_2	A_3	D_3	D_4	B_3	B_4	n	A_2	A_3	D_3	D_4	B_3	B_4
2	1.880	2.659	0.000	3.267	0.000	3.267	14	0.235	0.817	0.328	1.672	0.406	1.594
3	1.023	1.954	0.000	2.574	0.000	2.568	15	0.223	0.789	0.347	1.653	0.428	1.572
4	0.739	1.628	0.000	2.282	0.000	2.266	16	0.212	0.763	0.363	1.637	0.448	1.520
5	0.577	1.427	0.000	2.115	0.000	2.089	17	0.203	0.739	0.378	1.622	0.466	1.534
6	0.483	1.287	0.000	2.004	0.030	1.970	18	0.194	0.718	0.391	1.608	0.482	1.518
7	0.419	1.182	0.076	1.924	0.118	1.882	19	0.187	0.698	0.403	1.597	0.497	1.503
8	0.373	1.099	0.136	1.864	0.185	1.815	20	0.180	0.680	0.415	1.585	0.510	1.490
9	0.337	1.032	0.184	1.816	0.239	1.761	21	0.173	0.663	0.425	1.575	0.523	1.477
10	0.308	0.975	0.223	1.777	0.284	1.716	22	0.167	0.647	0.434	1.566	0.534	1.466
11	0.285	0.927	0.256	1.744	0.321	1.679	23	0.162	0.633	0.443	1.557	0.545	1.455
12	0.266	0.886	0.283	1.717	0.354	1.646	24	0.157	0.619	0.451	1.548	0.555	1.445
13	0.249	0.850	0.307	1.693	0.382	1.618	25	0.153	0.606	0.459	1.541	0.565	1.435

Fuente: D'Alessio (2012)

Ejemplo de gráfico de control por atributos

Una empresa ABC produce escritorios. Se desea monitorear el número de defectos en sus mesas incluyendo el 99,73 % (tres desviaciones estándar) de la variación aleatoria del proceso, por lo que se revisa la forma de la mesa, su estabilidad y la pintura estén en óptimas condiciones.

Se van a contar el número de defectuosos encontrados en las mesas por lote. Los lotes pueden variar levemente de tamaño. Es decir, puede haber pequeñas variaciones en el número de mesas que compone un lote de producción.

Se van a trabajar lotes que pueden tener diferente tamaño, y se va a contar el porcentaje de defectuosos encontrados por lote (el lote es la muestra), razón por la cual vamos a trabajar con un gráfico de control por atributos tipo p.

Los datos se van a capturar durante diez días de producción. Se van a considerar 20 muestras (20 lotes), el tamaño de cada lote se presenta en el cuadro.

La fracción defectuosa es el resultado de dividir el número de errores por el tamaño del lote.

Datos recopilados

Lote	Tamaño de Lote	# Errores
1	94	3
2	92	4
3	92	0
4	91	0
5	94	1
6	94	2
7	92	3
8	93	5
9	95	7
10	95	4
11	91	2
12	93	12
13	93	2
14	94	6
15	91	9
16	93	7
17	95	8
18	90	9
19	95	8
20	92	7
Total	**1859**	**99**

Solución:

Determinamos la línea central y los límites de control superior e inferior.

Para tener la línea central, calculamos **p** promedio:

$$\overline{p} = \frac{Número\ de\ errores}{Número\ total\ de\ registros\ examinados} = \frac{99}{1859} = 0{,}05$$

Observe el número de errores es 99, el número total de registros examinados es 1859 y resulta de la sumatoria del número de escritorios por lote.

La desviación estándar para la distribución de la muestra se calcula así:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{n}} = \sqrt{\frac{0{,}05(1-0{,}05)}{92{,}95}} = 0{,}02$$

p promedio es el número que calculamos anteriormente, y n es 92,95 que es el tamaño de la muestra, en este caso el tamaño de los lotes. Como se aprecia en la tabla, el tamaño del lote varia, Por lo tanto, 92,95 = (1859/20) es el resultado del promedio de escritorios por lote. La desviación estándar es igual a 0,02.

El cálculo de los límites se calcula así:

$$LCS_P = \overline{p} + z\sigma_p = 0{,}05 + 3(0{,}02) = 0{,}12$$

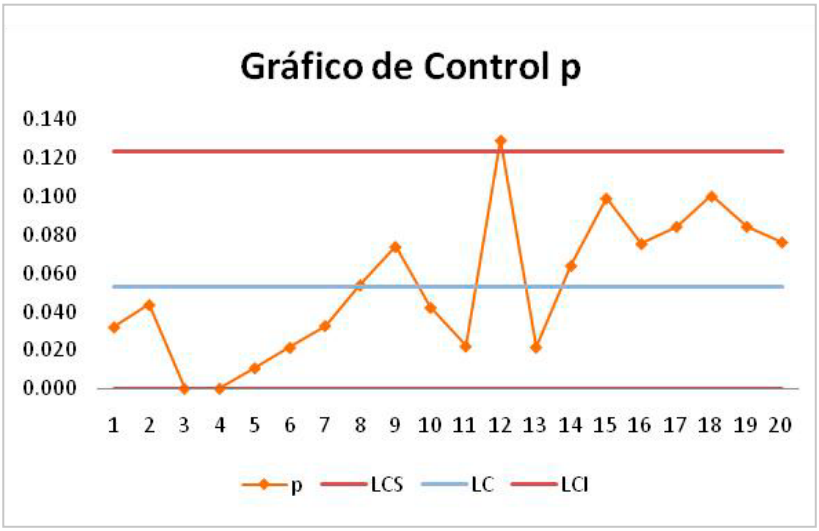
$$LCI_P = \overline{p} - z\sigma_p = 0{,}05 - 3(0{,}02) = -0{,}02 \approx 0$$

El número de desviaciones estándar se conoce como z. La empresa limita los valores a tres desviaciones estándar de la media, lo que equivale a 99,73 %. Es por eso que, en el cálculo de los límites de control, z es igual a 3. Los otros datos ya los conocemos, fueron calculados anteriormente.

¿Podemos tener un número de defectos negativo? No. Es por eso que el límite central inferior se redondea a 0.

Procedemos a representar los datos en una carta de control.

Lote	Tamaño de Lote	# Errores	p	LCS	LC	LCI
1	94	3	0.032	0.12	0.05	0.00
2	92	4	0.043	0.12	0.05	0.00
3	92	0	0.000	0.12	0.05	0.00
4	91	0	0.000	0.12	0.05	0.00
5	94	1	0.011	0.12	0.05	0.00
6	94	2	0.021	0.12	0.05	0.00
7	92	3	0.033	0.12	0.05	0.00
8	93	5	0.054	0.12	0.05	0.00
9	95	7	0.074	0.12	0.05	0.00
10	95	4	0.042	0.12	0.05	0.00
11	91	2	0.022	0.12	0.05	0.00
12	93	12	0.129	0.12	0.05	0.00
13	93	2	0.022	0.12	0.05	0.00
14	94	6	0.064	0.12	0.05	0.00
15	91	9	0.099	0.12	0.05	0.00
16	93	7	0.075	0.12	0.05	0.00
17	95	8	0.084	0.12	0.05	0.00
18	90	9	0.100	0.12	0.05	0.00
19	95	8	0.084	0.12	0.05	0.00
20	92	7	0.076	0.12	0.05	0.00
Total	**1859**	**99**	**0.053**			



Solución: Analizamos el resultado

La interpretación de un gráfico de control tiene más sentido cuando se han hecho varios ejercicios de este tipo, lo que permite determinar qué es normal y qué no lo es en el comportamiento de la producción. Sin embargo, y basándonos en las pistas antes mostradas, podemos ver que:

El punto 12 esta fuera de control. Aunque es una probabilidad pequeña, bien vale la pena entrar a mirar porqué ocurrió esto.

Evidentemente algo ocurrió en los lotes 4 a 9. Existe un aumento constante desde el punto 4 hasta el punto 9, y aunque se ve corregido en el punto 10, se debe de revisar cómo se trabajaron estos lotes.

¿Qué ocurrió en los puntos 11, 12 y 13? Hubo algún suceso que afectó sobre todo al punto 12 y después fue corregido; es lo más probable.

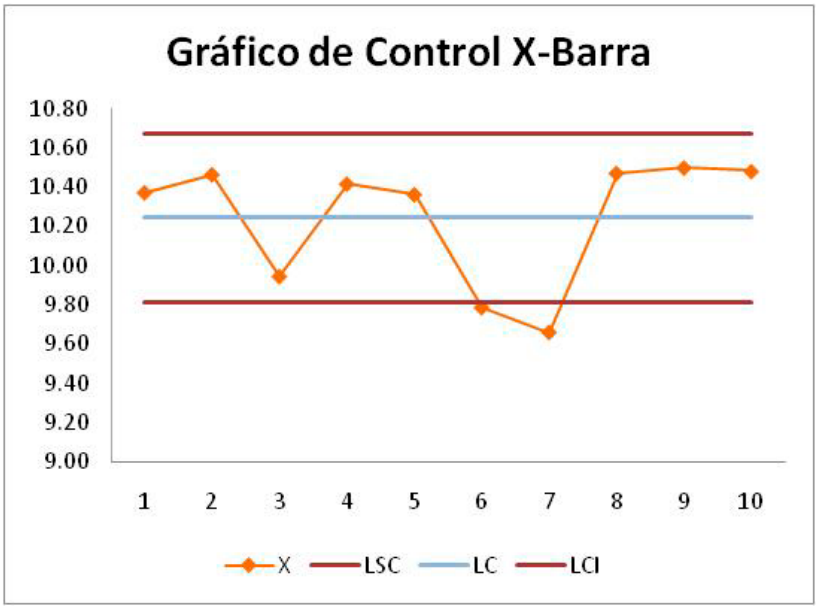
Ejemplo de gráfico de control por variable

Una empresa XYZ produce cilindros. Las muestras del diámetro de la producción de un cilindro se muestran a continuación, elabore el gráfico de control X-Barra.

Muestra	1	2	3	4	5
1	12.37	9.73	10.38	10.34	9.04
2	10.51	10.55	10.06	10.28	10.92
3	9.42	9.45	10.80	10.89	9.16
4	10.28	10.93	10.27	10.74	9.86
5	10.76	10.96	9.65	10.04	10.40
6	9.92	9.44	9.29	10.63	9.65
7	9.81	10.22	9.56	9.61	9.10
8	10.73	10.91	10.68	10.32	9.71
9	10.81	10.71	10.67	10.55	9.75
10	10.07	10.29	10.64	10.43	10.97

Solución:

Muestra	1	2	3	4	5	X	LSC	LC	LCI	R
						Gráfico X-Barra				
1	12.37	9.73	10.38	10.34	9.04	10.37	10.67	10.25	9.82	3.33
2	10.51	10.55	10.06	10.28	10.92	10.46	10.67	10.25	9.82	0.86
3	9.42	9.45	10.80	10.89	9.16	9.94	10.67	10.25	9.82	1.73
4	10.28	10.93	10.27	10.74	9.86	10.42	10.67	10.25	9.82	1.07
5	10.76	10.96	9.65	10.04	10.40	10.36	10.67	10.25	9.82	1.31
6	9.92	9.44	9.29	10.63	9.65	9.79	10.67	10.25	9.82	1.34
7	9.81	10.22	9.56	9.61	9.10	9.66	10.67	10.25	9.82	1.12
8	10.73	10.91	10.68	10.32	9.71	10.47	10.67	10.25	9.82	1.20
9	10.81	10.71	10.67	10.55	9.75	10.50	10.67	10.25	9.82	1.06
10	10.07	10.29	10.64	10.43	10.97	10.48	10.67	10.25	9.82	0.90
						10.25				**1.39**
A2=	0.308									



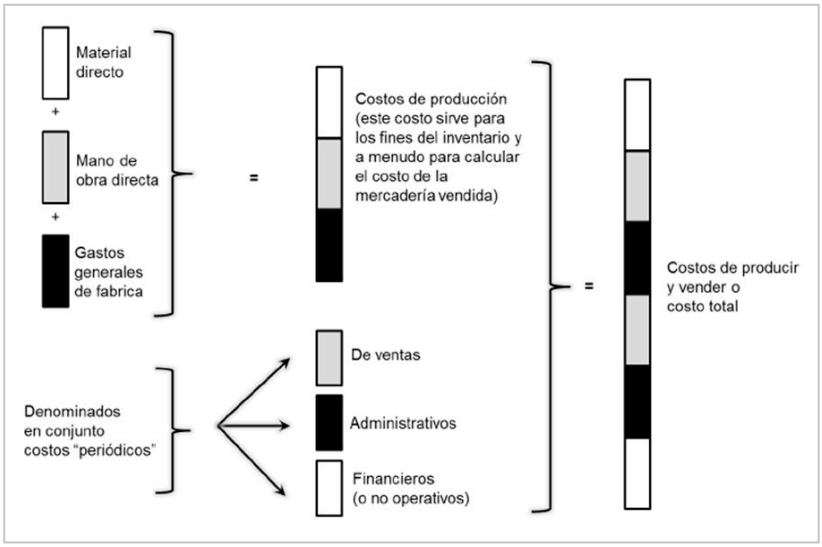
Control de los costos operativos

Componentes del costo (Figura 84)

- Costo del diseño C0
- Costo directos e indirectos C1
- Costo del proceso C2
- Costo del producto C3
- Costo del servicio posventa C4

Elementos del costo

Figura 84. Elementos del costo operativo



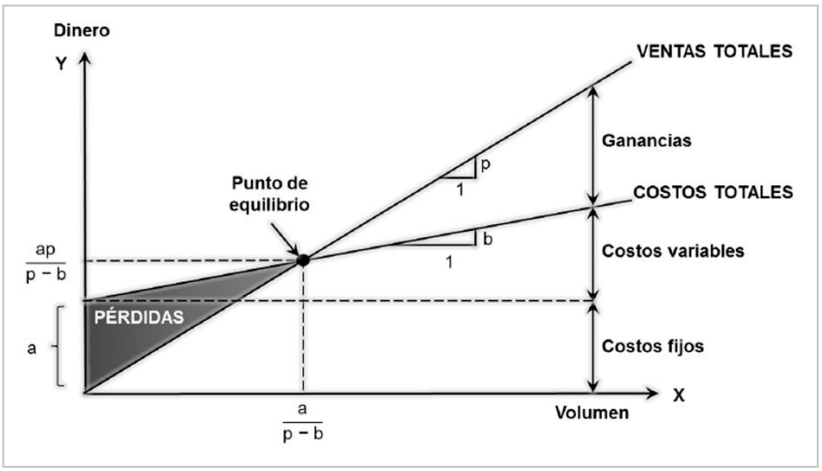
Fuente: D'Alessio (2012)

Punto de equilibrio (Figura 85)

El punto de equilibrio es aquel nivel de producción de bienes en que se igualan los ingresos totales y los costos totales, donde el ingreso de operación es igual a cero. El punto en que los ingresos de las empresas son iguales a sus costos se llama punto de equilibrio; en él no hay utilidad ni pérdida.

El punto de equilibrio es aquel punto de actividad (volumen de ventas) donde los ingresos totales y los gastos totales son iguales. Es decir, no existe ni utilidad ni pérdida. Existen tres métodos para conocer el punto de equilibrio y son:

Figura 85. Esquema de punto de equilibrio



Fuente: D'Alessio (2012)

Ventas = Costos

$$px = a + bx$$
$$x = a/(p-b)$$
$$y = ap/(p-b)$$

Donde:

p = Precio venta unitario
a = Costo fijo total
b = Costo variable unitario
x = Volumen producido
y = Ingresos

Ejemplo de punto de equilibrio

Un emprendedor "Z" desea empezar su negocio de comercialización fajas reductoras, para ello presupuesta sus costos de operación así, el arriendo del local S/ 1,200 mes, contratar a una persona que le ayude en las funciones secretariales y de ventas S/ 1,150 mes, el pago de servicios será de S/ 150 mes. Negoció con un productor y fabricante de fajas reductoras y el costo será de S/ 90 por cada faja. El señor Z piensa vender cada faja a S/ 100.

Según el mercado que el señor Z conoce, las posibles ventas al año serán de 100 fajas reductoras mensuales.

Calcular el punto de equilibrio mensual en unidades y en valores monetarios

¿Cuánto ganaría el señor Z si vende 100 unidades mensuales?

Solución:

Este paso consiste en clasificar los costos y gastos en dos grupos: costos variables y costos fijos.

Costos fijos:

Arrendamiento:	S/ 1,200.00
Salarios:	S/ 1,150.00
Servicios:	S/ 150.00
Costos fijos totales	S/ 2,500.00

Costos variables:

Costo variable unitario (mano de obra + materia prima): S/ 90.00

Aplicando las fórmulas del punto de equilibrio para unidades:

a) Punto de equilibrio
(Q) = Costo fijo total/(Pvu - Cvu) = 2500/(100 – 90) = 250 Unids/mes.
(S/.) = Q * Pvu = 250 * 100 = 25,000 S//mes

b) Si Q = 200
Ingreso = 200*100 = 20,000 S/.
Costo total = 2500 + 90*200 = 20,500 S/.
Utilidad o ganancia = 20,000 – 20,500 = -500 (pérdida)

Costos de la calidad (Tabla 18)

Es el dinero destinado para obtener la calidad requerida en un bien o servicio, que este posea las características necesarias dadas por el cliente (evitando, previniendo o detectando los errores, inspeccionando los procesos, etc.), y también lo que cuestan los errores producidos.

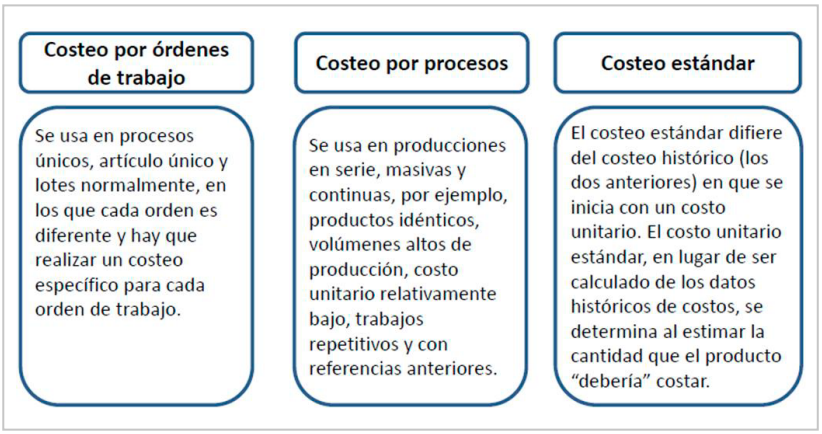
Tabla 18. Costos de la calidad

Prevención	Los costos de diseñar, implementar y mantener activo un sistema de control y de aseguramiento de la calidad Incluye los costos de diseño y de la ingeniería de proceso, los sistemas de centro de calidad, el planeamiento de la calidad y el entrenamiento para la calidad • Los costos de los estudios de ingeniería para mejorar procesos de fabricación de bienes / servicios • Los costos de equipamiento para producir bienes o servicios de mejor calidad • Los costos de mejores materiales e insumos y el entrenamiento de los proveedores • Los costos de los programas de mantenimiento preventivo
Evaluación	Los costos de asegurar que los materiales y productos tengan los estándares de conformidad de calidad Incluye los costos de inspección de los materiales comprados, de los procesos y de los productos terminados, pruebas de laboratorio, auditorías de calidad y pruebas de campo
Fallas internas	Los costos de pérdidas en materiales y productos que no reúnen los estándares de calidad Incluye los costos de mermas, reparaciones, reprocesos, retrabajos, paradas, mejoras y descuento en ventas por productos, materiales y componentes por debajo de los estándares requeridos
Fallas externas	Los costos de entregar productos de inferior calidad a los clientes Incluye los costos de manejar los reclamos de los clientes, costos de reemplazo y costos de la mercadería devuelta

Fuente: D'Alessio (2012)

Tipos de sistemas de costos

Figura 86. Sistemas de costeo



Fuente: D'Alessio (2012)

Costeo por órdenes de trabajo

Es un sistema que se utiliza para recolectar los costos por cada orden o lote, que son claramente identificables mediante los centros productivos de una empresa.

En el sistema de costos por órdenes, los costos que intervienen son: Equipo, reparaciones, materia prima, mano de obra directa y gastos indirectos, los cuales se acumulan en una orden de trabajo. Características del costeo por órdenes de trabajo:

- Reúne por separado cada uno de los costos que intervienen en el proceso de producción, según los requerimientos de la empresa.
- Se planifica con anticipación antes de iniciar el proceso de producción, el número de productos que se trabajarán y se prepara un documento contable distinto para cada tarea.
- La producción generalmente se realiza en función de las solicitudes de los clientes.
- El control de los costos en este sistema es más analítico.

Ejemplo de costeo por órdenes de trabajo:

Para diciembre, Industrias Metálicas elabora tres pedidos así:
La OP 1021 por 32 mesas metálicas para jardín.
La OP 1022 por 52 camas para hospital.
La OP 1023 por 88 rejas para ventanas.

Con referencia a las OP tenemos la siguiente información:
Del almacén de materiales:
Requisiciones enviadas a producción:
0345 por valor de US$ 280 000 para la OP 1022.
0346 por valor de US$ 510 000 para la OP 1021.
0347 por valor de US$ 850 000 para la OP 1021.
0348 por valor de US$ 715 000 para la OP 1023.
0349 por valor de US$ 912 000 para la OP 1022.
0350 por valor de US$ 522 000 para la OP 1023.

Del almacén de materiales:
Devoluciones de producción al almacén:
14 por valor de US$ 32 000 de la req. 346.
15 por valor de US$ 12 000 de la req. 345.
16 por valor de US$ 23 000 de la req. 350.

Dpto. de personal nos presenta la siguiente información:

OP 1021 US$ 925 000.
OP 1022 US$ 822 000.
OP 1023 US$ 1 421 000.
Provisiones, beneficios sociales y aportes 55%.

El CIF total es 1,750,000 dólares distribuir o prorratear por cada OP.

Se requiere:

Elaborar las respectivas hojas de costos para cada OP y calcular el valor unitario.

Solución:

HOJA DE COSTOS POR ORDENES

		OP N°:	1021
PRODUCTO:	Mesas metálicas	COSTO TOTAL:	3,087,331.40
CANTIDAD:	32	COSTO UNITARIO:	96,479.11

FECHA	REQUISICIÓN	MATERIA PRIMA	MANO DE OBRA	CIF
	REQ. 346	510,000.00	925,000.00	325,581.40
	REQ. 347	850,000.00	508,750.00	
	DEV. Nº 14	-32,000.00		
SUB TOTAL		**1,328,000.00**	**1,433,750.00**	**325,581.40**

HOJA DE COSTOS POR ORDENES

		OP N°:	**1022**
PRODUCTO:	Camas para hospital	COSTO TOTAL:	2,983,169.77
CANTIDAD:	52	COSTO UNITARIO:	57,368.65

FECHA	REQUISICIÓN	MATERIA PRIMA	MANO DE OBRA	CIF
	REQ. 345	280,000.00	822,000.00	529,069.77
	REQ. 349	912,000.00	452,100.00	
	DEV. Nº 15	-12,000.00		
SUB TOTAL		**1,180,000.00**	**1,274,100.00**	**529,069.77**

HOJA DE COSTOS POR ORDENES

		OP N°:	**1023**
PRODUCTO:	Rejas para ventanas	COSTO TOTAL:	4,311,898.84
CANTIDAD:	88	COSTO UNITARIO:	48,998.85

FECHA	REQUISICIÓN	MATERIA PRIMA	MANO DE OBRA	CIF
	REQ. 348	715,000.00	1,421,000.00	895,348.84
	REQ. 350	522,000.00	781,550.00	
	DEV. Nº 16	-23,000.00		
SUB TOTAL		**1,214,000.00**	**2,202,550.00**	**895,348.84**

Control del servicio posventa

El servicio posventa tiene marcada importancia para el logro de la calidad pues es el último proceso de la espiral de la calidad y garantiza el paso a un nivel superior en cuanto a la calidad al permitir conocer la opinión de los clientes e identificar oportunidades de mejora, así como evaluar los productos y procesos garantizando la retroalimentación necesaria.

Principios de la calidad del servicio posventa:

- El cliente es el único juez de la calidad del servicio. Hay que atender sus consejos y establecer un sistema de retroalimentación.
- El cliente es quien determina el nivel de excelencia del servicio y siempre pedirá más.
- La empresa debe dar a conocer al cliente lo que le está ofreciendo como servicio posventa. Esto es parte fundamental de las ventas.
- La empresa debe saber manejar las expectativas del cliente y comparar en todo momento la realidad del servicio con las expectativas del cliente.
- Si bien la calidad del servicio es en parte subjetiva, depende de cada cliente, pueden establecerse normas al respecto.
- Una disciplina férrea y un constante esfuerzo es necesario. Hay que aspirar a la excelencia.
- El cliente debe saber hasta dónde puede exigir.
- El cliente va a ver lo malo, es muy difícil que resalte lo bueno, pues para él lo bueno es condición sine qua non.

4.3. Gestión de mantenimiento de la empresa

Son operaciones para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos.

La gestión de mantenimiento es importante porque permite rebajar costos optimizando el consumo de materiales y el empleo

de mano de obra. Para ello, es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa.

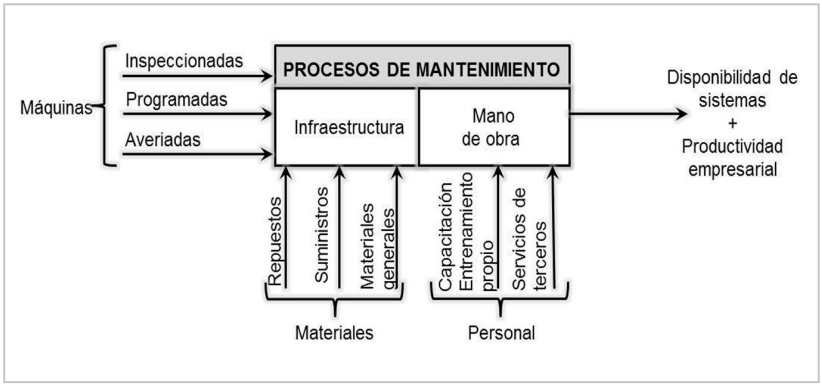
Es necesario también analizar la influencia que tiene cada equipo en los resultados de la empresa, de manera que la mayor parte de los recursos se utilicen en aquellos equipos que tienen una influencia mayor. Es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento.

Y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción.

Tipos de mantenimiento (Figuras 87, 88.)

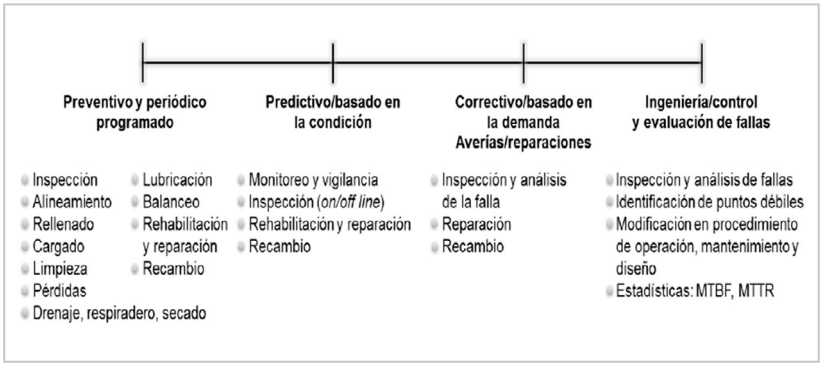
- Mantenimiento preventivo: Se efectúa para obtener un adecuado funcionamiento de los activos productivos y minimizar su probabilidad de falla, por medio de: mantenimiento periódico, mantenimiento programado, mantenimiento de mejora y mantenimiento integral. Es un costo indirecto.
- Mantenimiento correctivo: Se ejecuta después de la ocurrencia de una falla; es decir, son acciones no programadas que se llevan a cabo como resultado de una avería, a fin de restaurar un sistema a su nivel óptimo de desempeño. Realmente no es un mantenimiento sino una reparación y es un gasto.
- Mantenimiento predictivo: Se basa en el monitoreo regular de los equipos mediante instrumentos, y controla primordialmente su estado de funcionamiento; la intervención para la reparación del equipo se producirá cuando se hayan alcanzado los límites de control del mismo.

Figura 87. Esquema del proceso de mantenimiento



Fuente: D'Alessio (2012)

Figura 88. Acciones por tipo de mantenimiento



Fuente: D'Alessio (2012).

Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Es una filosofía de trabajo aplicable a sistemas de producción, que se basa en lograr tres ceros:

- Cero defectos: evitando despilfarros.
- Cero averías: evitando paros de producción.
- Cero accidentes: buscando la integridad y seguridad del personal y cuidado del MA.

TPM centra sus principios en la producción flexible, a través de la implementación del JIT y TQM.

El principal cambio que introduce TPM en la producción es que el personal está involucrado en todo el proceso. Quienes producen también mantienen y reparan la maquinaria. La constante búsqueda de los tres ceros permite mayor productividad, reducción de costos, mejora de indicadores y reducción de accidentes, tanto humanos como ambientales.

Ventajas de implementar TPM

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, para aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema. Además, el TPM presenta las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, asimismo, se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

Pilares TPM

El mantenimiento productivo total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:

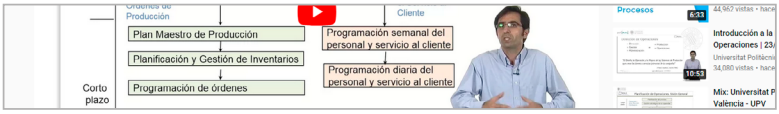
1. Mejoras enfocadas.
2. Mantenimiento autónomo.
3. Mantenimiento planificado.
4. Mantenimiento de calidad.
5. Educación y entrenamiento.
6. Seguridad y medio ambiente.

Lecturas seleccionadas para la Unidad 4

- Gestión y control de calidad.

www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/

- Sistemas de planificación y control de operaciones.



www.youtube.com/watch?v=WH8sDgiJTTE

Actividad 4

1. Realice una investigación sobre la calidad total moderna, seleccione y describa una metodología e indique cuales son los pasos requeridos para su implementación en una empresa de bienes y/o servicios.

2. Una empresa de telefonía desea construir un gráfico de control p (fracción defectuosa) para controlar un proceso que fabrica un chip que se insertará en una tarjeta de telefonía. Se tienen 25 muestras, cada una formada por 50 chips. El número de chips defectuosos en cada una de las muestras se muestra en la tabla. Elabore el gráfico de control por atributo p e interprete sus resultados.

Muestra	Tamaño de la muestra	# Articulos defectuosos
1	50	3
2	55	5
3	45	5
4	48	1
5	54	10
6	51	4
7	56	2
8	50	5
9	49	6
10	48	4
11	47	1
12	58	0
13	60	4
14	55	6
15	50	2
16	51	2
17	57	3
18	52	4
19	46	2
20	45	5
21	49	4
22	50	5
23	43	2
24	50	4
25	59	2

3. Una empresa alimentaria se dedica, en una de sus plantas, a la fabricación de paté de finas hierbas. El paté se vende en tarrinas de 200 g. El equipo de control de calidad decide comenzar un estudio para ver el estado de control del proceso. Para ello, se extraen cuatro tarrinas de la línea de producción en intervalos de 10 minutos registrando el peso. Los datos figuran a continuación: Elabore el gráfico de control por variable X-barra e interprete sus resultados.

Muestra	Tarrina 1 (g)	Tarrina 2 (g)	Tarrina 3 (g)	Tarrina 4 (g)
1	202	201	198	199
2	200	202	206	202
3	202	201	208	201
4	201	200	200	202
5	207	196	200	198
6	202	206	205	203
7	199	203	202	199
8	206	204	204	206
9	206	204	203	204
10	200	204	205	203
11	202	201	199	200
12	204	204	202	206
13	203	204	204	203
14	214	212	206	208
15	192	198	202	198
16	207	208	206	204
17	205	201	206	202
18	204	202	196	201
19	205	204	205	204
20	202	202	208	208
21	204	206	209	202
22	206	206	206	204
23	204	202	204	207
24	208	205	198	195
25	206	201	204	202

4. La compañía Maximax tiene la siguiente situación. Precio de venta: US $ 500 dólares por unidad, cantidad vendida: 2,500 unidades por año. Costos variables: US $ 425 dólares por unidad, costos fijos: US $ 80,000 dólares por año.
   a. ¿Cuál es la utilidad de la firma?
   b. Establezca el punto de equilibrio en cantidad y valor monetario.
   c. ¿Cuál es el monto anual de ventas para obtener el triple de utilidades que se obtiene al año?

5. Para diciembre, Industrias del Perú elabora los siguientes pedidos:

   La OP 105 por 45 mesas metálicas para jardín
   La OP 106 por 65 camas para hospital
   La OP 107 por 85 rejas para ventanas
   La OP 108 por 90 escritorios
   La OP 109 por 300 sillas
   La OP 110 por 70 muebles

   Con referencia a las OP tenemos la siguiente información:

   Las requisiciones de materiales entregados a producción durante el mes fueron los siguientes:

   0301 por valor de US$ 11,500 para la OP 105
   0302 por valor de US$ 17,800 para la OP 106
   0303 por valor de US$ 16,500 para la OP 107
   0304 por valor de US$ 25,250 para la OP 108
   0305 por valor de US$ 38,000 para la OP 109
   0306 por valor de US$ 15,800 para la OP 110
   0307 por valor de US$ 7,800 para la OP 105
   0308 por valor de US$ 22,350 para la OP 108
   0309 por valor de US$ 22,130 para la OP 109

   Devoluciones de producción al almacén:
   10 por valor de US$ 3,900 de la req. 307
   11 por valor de US$ 8,800 de la req. 308
   12 por valor de US$ 12,500 de la req. 309
   13 por valor de US$ 2,850 de la req. 303
   14 por valor de US$ 4,560 de la req. 304

La mano de obra directa, se distribuye así:

OP 105 US$ 2,000
OP 106 US$ 1,800
OP 107 US$ 1,580
OP 108 US$ 3,800
OP 109 US$ 3,750
OP 110 US$ 1,600

Agregar provisiones, beneficios sociales y aportes por 55%.

El CIF total es US $ 10,500 dólares distribuir o prorratear por cada OP.

Se requiere: Elaborar las respectivas hojas de costos para cada OP y calcular el costo unitario.

Glosario de la unidad IV

1. Administración total de la calidad (*total quality management*: TQM): Conjunto de características que posee un producto o servicio, así como su capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario (Cuatrecasas, 2010).
2. Calidad del diseño: Es el proceso entero de convertir la calidad demandada por el cliente en características imagen, por medio del razonamiento y la transferencia (Cuatrecasas, 2010).
3. Diagrama causa-efecto: Es una herramienta gráfica que se utiliza para mostrar todas las posibles causas principales de un problema y subcausas. También es utilizado para alcanzar determinado objetivo, para ayudar a identificar los aspectos necesarios para lograrlo (Bower, 2013).
4. Diagrama de flujo: Es una herramienta importante para analizar los procesos y sub procesos de la organización (Bower, 2013).
5. Diagrama de Pareto: También conocido como la curva de Pareto o también llamado análisis ABC o análisis de valor, sirve para mostrar que, en la mayoría de las situaciones, el 70 % de las consecuencias se debe a un 30 % de las causas (Bower, 2013).

6. Gráfico de control: Es una herramienta de análisis de datos, llevados a cuadros y gráficos de control. Para determinar si un proceso está estadísticamente bajo o fuera de control (Bower, 2013).
7. Histogramas: "Es una herramienta de análisis, calcula las frecuencias individuales y acumulativas de rangos de datos y de clases de datos (Bower, 2013).
8. Justo a tiempo (*just in time*: JIT): Es una estrategia implementada para eliminar la fuente del desperdicio de manufactura, debido a que el reducir el trabajo en proceso (WIP) el inventario y sus costos asociados las organizaciones incrementan su productividad y competitividad (Godínez y Hernández, 2014).
9. Kaizen: Es una filosofía de mejora continua en pasos incrementales. Cada proceso debe de ser evaluado y mejorado continuamente en términos de tiempo, recursos, calidad y otros aspectos relevantes (Godínez A. y Hernández, 2014).
10. *Lean manufacturing*: Es un modelo de gestión que se ajusta totalmente a los criterios de excelencia, que consiste en realizar aquello y solo aquello que es preciso para entregar al cliente, lo que este desea exactamente, en la cantidad que desea y justo cuando lo desea, a un precio competitivo (Cuatrecasas, 2010).
11. Mantenimiento productivo total (t*otal productive maintenance*: TPM): Busca la maximización de la efectividad del equipo a través de formación de pequeños equipos y actividades autónomas al involucrar a todos en todos los departamentos y de todos los niveles (Godínez y Hernández, 2014).

Referencias

Acevedo L. (29 de agosto de 2010). Material Requirement Planning y Material Requirement Planning II. Distribución física internacional. http://distribucionsantoto.blogspot.pe/

Armenta, C. (2016). Satisfacción en el trabajo. Boletín Científico de la Escuela Superior de Atotonilco de Tula, 3(6). https://doi.org/10.29057/esat.v3i6.392

Álvarez, G. (18 de julio de 2012). Diseño del trabajo en las organizaciones para mejorar su Gestión del Talento Humano. Gestiopolis. https://cutt.ly/Slw6T8h

Asociación Española para la Calidad. (s.f). Calidad Total. AEC. Recuperado el 11 de enero de 2022. https://cutt.ly/LOPZaX4

Beltrán, J., Carmona, M., Carrasco, R., Rivas, M. y Tejedor, M. (2009). Guía para una gestión basada en procesos. Instituto Andaluz de Tecnología. https://cutt.ly/glwOzpy

Canul, M., Fernández, B. y González, M. (12 de julio de 2013). Factores motivacionales e higiénicos de Herzberg en las empresas. Gestiopolis. https://cutt.ly/Ulw68g8

Cuatrecasas L. (2010). Gestión integral de la calidad: Implementación, Control y Certificación. Profit Editorial Inmobiliaria.

Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, F. (2002). Administración de producción y operaciones. Mc Graw Hill.

Chase, F. y Chase R. (2018). Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. (15.ª ed.). MC Graw Hill.

D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas. Pearson.

Diaz, J. (06 de agosto de 2010) Calidad total. Emprendices. https://cutt.ly/wOPZd78

Equipo Mabrieno: aprendizaje colaborativo (03 de junio de 2015). ¿Para qué medir los procesos de una organización?: Mabrieno. https://cutt.ly/mlwO4mC

Fernández I., Gonzáles P. y Puente J. (1996). Diseño y medición de trabajos. Universidad de Oviedo. https://cutt.ly/wleeYca

Gonzalez, H. (11 de noviembre del 2013). Nueva ISO 9001 versión 2015. Calidad Gestión. https://cutt.ly/tlwHY7e

Hammer M. y Champy J. (1993). Reingeniería. Norma.

Ingeniería Industrial Online. Gestión y control de calidad. Disponible en: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/

Meigs, R., Williams, J., Haka, S. y Bettner, M. (2012). Contabilidad: la base para la toma de decisiones comerciales (11.a ed.). McGraw Hill.

Paredes, E. (24 de noviembre de 2010). Plan de operaciones. Gestionando-empresas. https://cutt.ly/NOPDP24

Payseo F. (s.f.). Lean manufacturing.Docplayer http://docplayer.es/18203086-Capitulo-4-lean-manufacturing.html

Porter M. (1990). Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior. Editorial Macmillan.

Prokopenko J. (1987). La gestión de la productividad. Organización internacional del trabajo

UPV. Sistemas de Planificación y Control de Operaciones. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=WH8sDgiJTTE

Salazar B. (18 de junio de 2019). Ingeniería de métodos: ¿qué es el estudio de métodos?. Ingeniería Industrial. https://cutt.ly/slergMV

Staff Estr@tegia Magazine. (16 de diciembre de 2019). Cadena de valor. Estr@tegia Magazine.1(19), 1-3. https://cutt.ly/XIw3TnY

Urbina, J. (25 de abril de 2015). Planificación y Control de la Producción. [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ufqmmdXEgaA.

Vilcarromero, R. (2013). La gestión de la producción. Editorial Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. https://cutt.ly/9let7ux

Yepes, V. (7 de julio de 2013). Medición del trabajo. [Video]. Universitat Politécnica de Valencia. https://riunet.upv.es/handle/10251/30560

White S. K. (04 de enero de 2017). Cómo volverse creativo con su estrategia de transformación digital. CIO Perú. https://cutt.ly/zltvFvK