

DOCUMENTO DE CONTENIDOS OI&SISPRO

CAPÍTULO 1: CONCEPTO DE SISTEMA

MODULO 1.1: CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

1.1.1 Definición de Pensamiento Sistémico

El pensamiento sistémico es la comprensión de un fenómeno en el contexto de un todo superior. Comprender las cosas sistémicamente significa literalmente colocarlas en un contexto y establecer la naturaleza de sus relaciones (Capra, 1996).

1.1.2 Definición de Sistema

Un sistema es una entidad cuya existencia y funciones se mantienen como un todo por la interacción de sus partes.

1.1.3 Sistema y Pensamiento Sistémico

De esta manera, el pensamiento sistémico contempla el todo y las partes, así como las conexiones entre las partes, y estudia el todo para poder comprender las partes.

Hace apología a la frase “la suma de las partes no constituye el todo”

En consiguiente, se debe tener muy claro la diferencia entre lo que es un sistema y un montón

Sistema	Montón
Partes interconectadas que funcionan como un todo.	Serie de partes.
Cambia si se quitan o añaden piezas.	Sus propiedades esenciales no se alteran al quitar o añadir piezas.
La disposición de los elementos es fundamental.	La disposición de las piezas no es importante.
Las partes están conectadas y funcionan todas juntas.	Las partes no están conectadas y funcionan por separado.

Su comportamiento depende de la estructura global. Al cambiar la estructura cambia el comportamiento.	Su comportamiento depende de su tamaño o número de piezas (si se puede decir que tiene comportamiento)
---	--

Como se observa, un sistema debe ser comprendido de una forma global, teniendo en cuenta las interacciones que existen entre sus partes, de esta forma, una serie de partes que no están conectadas no es un sistema, es sencillamente un montón.

Según la visión sistémica, las propiedades esenciales de un organismo son propiedades del todo, que ninguna de las partes posee, emergen de las relaciones y las interacciones entre las partes. Estas propiedades sistémicas, quedan destruidas cuando el sistema se disecciona en elementos aislados.

1.1.4 Conceptos Básicos Utilizados en el Pensamiento Sistémico

Ambiente: Es el área de condiciones y sucesos que influyen en el comportamiento del sistema.

Atributo: Características y propiedades estructurales y/o funcionales que caracterizan las partes o componentes del sistema.

Cibernética: Campo interdisciplinario que busca abarcar los procesos de control y retroalimentación en las máquinas y los seres vivos.

Circularidad: Concepto que se refiere a los procesos de auto causación.

Complejidad: Se asocia a la cantidad de elementos del sistema (complejidad cuantitativa), a sus potenciales interacciones (conectividad) y al número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad).

Conglomerado: Es una totalidad desprovista de sinergia. La suma de las partes es igual al todo. Se considerará conglomerado si las posibles relaciones entre los objetos que lo forman no afectan a los otros.

Elemento: partes o componentes que constituyen el sistema. Pueden ser objetos o procesos.

Energía: la cantidad de energía de un sistema es igual a la cantidad de energía importada menos la cantidad de energía exportada.

Entropía: Los sistemas cerrados están irremediabilmente condenados a la desorganización. Es la propiedad de degeneración de un sistema o la

tendencia a la deformación funcional por el transcurso del tiempo y por el desgaste de la reiteración de los procesos. Los sistemas altamente entrópicos deben tener rigurosos sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente.

Equifinalidad: A partir de distintas condiciones iniciales se llega a un mismo fin.

Equilibrio: mantener el equilibrio implica necesariamente la importación de recursos del ambiente.

Emergencia: Indica la posesión de cualidades y atributos que no se sustentan en los elementos aislados que lo componen.

Estructura: Se refiere a las interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes del sistema.

Frontera: Se utiliza para delimitar el sistema y poder identificar lo que pertenece y no pertenece a él.

Función: Es la salida del sistema que está dirigida a la mantención del sistema mayor en el que se encuentra.

Homeostasis: Se busca mantener el estado original. La homeostasis se opone al cambio. Es la propiedad de los sistemas que define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto

Información: Es la más importante corriente neguentrópica de los sistemas

Input/output: Corrientes de entrada y salida del sistema.

Organización: Patrón de relaciones que definen los estados posibles de un sistema.

Modelo: Representación del sistema para efectos de su estudio.

Organización: Patrón de relaciones que definen los estados posibles de un sistema.

Modelo: Representación del sistema para efectos de su estudio.

Retroalimentación: Los sistemas recogen información del medio respecto a sus decisiones para actuar sobre las decisiones futuras. (Negativa – procesos de autorregulación o homeostáticos y Positiva – autorreforzamiento de las variaciones.)

Resiliencia: Capacidad para resistir cambios producidos por el entorno.

Sinergia: Los objetos presentan una característica de sinergia cuando la suma de sus partes es menor o diferente del todo. Un objeto posee sinergia cuando el examen de una o alguna de sus partes en forma aislada, no puede explicar o predecir la conducta del todo.

Subsistema: Conjuntos de elementos y relaciones que responden a estructuras y funciones especializadas dentro de un sistema mayor.

Variabilidad: Indica el máximo de relaciones (hipotéticamente) posibles

Variedad: Comprende el número de elementos discretos en un sistema.

Algunas conclusiones...

- ✓ Existen fenómenos que sólo pueden ser explicados tomando en cuenta el todo que los comprende y del que forman parte a través de su interacción
- ✓ El enfoque de sistemas pretende integrar las partes hasta alcanzar una totalidad lógica o de una independencia o autonomía relativa con respecto a la totalidad mayor de la cual también forma parte
- ✓ Una de las principales propiedades de los sistemas es la sinergia, es decir, cuando la suma de las partes es diferente del todo
- ✓ Los sistemas tienen propiedades emergentes que no se encuentran en las partes que lo componen. No se pueden predecir las propiedades de un sistema entero dividiéndolo y analizando sus partes
- ✓ Un sistema cambia si se quitan o añaden piezas. Si se divide un sistema en dos, no se consiguen dos sistemas más pequeños, sino un sistema defectuoso que probablemente no funcionará.

MÓDULO 1.2: LA EMPRESA COMO SISTEMA

Hoy día, es comúnmente aceptado reconocer las empresas como grandes sistemas, que contiene distintos tipos de interacciones y relaciones entre los elementos que las componen. Estas empresas, a su vez, están compuestas por subsistemas (mercadeo, finanzas, operaciones, etc.) que son considerados partes integradoras e interconectadas en el mismo sistema (empresa)

1.2.1 Jerarquía de los Sistemas

Así como podemos hablar de subsistemas, sistemas y suprasistemas, se puede pensar en una clasificación de los sistemas, de acuerdo a su nivel

de organización y la complejidad que de ello se deriva, con el fin de contextualizar y ubicar la organización dentro de dicha clasificación.

Se pasa entonces, de niveles de organización relativamente simples y sencillos a niveles mucho más complejos. Para lo anterior, se ha planteado una escala jerárquica para clasificar estos niveles de organización. (Boulding)

Jerarquía de los Sistemas		
COMPLEJIDAD + ↑ ↓ -	1	Estructuras estáticas Sistemas estáticos con propiedades estructurales. Mapa, organigrama, cristal de roca. La descripción cuidadosa de estos marcos de referencia es el comienzo del conocimiento teórico organizado en todos los campos.
	2	Sistemas dinámicos simples Máquinas simples que responden al modelo de la física Newtoniana. Gran parte de la estructura teórica de la física, la química y aún la economía caen en esta escala.
	3	Sistemas cibernéticos o mecanismos de control Los sistemas son capaces de procesar información al punto que les permite autorregularse.
	4	Sistemas abiertos (células) Estructuras con capacidad de auto perpetuarse. En este nivel, la vida comienza a diferenciarse de las materias inertes. En estos sistemas existe la capacidad de auto reproducción gracias a la generación de un código genético
	5	Sistema genético social (organismos inferiores) Se puede distinguir entre la reproducción del propio sistema y el individuo funcional. En este nivel no existen órganos de los sentidos altamente especializados y los receptores de información son difusos.
	6	Sistemas animales En estos hay mayor capacidad de procesar la información del exterior. Incremento en la movilidad, conducta con propósito y en la conciencia. Pero no se puede afirmar que haya auto conciencia
	7	Sistema humano Incluye las capacidades de autoconciencia, autosensibilidad, y el simbolismo como medio de comunicación. También puede elaborar imágenes de tiempo y relación.
	8	Organizaciones sociales Un conjunto de roles interconectados por canales de comunicación. Conjunto de individuos con capacidad de crear un sentido social de organización, compartir cultura, historia y futuro, de disponer de sistema de valores, elaborar sistemas de significados y más.
	9	Sistemas trascendentales La esencia, lo final, lo absoluto y lo inescapable. Sistemas hoy no descubiertos o no existentes, que podrían ser reales en el futuro.

Jerarquía de complejidad de K. Boulding (1956)

1.2.2 Características de las Organizaciones

Las organizaciones de hoy en día, presentan problemas relacionados con una alta complejidad organizacional, donde se da, una gran variedad de interacciones entre muchas variables, lo que hace que los enfoques comúnmente utilizados no sean suficientes para resolverlos. Lo anterior es debido a que las empresas tienen características como:

- ✓ Contiene elementos interconectados entre sí por relaciones causales, frecuentemente fuertes y no lineales, muchas de las cuales se cierran formando bucles de realimentación.
- ✓ Existen retrasos e inercia en los flujos de materia e información.
- ✓ Los objetivos empresariales son múltiples y, frecuentemente, en conflicto.
- ✓ Se da una constante interacción con un entorno cambiante, lo cual exige una adaptación continua.
- ✓ El comportamiento de la empresa es provocado por la estructura interna (formada por los bucles realimentados) y por la interacción con el entorno.
- ✓ Existe una diferenciación de funciones entre los componentes.

Estas características hacen que un enfoque analítico no sea suficiente para resolver los problemas que se puedan presentar, ya que este enfoque supone:

- ✓ Descomponer en partes elementales. Implica la no consideración de muchas interacciones y la pérdida de percepción del conjunto, las cuales son aspectos básicos para comprender el comportamiento empresarial.
- ✓ Trabajar frecuentemente con hipótesis de relaciones causa-efecto unidireccional y lineal, lo que implica, perder de vista los bucles de realimentación.
- ✓ Suponer que la suma de los comportamientos de las partes estudiadas, indicara el comportamiento del conjunto, lo cual es erróneo ya que no se toma en cuenta la sinergia de las interacciones.
- ✓ Prever el futuro a partir de estadísticas de los comportamientos pasados, lo que hace que por una parte sea dudoso, en el contexto de cambio, y por otra, implica decidir en base a los efectos y no a las causas.
- ✓ Por último y muy importante, considerar el sistema empresa como cerrado, lo cual es falso ya que se está en presencia de un entorno influyente y cambiante.

Como se observa, las organizaciones poseen características relevantes que hacen necesario verlas con un enfoque sistémico, ya que es indispensable conocer las interacciones entre las partes que la componen y las que la afectan de manera directa o indirectamente.

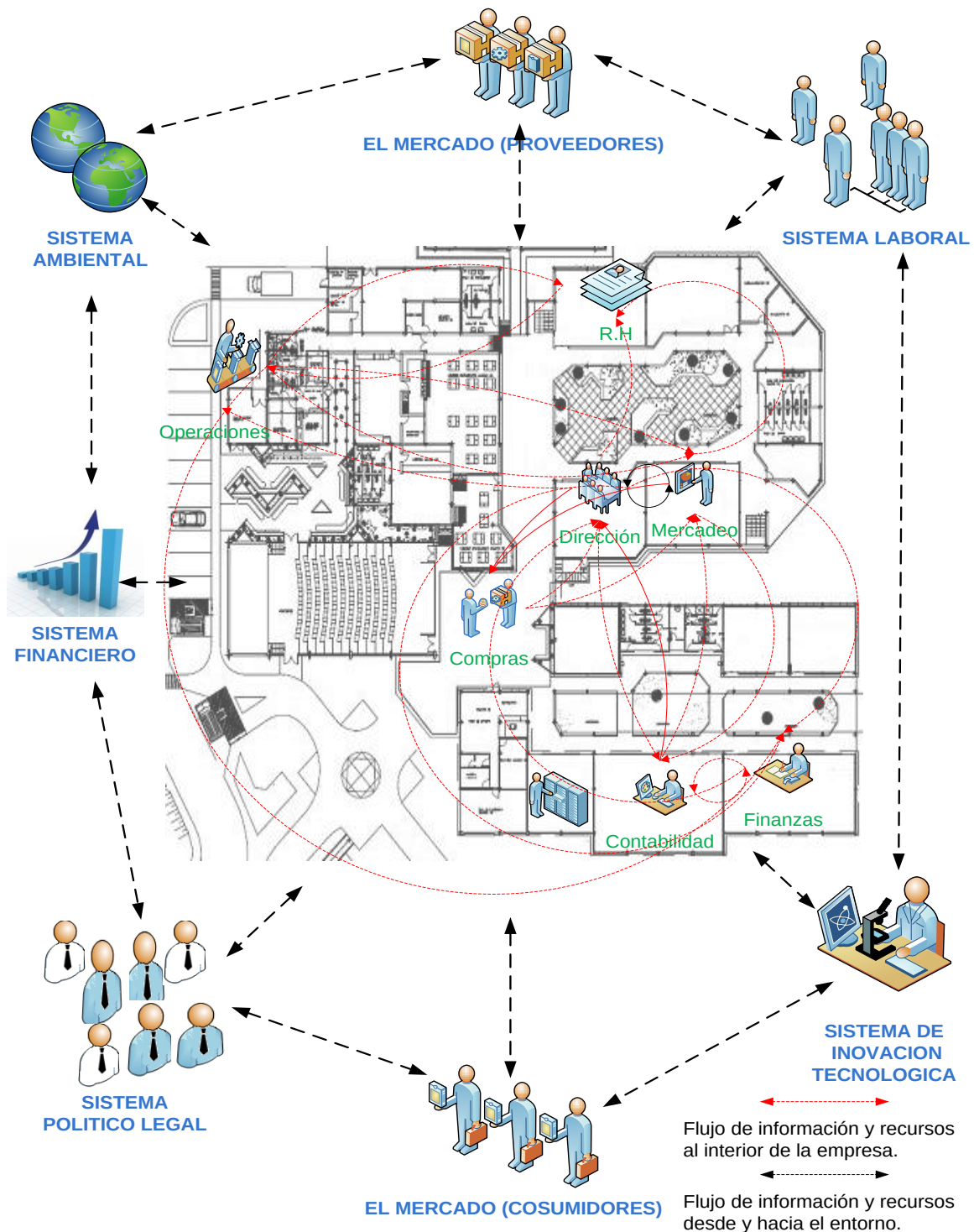
1.2.3 La empresa como Sistema Abierto

En el enfoque sistémico, se considera la empresa como un sistema abierto y complejo, donde los distintos subsistemas y elementos están convenientemente interrelacionados y organizados, conformando un todo unitario, el cual desarrolla una serie de funciones que pretenden la consecución de los objetivos globales de la empresa. Lo anterior se lleva a cabo en una permanente interacción con el entorno, con el cual intercambia materia, energía e información.

De otro lado, se hace importante resaltar, que a pesar de su continuo intercambio con el medio, las organizaciones conservan su propia identidad, aunque para ello necesiten adaptarse a las variaciones del medio ambiente. Lo anterior es conocido como ultra estabilidad, que presupone la existencia de aptitudes para aprender y para renovar, de aptitud para la innovación.

Para efectos didácticos, se muestra a continuación un grafico alusivo al sistema empresa, mostrando sus interrelaciones internas y las que tiene con su entorno:

EL SISTEMA EMPRESA Y SU ENTORNO



Como se observa en la grafica, una organización contiene múltiples interrelaciones entre sus componentes internos y externos, los cuales en

sí mismos son subsistemas. Por otro lado se nota que dichos subsistemas internos están conformados por las áreas de la organización (Operaciones, dirección, finanzas, contabilidad, compras, mercadeo, recursos humanos, etc.) y que se encuentran relacionados entre sí (Línea roja), además se infiere que estos subsistemas particularmente tienen unos objetivos parciales, pero que en conjunto deberán perseguir el objetivo global de la empresa.

También se observa la relación con el entorno de la empresa (Línea negra), vemos que esta se encuentra influenciada por múltiples factores (ambiente, sistema político, sistema tecnológico, sistema laboral, sistema financiero, el mercado, entre otros.) los cuales afectan de una u otra forma a medida que se presentan cambios en ellos.

Por último, y para introducir al tema siguiente, si se observa con detalle la grafica, se pueden diferenciar que en el intercambio de flujos entre los subsistemas, se nota que estos en ocasiones forman una especie de bucles, los cuales son tema importante en el enfoque sistémico y serán abordados en el tema próximo.

1.2.4 Pensamiento en Círculos: Bucles de Realimentación

Como ya se ha mencionado, los sistemas están interconectados, por tanto, cuando interferimos en una de sus partes, las consecuencias se reflejan en todo el sistema, regresando así al lugar donde se originó. Lo anterior se denomina bucle de realimentación, que no es más que una cadena cerrada de acciones entre los elementos de un sistema. Dichos bucles son fundamentales en un sistema, ya que si no existe realimentación, no se puede considerar como sistema.

Para entender detalladamente los bucles de realimentación, es necesario comprender la representación de las relaciones de los elementos de un sistema, de esta manera:

La relación entre un elemento A y otro B del sistema se representará mediante una flecha:

A  **B** , leyéndose "A influencia a B".

Sobre la flecha se indicará mediante el signo + o - el tipo de relación.

Siendo positiva cuando las variaciones de A y B son del mismo sentido



Y siendo negativa en caso de variación de sentido contrario



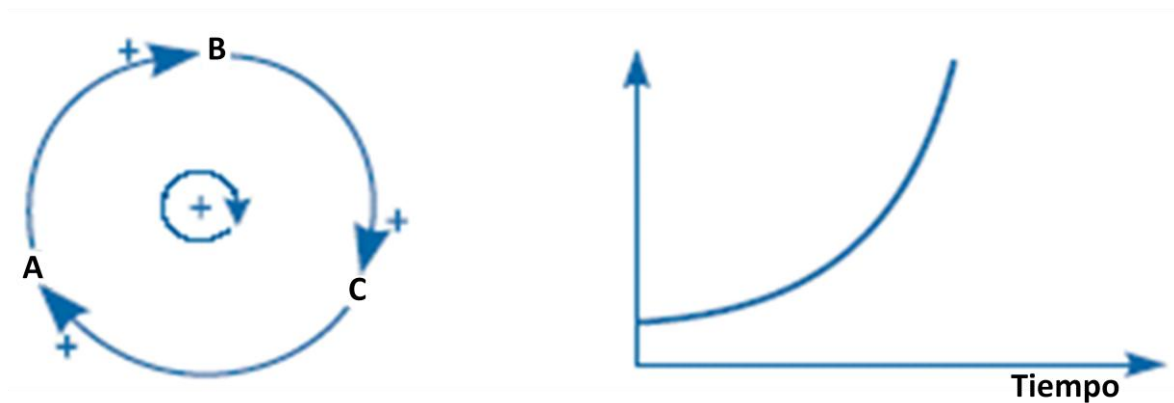
Entendido lo anterior, los bucles de realimentación se dividen en dos grupos:

✓ **Bucles de realimentación de refuerzo (Realimentación Positiva)**

En estos bucles, los cambios en el sistema se amplifican, es decir, ingresan nuevamente al sistema, llevándolo en la misma dirección. Sin embargo, la realimentación de refuerzo no siempre conduce a un crecimiento exponencial ya que existen factores limitantes que no lo permiten, estos son llamados límites del crecimiento.

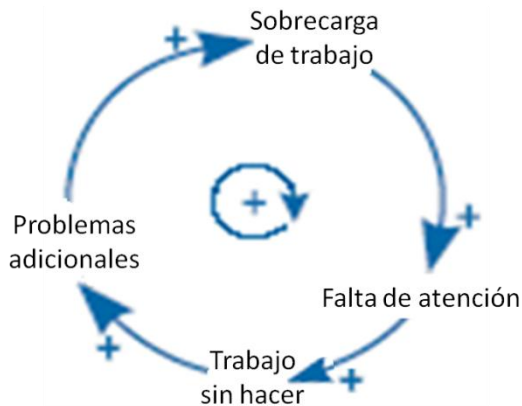
Por otro lado, la realimentación de refuerzo puede conducirnos, tanto a una serie de acontecimientos positivos, como a un círculo vicioso, dependiendo de la dirección original del cambio.

Gráficamente, un bucle de realimentación de refuerzo se ilustra así:



Comportamiento de un bucle de realimentación de refuerzo

- Ejemplos – Realimentación de Refuerzo.



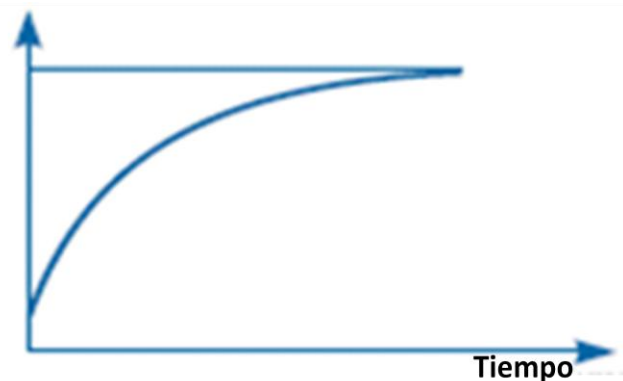
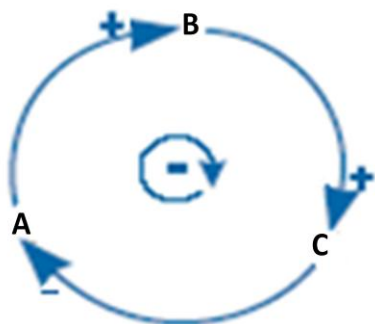
La presión del tiempo vista como un bucle de realimentación de refuerzo



El aprendizaje visto como un bucle de realimentación de refuerzo

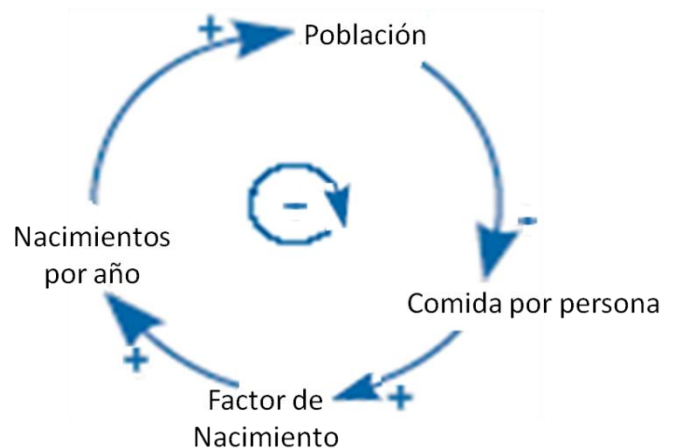
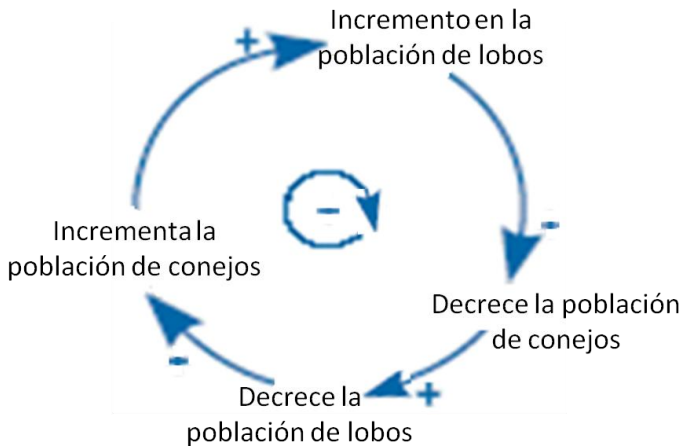
✓ Bucles de realimentación de compensación (Realimentación Negativa)

En estos bucles, los cambios en el sistema, se oponen a éste, es decir, ingresan nuevamente a él, con el fin de llevarlo al estado original. De esta manera un bucle de realimentación de compensación en un sistema no es en sí mismo bueno ni malo, simplemente indica que el sistema se resiste al cambio.



Comportamiento de un bucle de realimentación de Compensación

- Ejemplos – Realimentación de Compensación.

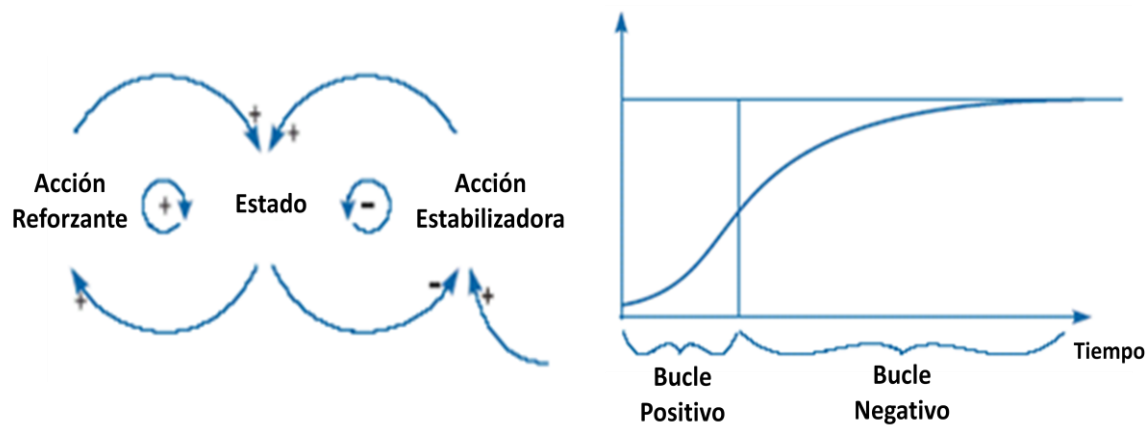


Modelo depredador presa visto como un bucle de realimentación de compensación

Natalidad de población con influencia de comida

Los bucles de realimentación de refuerzo y compensación constituyen los ejemplos más simples de la estructura de un sistema capaces de generar comportamiento de forma autónoma. Sin embargo, en los sistemas con los que habitualmente nos encontramos, no es frecuente que admitan una descripción en la que aparezca exclusivamente una de esas dos estructuras.

Lo habitual es que nos encontremos con sistemas complejos en los que coexistan múltiples bucles de realimentación, tanto positivos como negativos. En tal caso el comportamiento resultante dependerá de cuáles de los bucles sean dominantes en cada momento.



Comportamiento combinando de dos bucles de realimentación (positivo inicialmente y negativo posteriormente)

A manera de Conclusión

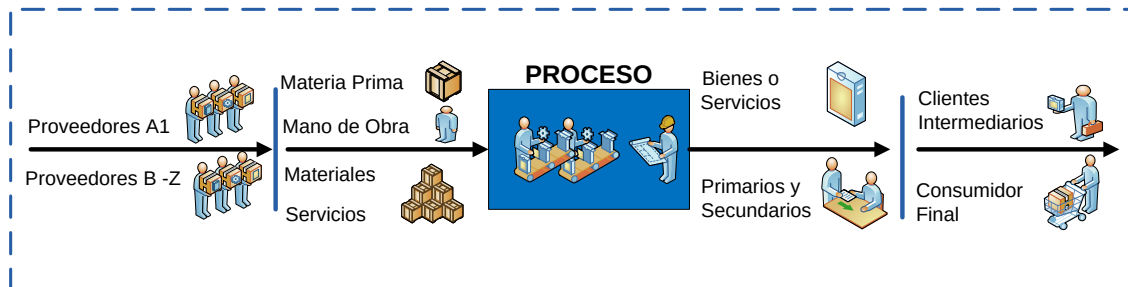
- ✓ Se puede conceptualizar la organización, como un sistema de partes interdependientes que posee un objetivo o fin como conjunto, pero a la vez permite la interrelación de las partes que a su vez poseen objetivos interdependientes.
- ✓ Las organizaciones poseen características que hacen necesario verlas desde un enfoque sistémico para abordar los problemas que se presenten en ellas.
- ✓ Queda claro que la empresa es un sistema abierto, la cual importa información, materia, dinero, necesidades del cliente, etc. y exporta bienes, servicios e ideas. Además que está integrada de subsistemas que interactúan entre sí y con el entorno.
- ✓ Es importante entender, que el comportamiento global de un sistema no es determinado por las simples relaciones de causa-efecto, sino por la presencia de los bucles de realimentación.
- ✓ Los directivos de área de las organizaciones, no deben olvidar que el comportamiento global de la empresa es parte fundamental para el buen funcionamiento de esta, y que sus objetivos parciales no deben entrar en conflicto entre sí, generando un deterioro de los objetivos globales de la organización.

MODULO 1.3: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

1.3.1 Definición de Sistema de Producción

En su forma más elemental siempre ha sido definido como una serie de actividades que toman insumos y los transforman en productos con un valor inherente.

Pero una definición más elaborada mostraría al sistema de producción o de manufactura como un conjunto de procesos integrados, orientados al logro de la calidad, basados en la optimización del uso de recursos, y en los cuales las decisiones sobre productos, procesos, organización e información interactúan y afectan el desempeño global de la empresa.



Sistema Empresarial

1.3.2 Lo Sistémico y las Operaciones

A continuación se presentara aspectos relacionados con el sistema de producción, vistos desde el punto de vista sistémico...

- ✓ Entorno: El genérico que coincide con el entorno de la empresa (tecnológico, político, legal, demográfico, económico, sociocultural) y el específico que incluye a todos los subsistemas que hacen parte de la organización.
- ✓ Límite o frontera: *El límite físico* que hace referencia al espacio donde están ubicadas las máquinas, materiales, trabajadores y demás factores necesarios para la transformación, y *El límite decisorio* que está relacionado con la responsabilidad que asumen los directivos y los trabajadores en relación con las decisiones que se toman en la función de producción. Ambos límites son muy difusos en la actualidad.

- ✓ Transformación o procesamiento: Las actividades que se llevan a cabo durante el proceso de transformación son complementarias o interdependientes respecto a la salida deseada, a la vez que tienen una duración relativa y están limitadas en el espacio y en el tiempo.
- ✓ Entropía: En un sistema productivo, se toman del entorno recursos que permiten reducir el proceso entrópico, tales como materiales, capital, información, entre otros. El sistema se reactiva mediante el retorno de los productos obtenidos al entorno.
- ✓ Equilibrio dinámico u Homeostasis: Como ejemplo de esta homeostasis en el sistema de producción, se tiene el constante ajuste que se debe hacer de la capacidad de proceso (equilibrio dinámico) para atender el aumento de la demanda de sus productos.
- ✓ Equifinalidad: El principio general característico de este tipo de sistemas como el de producción es que no tiene que existir un único procedimiento para conseguir los objetivos. De esta forma, un producto de elevada calidad se puede lograr invirtiendo en formación y capacitando a los trabajadores o invirtiendo en maquinaria.
- ✓ Jerarquía: El sistema productivo junto con las demás áreas funcionales, componen los diferentes subsistemas del sistema empresa, y de esta forma mantienen relaciones de interdependencia entre todas y con el supra sistema mismo.

1.3.3 La Gerencia de Operaciones

La gerencia de operaciones, también conocida como gestión-administración-dirección de producción o de operaciones, se define como el diseño, la operación y la mejora de los sistemas que crean y entregan los principales productos y servicios de la empresa, siendo esta un campo funcional en los negocios, con una clara responsabilidad de línea en la administración.

Por otro lado, se habla de la llamada *problemática de las operaciones*, la cual hace alusión a que anteriormente, los gerentes de las organizaciones no realizaban esfuerzos sobre la dirección de operaciones, es decir, se tomaba como un área únicamente técnica y que no merecía tomar decisiones estratégicas en ella, por ende la mayoría de los esfuerzos estratégicos iban direccionados al área comercial de la empresa, lo que traería consigo complicaciones y desventajas.

Hoy día, se reconoce que las decisiones estratégicas que influyen en las operaciones, constituyen gran parte de la visión estratégica de la empresa, utilizando está como arma competitiva en el mercado, de esta manera actuando en esta área, es decir, dándole una dimensión estratégica, marcando claramente prioridades competitivas, buscando y eliminando causas de los problemas, incorporando nuevas tecnologías en los procesos y métodos de gestión, trabajando con un enfoque integrado, prestando especial atención al factor humano, manteniendo un proceso de mejora continua, entre otras acciones. Se podrá conseguir resultados favorables que brinden grandes ventajas competitivas en el mercado.

Desde este punto de vista, se han creado nuevos desafíos en el campo de las operaciones, entre otros están cambios como:



Cambios en las Operaciones

Mencionado lo anterior, la función de la gerencia de operaciones debe ser la transformación o modificación de materiales, insumos o información, a través de la incorporación de trabajo que produzca y entregue **valor**, es decir, genere transformaciones importantes y apreciables para el cliente.

Todas estas variables influenciadas por la gerencia de operaciones en la organización, traen consigo efectos sobre el valor de la empresa, en factores como: ingresos, costos, depreciaciones, gastos administrativos, inventarios, capital de trabajo, activos fijos, entre otros.

De esta manera, queda clara la importancia de las decisiones de la gerencia de operaciones para el beneficio de una organización.

Por último y a manera de ejemplo, se presentara a continuación la función de la gerencia de operaciones en algunos sistemas:

Sistema	Entradas principales	Recursos	Principales Funciones de Transformación	Principal Producción Deseada
Hospital	Pacientes	Doctores, enfermeras, suministros médicos, equipos	Cuidado de la salud (fisiológico)	Individuos sanos
Restaurantes	Clientes con hambre	Comida, chef o cocinero, meseros, ambiente	Comida bien preparada y bien servida; ambiente agradable	Clientes satisfechos
Planta ensambladura de autos	Láminas de acero, Partes de motor	Herramientas, equipo, trabajadores	Manufactura y ensamble de automóviles	Automóviles con alta calidad
Colegio o Universidad	Graduados de nivel secundario	Maestros, libros, salones de clase	Conocimientos y habilidades (información)	Individuos Educados
Tienda de departamentos	Compradores	Aparadores, mercancías, vendedores	Compradores atraídos, productos, pedidos, intercambios.	Ventas y clientes satisfechos
Centro de Distribución	Claves de productos	Anaqueles y montacargas	Almacenamiento y redistribución	Entrega rápida, disponibilidad de los diferentes productos
Aerolínea	Viajeros	Aviones, pilotos, programación	Transportar a destinos	Llegar al destino, a tiempo y demanda segura

1.3.4 Ambientes de Manufactura

✓ Make To Stock – MTS :

Es un ambiente en el que la empresa manufactura de forma continua, artículos para los cuales no hay aún una demanda explícita por parte de algún cliente.

Como su nombre lo indica "Hecho para almacenar", los productos manufacturados bajo este esquema se caracterizan porque no se necesita una orden especial para fabricarse, y se producen en forma "bruta".

La planeación de la producción MTS se basa en pronósticos de demanda, es decir, con base en el comportamiento histórico, se pronostica cual será la demanda de los siguientes periodos.

La "Acertividad" del pronóstico de ventas adquiere una vital importancia, pues cuanto mayor sea ésta, mayor será la probabilidad de satisfacer adecuadamente la demanda real, sin incurrir en faltantes ni en capital de trabajo ocioso por inventarios excesivos.

✓ Make To Order – MTO:

MTO representa un escenario de una empresa de manufactura que produce determinado artículo sólo bajo pedido.

El artículo es total o parcialmente producido por la empresa (no sólo ensamblado). El diseño ya está hecho, y no se trata de una solución particular a un problema del cliente.

✓ Assembly To Order – ATO:

Los productos que caen en esta categoría se caracterizan por estar previamente diseñados, y sus partes constitutivas construidas, pero no ensambladas (al menos no todas). Sólo es hasta que el cliente define las últimas características del producto, que el ensamble se lleva a cabo.

✓ Engineering To Order – ETO:

El supuesto básico en ETO es que el proceso es único e irrepetible, en el que el cliente define prácticamente todas las características del producto (incluido su diseño más básico).

Los proyectos no pueden ser "pre-iniciados", sino que tienen que esperar todas las instrucciones del cliente para ser producidos

1.3.5 Configuraciones Productivas

Existen múltiples clasificaciones de las configuraciones productivas, en este apartado serán clasificadas en función de la continuidad en la obtención del producto en:

- ✓ Configuración por Proyectos.
- ✓ Configuración por lotes.
 - Configuración Job-Shop

- Configuración a medida o de talleres
- Configuración en Batch
- Configuración en Línea
- ✓ Configuración Continua

✓ **Configuración por Proyectos**

Esta configuración es empleada para la elaboración de productos o servicios “únicos” y de cierta complejidad (por ejemplo: petroleros, aviones, autopistas, líneas férreas, edificios, etc.) que se obtiene a partir de la coordinación en el uso de unos inputs que suelen ser de gran tamaño. Esta característica, unida a la especificidad de inputs y outputs, hace que, normalmente los primeros sean trasladados al lugar en que se elabora el producto o se genera el servicio.

En esta configuración cada vez que se produce un bien o servicio, las actividades a desarrollar para su consecución pueden variar. Además, dichas actividades son controladas conjuntamente por un equipo de coordinación el cual atiende aspectos como: duración del proyecto, precedencia de las tareas, costo de las duraciones parciales y de los retrasos, asignación y reasignación de recurso, etc.

De esta manera, al enfrentarse a una configuración de este tipo, el responsable de las operaciones estará a cargo de un gran numero de actividades y recursos interconectados, que deben ser coordinados de manera eficiente, de forma que satisfagan las necesidades del cliente.

A manera de ejemplo ver el documental sobre la fabricación del avión AIRBUS 380, claro ejemplo de la configuración por proyectos.

FABRICACION DEL AIRBUS 380 (Configuración por proyectos)	
Episodio 1	
Parte 1	http://www.youtube.com/watch?v=cFZe9IYzVaA
Parte 2	http://www.youtube.com/watch?v=0oTTq0hMW0Y
Parte 3	http://www.youtube.com/watch?v=lOxeBpTxEww

Parte 4	http://www.youtube.com/watch?v=lH5vQMRfUcs
Parte 5	http://www.youtube.com/watch?v=AUJZqTcNUEA
Episodio 2	
Parte 1	http://www.youtube.com/watch?v=yMDOIndHvuk
Parte 2	http://www.youtube.com/watch?v=qqMjE9_q7Bk
Parte 3	http://www.youtube.com/watch?v=DPy4hFFVV4s
Parte 4	http://www.youtube.com/watch?v=qUjfHrDXmRE
Parte 5	http://www.youtube.com/watch?v=yWJyn7q9boQ
Episodio 3	
Parte 1	http://www.youtube.com/watch?v=hQcn2UfTKZo
Parte 2	http://www.youtube.com/watch?v=xBuZD-h0wB4
Parte 3	http://www.youtube.com/watch?v=SmuM7b8PLg4
Parte 4	http://www.youtube.com/watch?v=OFsZpq3jyPc
Parte 5	http://www.youtube.com/watch?v=_74H1BRNhJs

✓ **Configuración por lotes**

Esta configuración es distinguida porque utiliza las mismas instalaciones para la fabricación de distintos productos, de forma que una vez obtenida la cantidad deseada para uno de ellos, se procede a ajustar las instalaciones y a procesar otro lote de otro producto.

Por otro lado, dependiendo del tamaño de los lotes, de la variedad y homogeneidad de los productos fabricados y de las características de los procesos seguidos, se pueden distinguir dos tipos de configuraciones enmarcadas en la configuración por lotes:

- Configuración Job-Shop

En este tipo de configuración se producen lotes más o menos pequeños de una amplia variedad de productos de poca o nula estandarización (son «a medida» o con muchas opciones personalizadas), empleándose equipos de

escasa especialización, los cuales suelen agruparse en Talleres o Centros de Trabajo (CT) a partir de la función que desarrollan; estos equipos suelen ser versátiles y permiten ejecutar operaciones diversas, por lo que puede alcanzarse una amplia variedad de outputs. Los costes variables son, en general, relativamente altos debido a la baja o muy baja automatización pero, como contrapartida, la inversión inicial no es alta, lo que genera un bajo coste fijo.

Dentro de este tipo de configuración se puede identificar dos tipos de situaciones:

- Configuración a medida o de talleres. En este caso el proceso de obtención del producto requiere un pequeño número de operaciones poco especializadas, las cuales son realizadas por el mismo trabajador o por un grupo de ellos, que se hacen cargo de todo el proceso de obtención de un pedido concreto empleando los diferentes CT para el desarrollo de las distintas operaciones; el lote suele ser de pocas unidades de un producto, normalmente diseñado a medida de las exigencias del cliente, por lo que la variedad es prácticamente infinita, está limitada sólo por la imaginación del cliente y las posibilidades técnicas de la empresa.

De esta manera se concluye que los procesos en este tipo de configuración son muy flexibles debido a la poca o nula automatización de los mismos y a su baja homogeneidad.

Ejemplo: Empresa fabricante de muebles a medida, en la que un grupo de operarios se podría hacer cargo de la fabricación de un armario, comenzando con el cortado de la madera y terminando con el montaje y lacado.

- Configuración en batch. En este caso el proceso de obtención requiere más operaciones y éstas son más especializadas, con lo que difícilmente un mismo operario podría dominarlas todas con una eficiencia aceptable. Los CT han de contener maquinaria algo más sofisticada y enfocada a ciertos tipos de operaciones, por lo que se requiere una mayor inversión en capital, aunque la automatización de los procesos sigue siendo baja y se mantiene una buena flexibilidad. Cada trabajador domina el funcionamiento de uno o varios CT, de esta forma, el operario asignado a un centro realiza sólo las operaciones de

los items que se llevan a cabo en el mismo. El lote llega al CT para sufrir una operación y, cuando ésta se completa sobre todas las unidades del lote, éste es trasladado al siguiente CT que indica su ruta o, si aquél está ocupado, a un almacén en espera de que quede libre.

El producto suele tener bastantes versiones entre las que ha de elegir el cliente (que mantiene una participación media en el proceso), por lo que ya no es «a medida», dándose un cierto grado de estandarización, aunque seguirá habiendo una baja repetitividad de las operaciones; la variedad es grande, pero con ciertas limitaciones.

El objetivo es concentrar las destrezas y conocimientos y aumentar la utilización de los equipos. La aplicación de estos principios posibilita la consecución de un cierto grado de especialización de la mano de obra, a la vez que el mantenimiento de la inversión en bienes de equipo en un nivel relativamente bajo.

Ejemplo: Una fábrica normal de muebles, donde el cliente puede elegir la tapicería de las sillas y la forma o el color del armario, pero sólo de entre las opciones del catálogo que le ofrece la empresa.

- **Configuración en Línea**

En esta configuración se da la fabricación de grandes lotes de pocos productos diferentes (con pocas opciones) pero técnicamente homogéneos, usando para ello las mismas instalaciones. Se trata de items cuyo proceso de obtención en el CT requiere una secuencia similar de operaciones, aunque alguno de ellos pueda saltar alguna que no le es necesaria, por lo que dichas máquinas se disponen en línea, una tras otra. Tras fabricarse un lote de un ítem, se procede a ajustar las máquinas y se fabrica un lote de otro distinto, y así sucesivamente.

En este caso la maquinaria es mucho más especializada que en los anteriores casos dándose una alta inversión en capital así como una mayor automatización y homogeneidad de los procesos.

- ✓ **Configuración continua**

Cuando se eliminan los tiempos ociosos y de espera, la fabricación en lotes se transforma en un flujo continuo de producción, de forma que siempre se están ejecutando las mismas operaciones, en las mismas máquinas,

para la obtención del mismo producto, con una disposición en cadena o línea.

Cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo que les es suministrado por una máquina precedente, que también ha sido especialmente diseñada para alimentar a la máquina que le sigue; los operarios siempre realizan la misma tarea para el mismo producto. Existe, por tanto, una dependencia secuencial en un sistema integrado; cada tarea a realizar puede ser diferente, pero éstas y la forma en que se ejecutarán, han de considerarse simultáneamente.

También en este tipo de configuración se tiene una homogeneidad de proceso y una repetitividad de operaciones altas, además, no se suele incurrir en paradas de la producción, ya que en algunos casos, una parada del proceso podría originar graves perjuicios a la maquinaria.

Los objetivos básicos de la producción continua son la mejora del flujo de materiales y trabajos, la especialización de los conocimientos y destrezas de los trabajadores y una rápida realización de los trabajos y generación del valor añadido.

Por último, existen unos requisitos para que una configuración continua tenga un adecuado funcionamiento los cuales serán expuestos a continuación:

- *La demanda debe ser lo más uniforme posible.* Debido a que si la demanda es muy variable y si el plan de producción no se modifica constantemente puede causar acumulación de productos terminados lo que se reflejaría negativamente en problemas en los inventarios y financieros.
- *El producto, servicio o trabajo ha de estar estandarizado.* Ya que esta configuración es netamente rígida y se hace muy difícil hacer modificaciones en las instalaciones.
- *Los materiales deben ajustarse a las especificaciones y ser entregados a tiempo.* Por la misma inflexibilidad del proceso no admite variedad en las características de los materiales que deben ser procesados.
- *Todas las operaciones referentes a la realización de un trabajo han de ser detalladas y definidas.* Para que el flujo de proceso

permanezca equilibrado, todas las operaciones han de ejecutarse siempre del mismo modo y en el mismo tiempo.

- *La ejecución de las tareas debe ajustarse a las especificaciones y estándares de calidad.* Ya que no es posible hacer mas unidades ni ejecutar tareas adicionales para la corrección de errores, lo que implica que estas reacciones no sean posibles, dada la detallada y estricta caracterización de cada etapa; esto es, no se puede dedicar más tiempo para reparar un error en una de ellas ni se pueden llevar a cabo tareas diferentes a las preestablecidas para cada una de éstas.
- *El mantenimiento debe ser preventivo.* Si se produce una parada o avería del equipo en alguna etapa, se detiene todo el flujo, por lo que han de tomarse las oportunas medidas previas para que este evento no tenga lugar
- *Todas las etapas deben estar equilibradas.* Si se desea que no se produzcan colas y líneas de espera, el tiempo de operación de cada etapa ha de ser el mismo a fin de que el proceso esté equilibrado; para conseguirlo, es imprescindible efectuar una detenida planificación previa al comienzo de las operaciones, igualar la duración de las mismas y, en particular, gestionar la llegada de materiales en las fechas, calidades y cantidades correctas.

MODULO 1.4: EL ENFOQUE POR PROCESOS

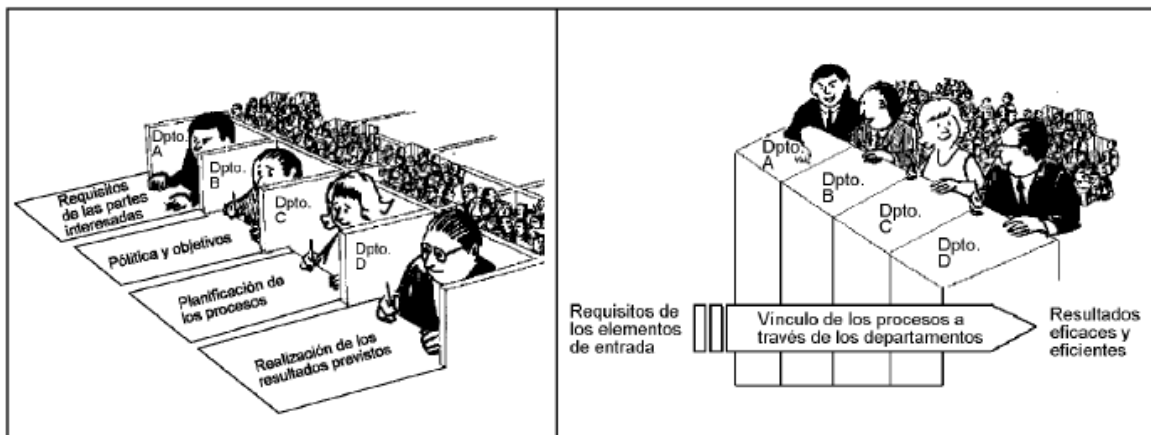
1.4.1 Tipos de gestión

a. Gestión por funciones:

Más centrada en departamentos especializados, la jerarquía, el formalismo, la toma de decisiones centralizadas y las medidas basadas casi exclusivamente en la productividad de las funciones y su mejora puntual.

b. Gestión por procesos:

Caracterizada por la flexibilidad organizativa, la innovación, la información compartida, el autocontrol y compromiso con los resultados, así como las medidas basadas en criterios de competitividad en el logro de mejoras de amplio alcance.



1.4.2 Los modelos de gestión y el enfoque basado en procesos

En la actualidad, son cada vez más las empresas que se preocupan por la gestión y el análisis de sus procesos con el fin de orientarse continuamente al cliente de la forma más eficiente posible, para así lograr la satisfacción de estos y, en lo posible, exceder sus necesidades. Para alcanzar esos “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 permitan a las organizaciones configurar su Sistema de Gestión.

El hecho de considerar las actividades agrupadas entre sí constituyendo procesos, permite a una organización centrar su atención sobre “áreas de resultados” (ya que los procesos deben obtener resultados) que son importantes conocer y analizar para el control del conjunto de actividades y para conducir a la organización hacia la obtención de los resultados deseados, los cuales giran en torno a la meta de garantizar la supervivencia y la excelencia de la empresa. Es de suma importancia tener un enfoque total hacia el cliente, puesto que este, a través de los años, se ha convertido en la razón de ser de cualquier negocio.

La Calidad y el Enfoque de Procesos van relacionados en el sentido de que el objetivo final, después de estar gestionando y mejorando precisamente la calidad del proceso, es la gestión del negocio basada en una estrategia de proceso donde se mejore continuamente la calidad de los mismos. Se debe tener en cuenta que el concepto de calidad no se circunscribe a las características de un producto o servicio concreto sino que abarca toda la relación empresa-cliente.

El significado más acertado para el concepto de Calidad Total en el enfoque por procesos es aquél que se refiere a lo que el cliente espera recibir por lo que está dispuesto a pagar en función del valor percibido, es decir, la orientación rentable de la empresa hacia el cliente.

- a. El enfoque basado en procesos es un principio de gestión básico y fundamental para la obtención de resultados. Se puede considerar como un Sistema de Gestión apuntando a la Calidad Total.
- b. La norma ISO 9000:2000 trata de satisfacer las necesidades de los clientes (orientación al cliente) y posee una estructura orientada a los procesos en el que se incluye los aspectos de responsabilidad de la dirección, gestión de recursos, realización del producto y el servicio, así como la medición, análisis y mejora.

1.4.3 Concepto de Proceso

Un proceso se puede definir como un conjunto de actividades interrelacionadas que se caracterizan por formar parte de un flujo horizontal de entradas o inputs que genera actividades de valor añadido en forma de salidas u outputs (productos y servicios).

Los elementos de entrada y los resultados previstos pueden ser tangibles (equipos, materiales) o intangibles (información). Los resultados también pueden ser no intencionados; como desperdicio o contaminación ambiental.

Todos los procesos deberían estar alineados con los objetivos de la organización y diseñarse para aportar valor, teniendo en cuenta el alcance y la complejidad de la organización.

a. Tipos de Procesos

- ✓ **Procesos para la gestión de una organización.** Incluyen procesos relativos a la planificación estratégica, establecimiento de políticas, fijación de objetivos, provisión de comunicación, aseguramiento de la disponibilidad de recursos necesarios y revisiones por la dirección.
- ✓ **Procesos para la gestión de recursos.** Incluyen todos aquellos procesos para la provisión de los recursos que son necesarios en los procesos para la gestión de una organización, la realización y la medición.
- ✓ **Procesos de realización.** Incluyen todos los procesos que proporcionan el resultado previsto por la organización.

- ✓ **Procesos de medición, análisis y mejora.** Incluyen aquellos procesos necesarios para medir y recopilar datos para realizar el análisis del desempeño y la mejora de la eficacia y la eficiencia. Procesos de medición, seguimiento y auditoría, acciones correctivas y preventivas, y son una parte integral de los procesos de gestión.
- ✓ **Procesos estratégicos** como aquellos procesos que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección y, principalmente, al largo plazo. Se refieren fundamentalmente a procesos de planificación y otros que se consideren ligados a factores clave o estratégicos.
- ✓ **Procesos operativos** como aquellos procesos ligados directamente con la realización del producto y/o la prestación del servicio. Son los procesos de “línea”.
- ✓ **Procesos de apoyo** como aquellos procesos que dan soporte a los procesos operativos. Se suelen referir a procesos relacionados con recursos y mediciones.

b. Mapa de Procesos

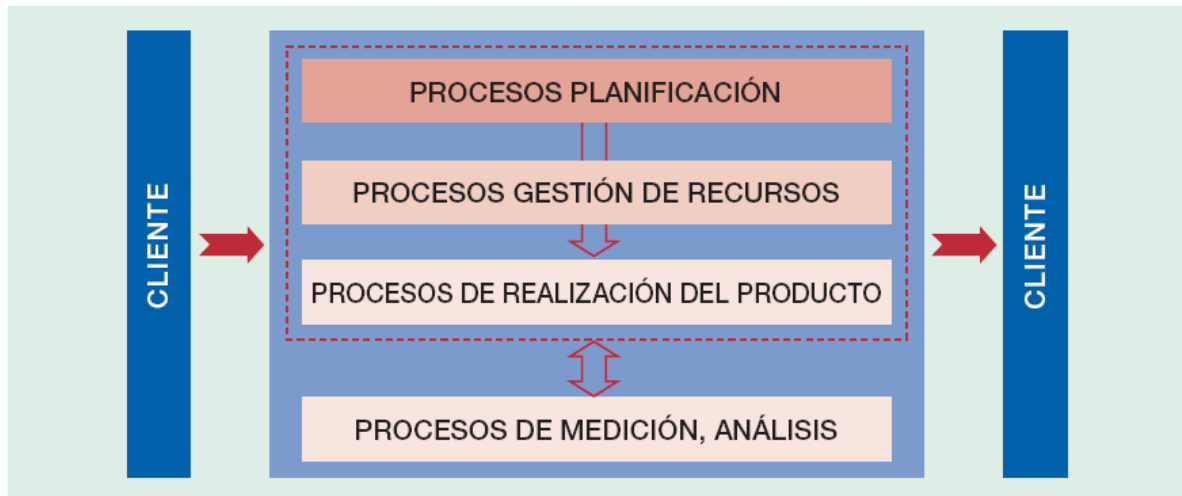
Una vez efectuada la identificación y la selección de los procesos, surge la necesidad de definir y reflejar esta estructura de forma que facilite la determinación e interpretación de las interrelaciones existentes entre los mismos.

La manera más representativa de reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones es precisamente a través de un **mapa de procesos**, que es la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el Sistema de Gestión.

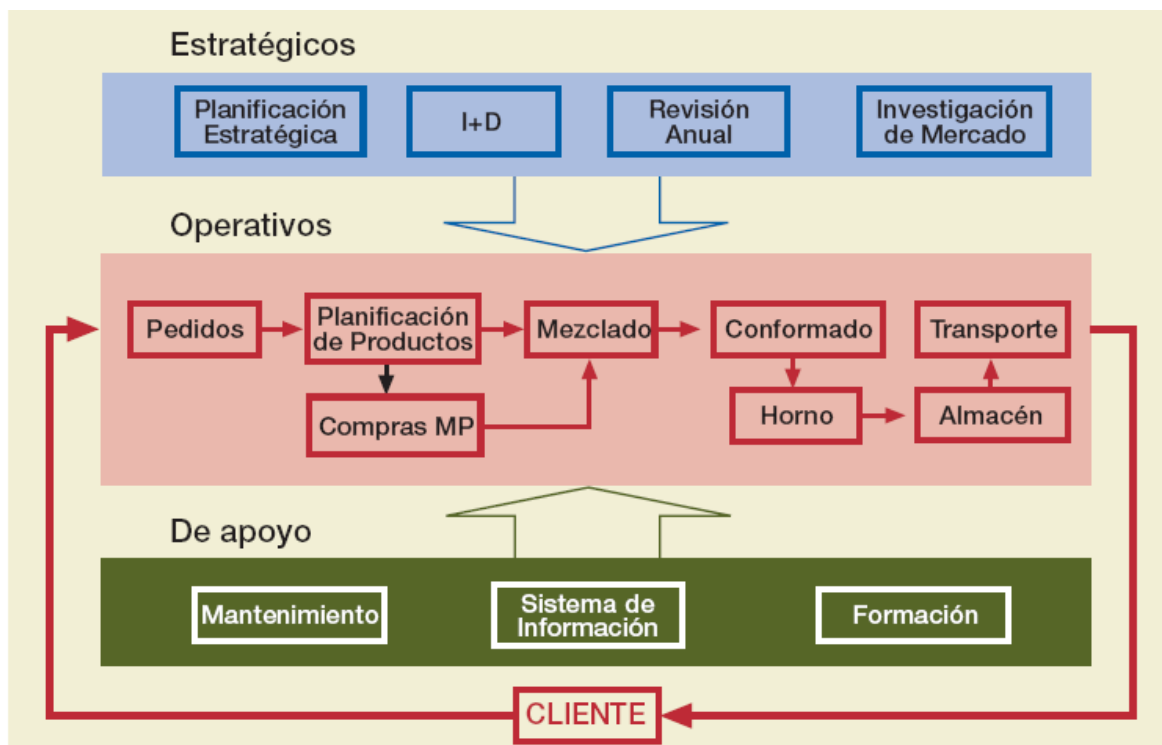
Para la elaboración de un mapa de procesos, y con el fin de facilitar la interpretación del mismo, es necesario reflexionar previamente en las posibles agrupaciones en las que pueden encajar los procesos identificados. La agrupación de los procesos dentro del mapa permite establecer analogías entre procesos, al tiempo que facilita la interrelación y la interpretación del mapa en su conjunto.

“Hay que alcanzar un punto de equilibrio entre la información contenida en el mapa de proceso y su facilidad de interpretación y representatividad”

Mapa de Procesos



Ejemplo Mapa de Procesos



Al poder ejercer un control continuo sobre los procesos individuales y sus vínculos dentro del sistema de procesos (incluyendo su combinación e interacción) se pueden conocer los resultados que obtienen cada uno de los procesos y cómo los mismos contribuyen al logro de los objetivos generales de la organización. A raíz del análisis de los resultados de los

procesos (y sus tendencias), se permite, además, centrar y priorizar las oportunidades de mejora.

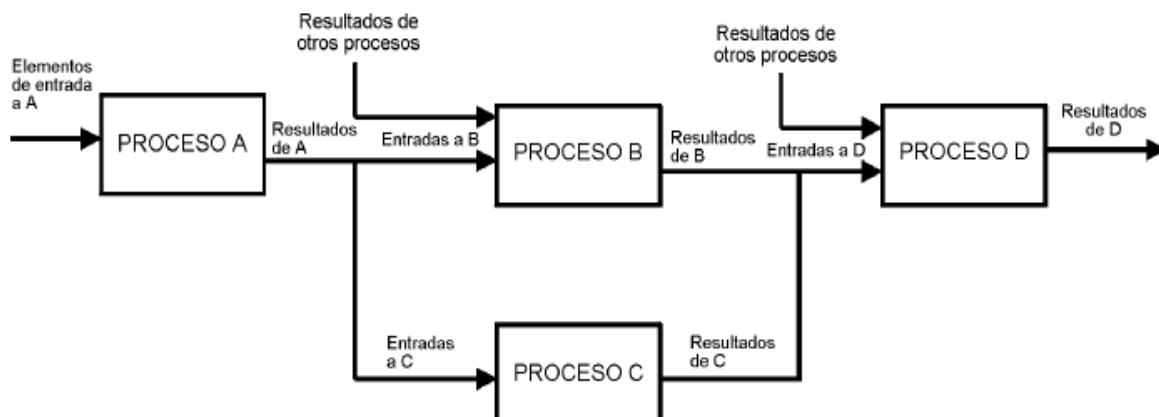
Un enfoque basado en procesos es una excelente vía para organizar y gestionar la forma en que las actividades de trabajo crean valor para el cliente y otras partes interesadas. El enfoque basado en procesos introduce la gestión horizontal, cruzando las barreras entre diferentes unidades funcionales y unificando sus enfoques hacia las metas principales de la organización. También mejora la gestión de las interfaces del proceso.

El desempeño de una organización puede mejorarse a través del uso del enfoque basado en procesos. Los procesos se gestionan como un sistema, mediante la creación y entendimiento de una red de procesos y sus interacciones.

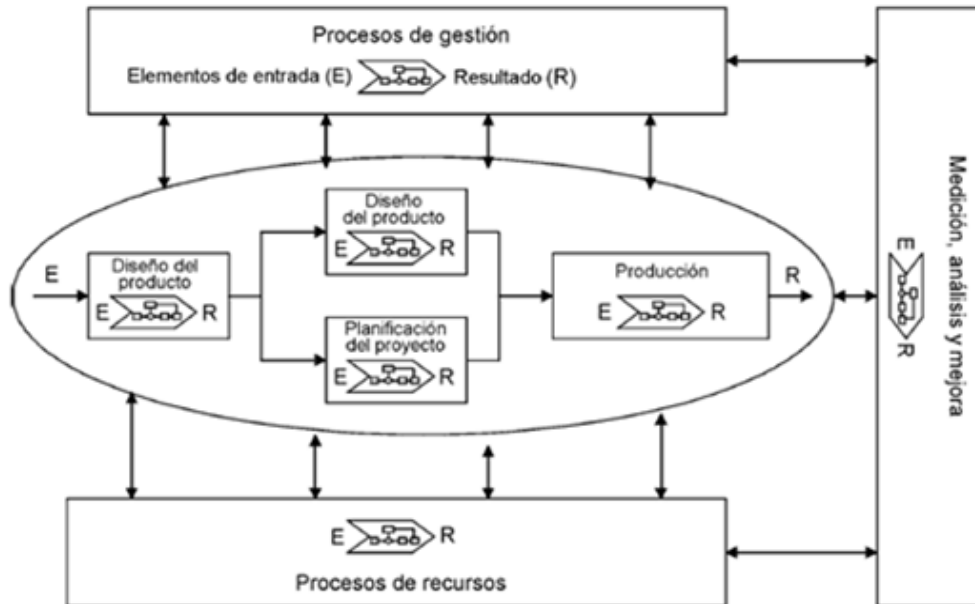
La gestión por procesos tiene una serie de características que permiten diferenciarla de la gestión por funciones, entre las que se encuentran tres características fundamentales:

- ✓ Los procesos claves. Los cuales son aquellos que inciden de manera significativa sobre los resultados y están orientados directamente al cliente, necesarios para llevar a efecto la política y estrategia de la empresa.
- ✓ La coordinación y el control de su funcionamiento.
- ✓ La gestión de su mejora.

Los resultados de un proceso pueden ser elementos de entrada para otros procesos y estar interrelacionados dentro de la red global o sistema global.



Conjunto de documentos para la introducción y el soporte
de la serie de Normas ISO 9000:
Orientación sobre el concepto y uso del
“Enfoque basado en procesos” para los sistemas de gestión



c. Beneficios del Enfoque basado en Procesos

- ✓ Integra y alinea los procesos para permitir el logro de los resultados planificados.
- ✓ Capacidad para centrar los esfuerzos en la eficacia y eficiencia de los procesos.
- ✓ Proporciona confianza a los clientes y otras partes interesadas, respecto al desempeño coherente de la organización.
- ✓ Transparencia de las operaciones dentro de la organización.
- ✓ Reduce costos y tiempos de ciclo a través del uso eficaz de los recursos.
- ✓ Mejores resultados, coherentes y predecibles.
- ✓ Proporciona oportunidades para enfocar y priorizar las iniciativas de mejora.
- ✓ Estimula la participación del personal y la clarificación de sus responsabilidades.

1.4.4 Cómo enfocar a procesos en un Sistema de Gestión

- a. La identificación y secuencia de los procesos.

- b.** La descripción de cada uno de los procesos.
- c.** El seguimiento y la medición para conocer los resultados que obtienen.
- d.** La mejora de los procesos con base en el seguimiento y medición realizados.

a. La identificación y secuencia de los procesos.

El primer paso para adoptar un enfoque basado en procesos en una organización, es precisamente reflexionar sobre cuáles son los procesos que deben configurar el sistema, es decir, que procesos deben aparecer en la estructura de proceso del sistema.

La identificación y selección de los procesos a formar parte de la estructura de procesos no deben ser algo trivial, y debe nacer de una reflexión acerca de las actividades que se desarrollan en la organización y de cómo estas influyen y se orientan hacia la consecución de los resultados.

Pasos del enfoque basado en procesos	¿Qué hacer?	Orientación
1.1	La organización debería identificar sus clientes y otras partes interesadas, así como sus requisitos, necesidades y expectativas para definir los resultados de la satisfacción del cliente.	Recopile, analice y determine los requisitos de los clientes y otras partes interesadas, y otras necesidades y expectativas. Comuníquese frecuentemente con los clientes y otras partes interesadas para asegurar el continuo entendimiento de sus requisitos, necesidades y expectativas.
Defina el propósito de la organización	Defina la misión y los objetivos de la organización	Determine los requisitos para gestión de la calidad, gestión ambiental, gestión de la seguridad y salud ocupacional, riesgo de los negocios, o responsabilidad social y otras disciplinas del sistema de gestión que serán aplicadas dentro de la organización.
Principales factores de influencia en la calidad del producto/servicio		
1.2	La alta dirección debería decidir a qué mercado debería dirigirse la organización y desarrollar políticas al respecto.	
Defina las políticas, objetivos de la organización	Defina la misión y los objetivos de la organización	Basándose en esas políticas debería entonces establecer objetivos para los resultados deseados (por ejemplo, productos, desempeño ambiental, desempeño en seguridad y salud ocupacional).
Cumplimiento de requisitos legales y reglamentarios		
Los riesgos económicos y de insatisfacción.		
Utilización intensiva de recursos.		

1.3	Determine los procesos en la organización	Identifique todos los procesos que son necesarios para producir los resultados previstos.	Determine los procesos necesarios para alcanzar los resultados previstos. Estos procesos incluyen gestión, recursos, realización y medición y mejora. Identifique todos los elementos de entrada y los resultados de los procesos junto con los proveedores, clientes y otras partes interesadas (que pueden ser internos o externos).
1.4	Determine la secuencia de los procesos	Determine cómo es el flujo de los procesos en su secuencia e interacción	Defina y desarrolle una descripción de la red de procesos y sus interacciones. Considere lo siguiente: • El cliente de cada proceso, • Los elementos de entrada y los resultados de cada proceso, • Qué procesos están interactuando, • Tiempo y secuencia de los procesos que interactúan, • Eficacia y eficiencia de la secuencia. Pueden utilizarse métodos y herramientas tales como diagramas de bloque, matrices y diagramas de flujo para ayudar al desarrollo de la secuencia de procesos y sus interacciones.

Para establecer adecuadamente las interrelaciones entre los procesos es fundamental reflexionar de qué salidas produce cada proceso y hacia quién va, qué entradas necesita el proceso y de donde vienen y qué recursos consume el proceso y de dónde proceden.

Pasos del enfoque basado en procesos		¿Qué hacer?	Orientación
1.5	Defina los dueños del proceso	Asigne la responsabilidad y autoridad para cada proceso	La dirección debería definir el papel y las responsabilidades individuales para asegurar la implementación, el mantenimiento y la mejora de cada proceso y sus interacciones. A tal individuo normalmente se le denomina “dueño del proceso”. Para gestionar las interacciones del proceso puede ser útil establecer un “equipo de gestión del proceso” que tenga una visión general de todos los procesos, y que incluya a

representantes de cada uno de los procesos que interactúan.

Los procesos existen dentro de la organización y el enfoque inicial debería estar limitado a identificarlos y gestionarlos de la manera más apropiada. No existe un “catálogo” o lista de procesos que tengan que ser documentados.

El propósito principal de la documentación es permitir la operación coherente y estable de los procesos.

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| 1.6 | Determine los procesos que se van a documentar y la forma de llevarlo a cabo. | La organización debería determinar los procesos que deben ser documentados, basándose en: |
| Defina la documentación del proceso | | <ul style="list-style-type: none">• el tamaño de la organización y el tipo de actividades,• la complejidad de sus procesos y sus interacciones,• la criticidad de los procesos y• La disponibilidad de personal competente. |

Cuando sea necesario documentar los procesos, se pueden utilizar diferentes métodos, tales como representaciones gráficas, instrucciones escritas, listas, diagramas de flujo, medios visuales o métodos electrónicos.

El establecimiento y determinación de la estructura de procesos de una organización implica la realización de muchos ajustes. Es habitual y normal que una organización establezca un primer mapa de procesos y, al cabo del tiempo, se percate de la necesidad de modificar dicha estructura por diferentes motivos:

- ✓ Necesidad de agregar procesos para establecer indicadores más relevantes.
- ✓ Conveniencia de desagrupar procesos para obtener información de resultados de interés a mayor nivel de detalle.
- ✓ Solape entre actividades contempladas en diferentes procesos.

La representación e información relativa a los procesos no acaba con el mapa de procesos, con la descripción individual de los mismos, se puede aportar información de sus interrelaciones.

b. La descripción de los procesos.

La descripción de un proceso tiene como finalidad determinar los criterios y métodos para asegurar que las actividades que comprende dicho proceso se llevan a cabo de manera eficaz, al igual que el control del mismo.

Esta descripción se debe centrar en las actividades, así como en todas aquellas características relevantes que permitan el control de las mismas y la gestión del proceso.

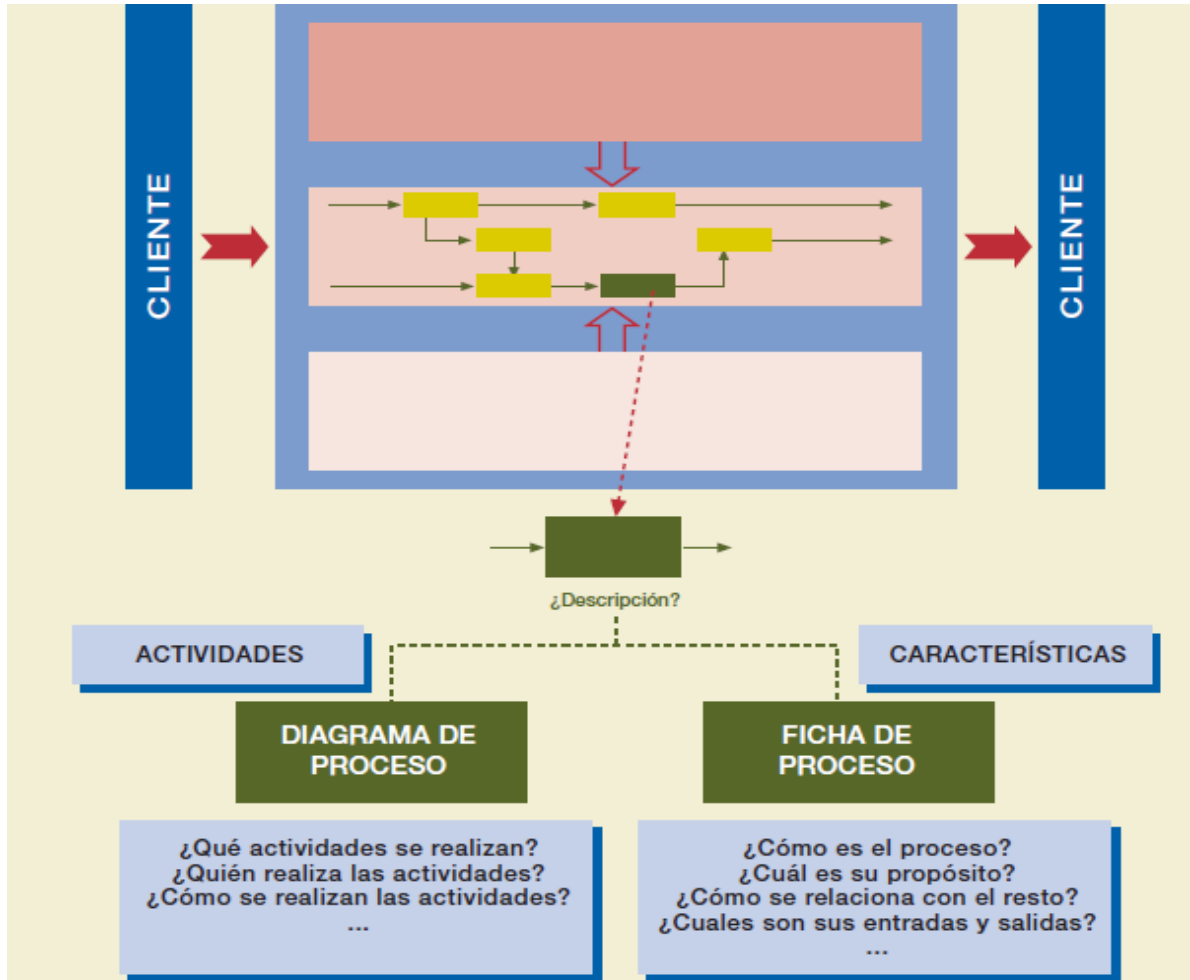
✓ Planificación del proceso

Pasos del enfoque basado en procesos	¿Qué hacer?	Orientación
		Defina los elementos de entrada y los resultados requeridos del proceso.
2.1	Determine las actividades necesarias para lograr los resultados previstos del proceso.	Determine las actividades requeridas para transformar los elementos de entrada en los resultados requeridos.
Defina las actividades dentro del proceso		Determine y defina la secuencia e interacción de las actividades dentro del proceso.
		Determine cómo se llevará a cabo cada actividad.
2.2	Determine dónde y cómo deberían aplicarse el seguimiento y la medición. Esto debería ser tanto para el control y la mejora de los procesos, como para los resultados previstos del proceso.	Identifique los criterios de seguimiento y medición para el control y el desempeño del proceso, para determinar la eficacia y la eficiencia del proceso, teniendo en cuenta factores tales como:
Defina los requisitos de seguimiento y medición		• Conformidad con los requisitos, • Satisfacción del cliente, • Desempeño del proveedor, • Entrega a tiempo, • Plazos, • Tasas de falla,
	Determine la necesidad de registrar los resultados.	

- Desechos,
- Costos del proceso,
- Frecuencia de incidentes.

Ejemplos de recursos incluyen:

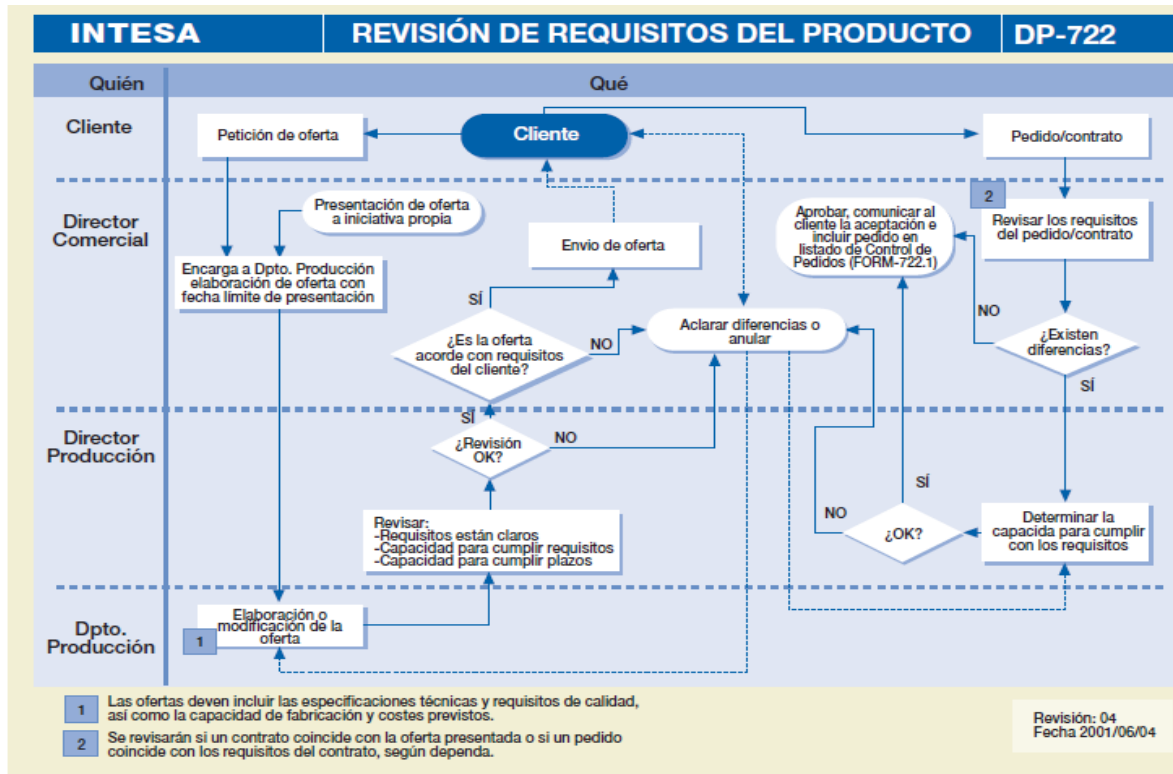
2.3 Defina los recursos necesarios	Determine los recursos necesarios para la operación eficaz de cada proceso.	• recursos humanos • infraestructura • ambiente de trabajo • información • recursos naturales • materiales • Recursos financieros.
2.4 Verifique el proceso respecto a sus objetivos planificados	Confirme que las características del proceso son coherentes con el propósito de la organización.	Verifique que se hayan satisfecho todos los requisitos identificados en 1.1. Si no, considere qué actividades del proceso adicionales se requieren y vuelva al 2.1 para mejorar el proceso.



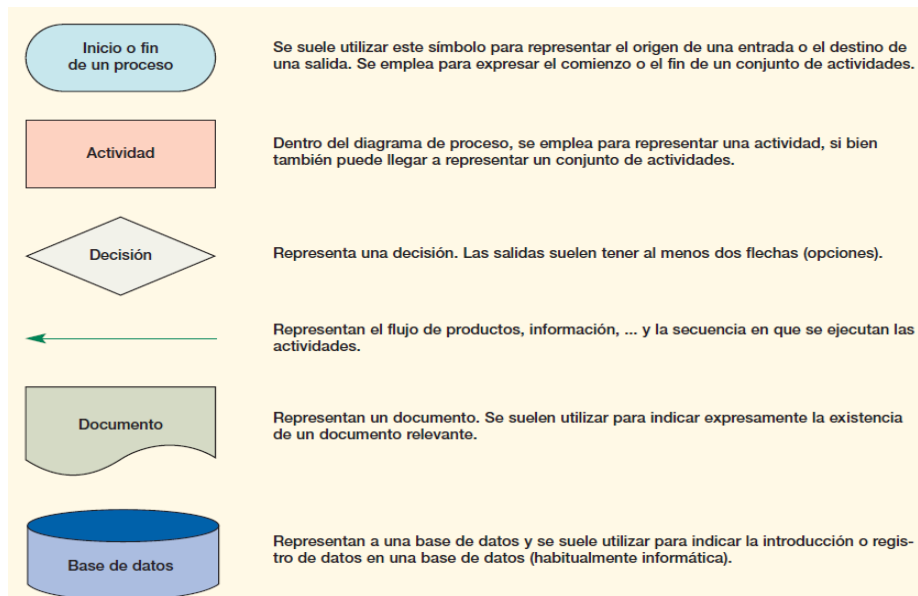
d. Descripción de las actividades del proceso (Diagrama de proceso)

La descripción de las actividades de un proceso se pueden llevar a cabo a través de un diagrama, donde se pueden representar estas actividades de manera gráfica e interrelacionadas entre sí.

Estos diagramas facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, debido a que se permite una percepción visual de flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo.



✓ Símbolos más habituales para la representación de diagramas



e. Descripción de las características del proceso (Ficha de proceso)

Una Ficha de Proceso se puede considerar como un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el

control de las actividades definidas en el diagrama, así como para la gestión del proceso.

INTENSA		REVISIÓN DE REQUISITOS DEL PRODUCTO		FP-722
PROCESO: REVISIÓN DE LOS REQUISITOS DEL PRODUCTO			PROPIETARIO: DTOR COMERCIAL	
MISIÓN: Asegurar que los requisitos aplicables a los productos para los clientes están correctamente definidos en ofertas, pedidos y contratos, aclarados y que se tiene capacidad para cumplirlos			DOCUMENTACIÓN PC-722	
ALCANCE	• Empieza: Cuando empezamos cualquier relación comercial. • Incluye: Ofertas, pedidos y contratos. Recogida de información para asegurar la capacidad. • Termina: Con la elaboración de una oferta, aceptación de un pedido o modificación del mismo.			
ENTRADAS:		Necesidades del cliente. Información sobre capacidad de producción y stock.		
PROVEEDORES:		Cliente. Producción. Logística.		
SALIDAS:		Ofertas. Pedidos aceptados. Contratos firmados. Modificaciones a los anteriores.		
CLIENTES:		Cliente externo.		
INSPECCIONES:		REGISTROS:		
Inspección mensula de las ofertas y pedidos		Reclamaciones, devoluciones, FORM 722.1		
VARIABLES DE CONTROL:		INDICADORES:		
• Inmovilizado de producto final. • Capacidad de producción. • Plazo de entrega estándar. • Catálogo de productos. • Política comercial.		• I722.1 = % de ofertas aceptadas • I722.2 = % ofertas/pedidos/contratos no conformes • I722.3 = % modificaciones de requisitos por causa propia		

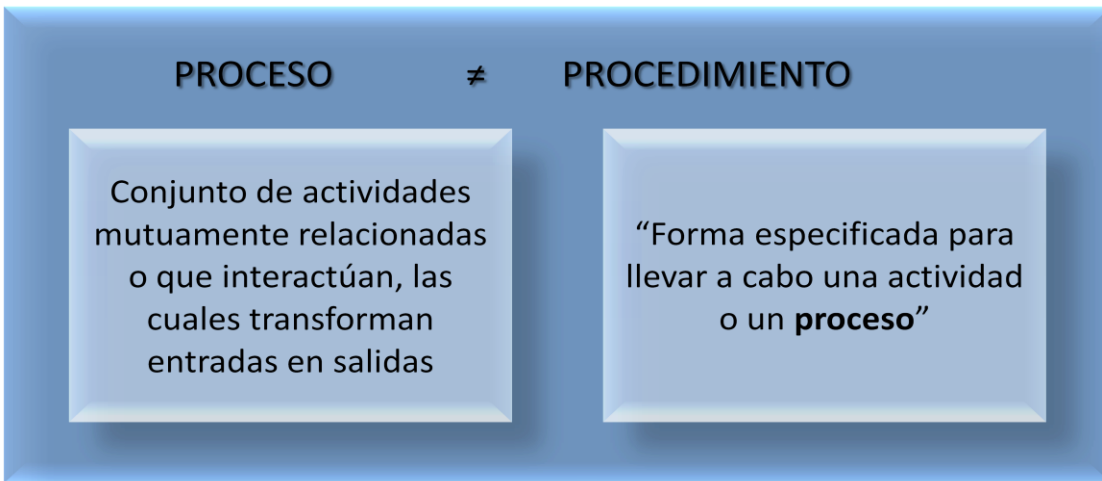
Revisión: 02 Fecha 2001/02/05

Información incluida en la Ficha de Proceso

- **Misión u objetivo:** Es el propósito del proceso. Hay que preguntarse ¿Cuál es la razón de ser del proceso? ¿Para que existe el proceso?
- **Propietario del proceso:** Es la función a la que se le asigna la responsabilidad del proceso y, en concreto, de que este obtenga los resultados esperados (objetivos).
- **Límites del proceso:** Los límites del proceso están marcados por las entradas y las salidas, así como por los proveedores y los clientes.
- **Alcance del proceso:** El alcance pretende establecer la primera actividad (inicio) y la última actividad (fin) del proceso, para tener noción de la extensión de las actividades de la propia ficha.
- **Indicadores del proceso:** Son los indicadores que permiten hacer una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su misión u objetivo.
- **Variables de control:** Se refieren a aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de actuación dentro del ámbito del proceso y que pueden alterar el funcionamiento o comportamiento del proceso, y por tanto de los indicadores establecidos.
- **Inspecciones:** Se refieren a las inspecciones sistemáticas que se hacen en el ámbito del proceso con fines de control del mismo.
- **Documentos y/o registros:** Los registros permiten evidenciar la conformidad del proceso y de los productos con los requisitos.
- **Recursos:** Se pueden también reflejar en la ficha los recursos humanos, la infraestructura y el ambiente de trabajo necesario para ejecutar el proceso.

f. Proceso “versus” procedimiento

Las actividades que componen un proceso se pueden explicar a través de un procedimiento documentado, si bien ahí se acaba el parecido.



g. El seguimiento y la medición de los procesos

El enfoque basado en procesos de los sistemas de gestión pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de los procesos con el fin de conocer los resultados que se están obteniendo y si estos resultados cubren los objetivos previstos. No se puede considerar que un sistema de gestión tiene un enfoque basado en procesos si, aún disponiendo de un “buen mapa de procesos” y unos “diagramas y fichas de procesos coherentes”, el sistema no se “preocupa” por conocer sus resultados.

El seguimiento y la medición constituyen, por tanto, la base para saber que se está obteniendo, en que extensión se cumplen los resultados deseados y por donde se deben orientar las mejoras.

En este sentido, los indicadores permiten establecer, en el marco de un proceso (o de un conjunto de procesos), que es necesario medir para conocer la capacidad y la eficacia del mismo, todo ello alineado con su misión u objeto, como no podría ser de otra manera.

h. Indicadores del proceso

Los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la

ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia de los mismos, así como la eficiencia.

“Un indicador es un soporte de información (habitualmente numérica) que representa una magnitud, de manera que a través del análisis del mismo se repite la toma de decisiones sobre los parámetros de actuación (variables de control) asociados”

Para que un indicador se pueda considerar adecuado debería cumplir una serie de características:

- ✓ **Representatividad.** Un indicador debe ser lo más representativo posible de la magnitud que pretende medir.
- ✓ **Sensibilidad.** Un indicador debe permitir seguir los cambios en la magnitud que represente, es decir, debe cambiar de valor de forma apreciable cuando realmente se altere el resultado de la magnitud en cuestión.
- ✓ **Rentabilidad.** El beneficio que se obtiene del uso de un indicador debe compensar el esfuerzo de recopilar, calcular y analizar los datos.
- ✓ **Fiabilidad.** Un indicador se debe basar en datos obtenidos de mediciones objetivas y fiables.
- ✓ **Relatividad en el tiempo.** Un indicador debe determinarse y formularse de manera que sea comparable en el tiempo para poder

Pasos generales para el establecimiento de indicadores en un proceso

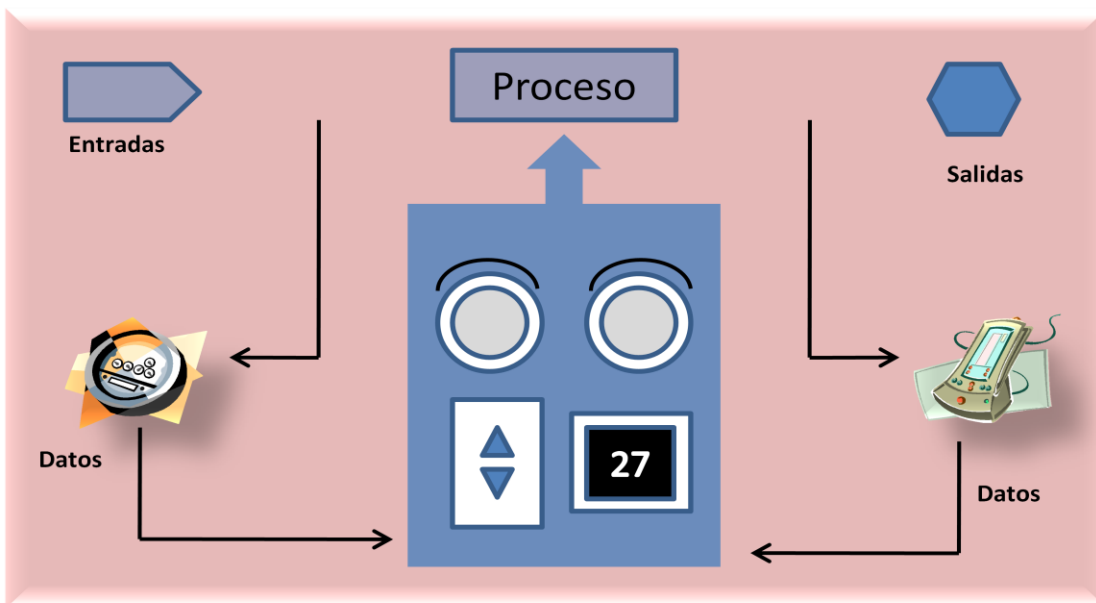
1. Reflexionar sobre la misión del proceso.
2. Determinar la tipología de resultados a obtener y las magnitudes a medir.
3. Determinar los indicadores representativos de las magnitudes a medir.
4. Establecer los resultados que se desean alcanzar para cada indicador definido.
5. Formalizar los indicadores con los resultados que se desean alcanzar (objetivos).

analizar su evolución y tendencias. A modo de ejemplo, puede que la comparación con el tiempo de un indicador tal y como el número de reclamaciones sea poco significativo si no se “relativiza”, por ejemplo, con respecto a otra magnitud como el total de ventas, total de unidades producidas, etc.

i. El control de los procesos

Para ejercer un control sobre los procesos, la información recabada por los indicadores debe permitir el análisis del proceso y la toma de decisiones que repercutan en una mejora del comportamiento del proceso.

A través de indicadores se analizan los resultados del proceso (para conocer si alcanzan los resultados esperados) y se toman decisiones sobre las variables de control (se adoptan acciones). De la implantación de estas decisiones se espera, a su vez, un cambio de comportamiento del proceso y, por tanto, de los indicadores. Esto es lo que se conoce como un bucle de control.



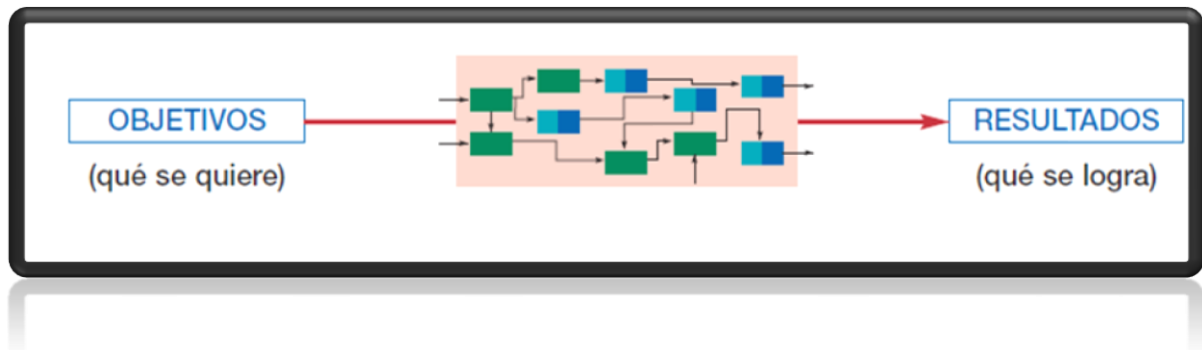
j. Bucle de control para el proceso

Sólo es posible que funcione el bucle de control si se es consciente de que la actuación sobre las variables de control consigue alterar los resultados del proceso y, por tanto, los indicadores, es decir, si existe una relación entre las variables de control y los indicadores.

k. La gestión basada en procesos para la consecución de objetivos

- ✓ La gestión basada en procesos no es un fin en sí mismo, sino un medio para que la organización pueda alcanzar eficaz y eficientemente sus objetivos.

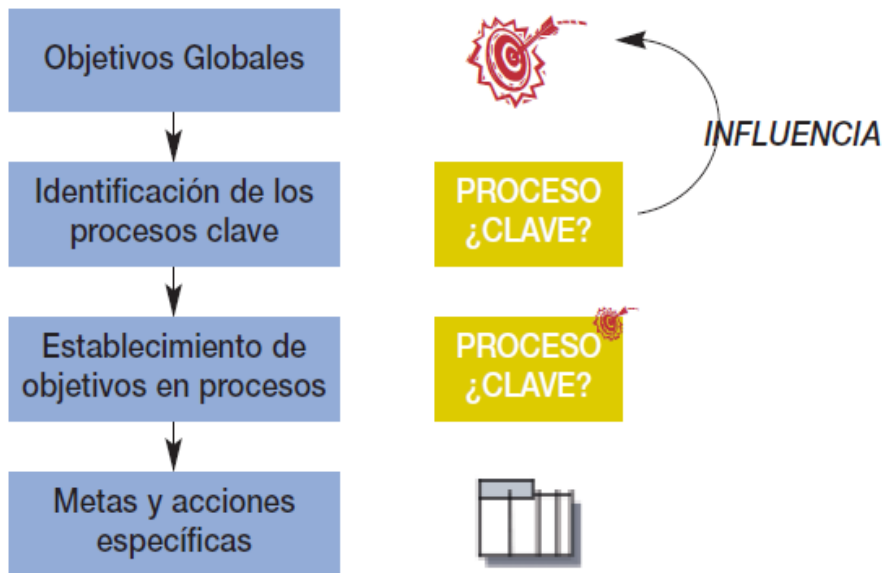
- ✓ Los procesos deben formar parte de un sistema que permita la obtención de resultados globales en la organización orientados a la consecución de sus objetivos, los cuales podrán estar vinculados a uno o varios grupos de interés en la organización.



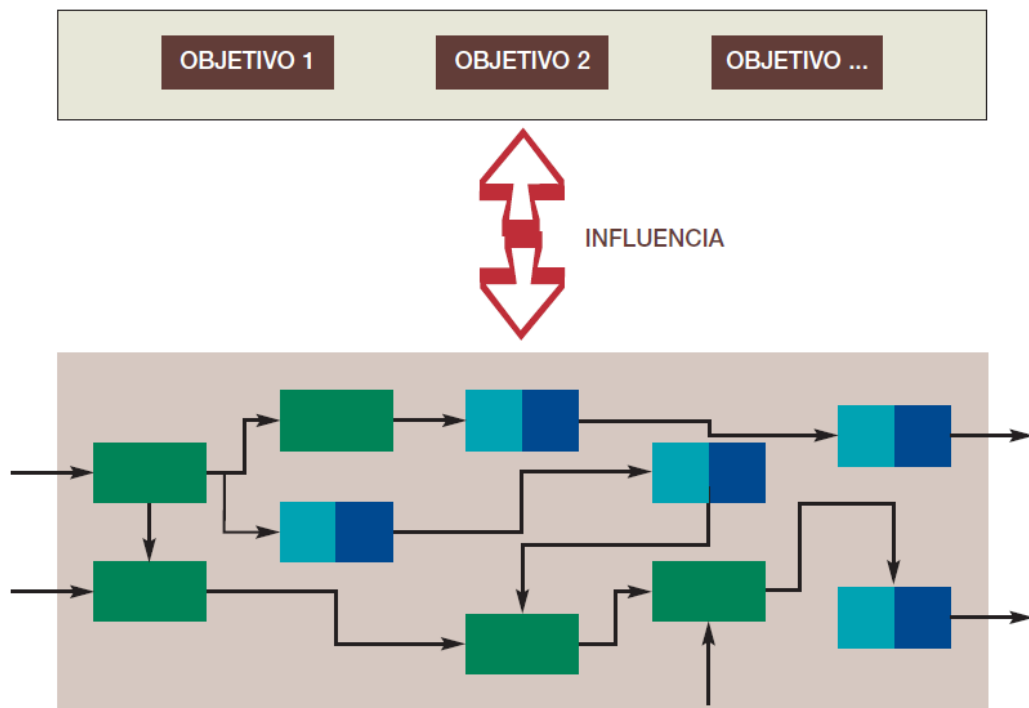
Cada uno de los procesos que componen el sistema debe contribuir a la consecución de los objetivos de la organización, lo que implica la existencia de unas relaciones “causa-efecto” entre los resultados de los procesos individuales y los resultados globales del sistema.

En general, para la consecución de los objetivos globales establecidos, una organización debe ser consciente de estas relaciones para plantear el despliegue de los mismos en los diferentes procesos del sistema. El esquema general para llevar a cabo este despliegue sería el siguiente:

- Determinar los objetivos globales de la organización.
- Identificar los procesos clave en la estructura de procesos.
- Establecer los objetivos en los procesos clave.
- Establecer las metas y/o acciones para la consecución de los objetivos.



- e. Determinar los objetivos globales de la organización para establecer e identificar los objetivos globales, la organización deberá basarse en el resultado del análisis de los datos recabados por el sistema de gestión.
- f. Identificar los procesos CLAVE en la estructura de procesos a partir de la estructura de procesos establecida, la organización deberá identificar cuáles de ellos son los **procesos clave para permitir la consecución de los** objetivos globales planteados en un determinado periodo.



- g.** Establecer los objetivos en los procesos CLAVE una vez establecidos los procesos clave, es necesario identificar, determinar y establecer qué resultados se desean obtener en dicho proceso de manera individual.
- h.** Establecer las metas y/o acciones para la consecución de los objetivos Para la consecución de los objetivos en los procesos, es necesario determinar qué va a hacer la organización para tratar de conseguirlos, es decir, planificar las metas y acciones necesarias para ello.

Todos los procesos deben estar sometidos a un seguimiento y medición para comprobar la consecución de los resultados que se han planificado obtener, si bien la organización debería plantear la intensificación de este seguimiento a aquellos procesos clave de los que va a depender en gran medida la consecución de los objetivos generales de la organización.

Los indicadores y los objetivos asociados a los procesos clave son los que deberían contemplarse para su incorporación a un posible “cuadro de mando”.

PROCEDIMIENTOS

- ✓ Los procedimientos definen la secuencia de pasos para ejecutar una tarea.
- ✓ Los procedimientos existen, son estáticos.
- ✓ Los procedimientos están impulsados por la finalización de la tarea.
- ✓ Los procedimientos se implementan.
- ✓ Los procedimientos se centran en el cumplimiento de las normas.
- ✓ Los procedimientos recogen actividades que pueden realizar personas de diferentes departamentos con diferentes objetivos.

PROCESOS

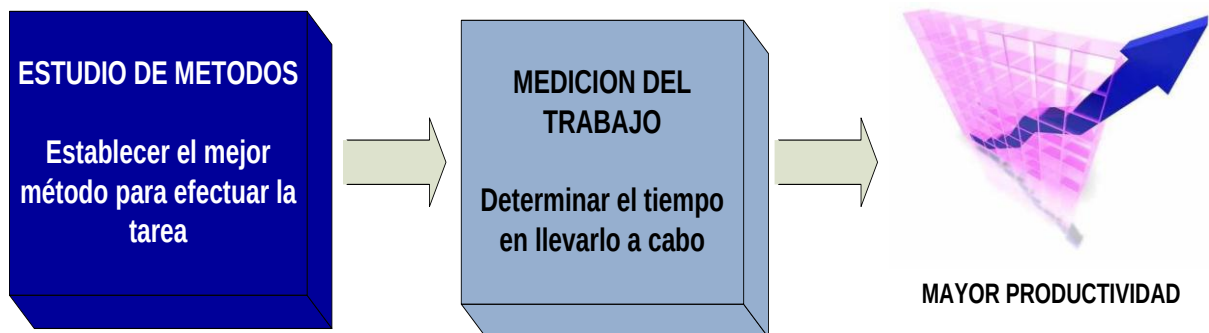
- ✓ Los procesos transforman las entradas en salidas mediante la utilización de recursos.
- ✓ Los procesos se comportan, son dinámicos.
- ✓ Los procesos están impulsados por la consecución de un resultado.
- ✓ Los procesos se operan y gestionan.
- ✓ Los procesos se centran en la satisfacción de los clientes y otras partes interesadas.
- ✓ Los procesos contienen actividades que pueden realizar con unos objetivos comunes.

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DEL TRABAJO

MODULO 2.1: INGENIERÍA DE MÉTODOS

2.1.1. Definición

Antes de mostrar la definición de estudio de métodos, es importante conocer su relación con el estudio del trabajo.



Ahora bien, El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

2.1.2 Etapas de la Ingeniería de Métodos

Etapa 1. Selección

La idea es, entonces, que se puedan establecer estudios de métodos sobre situaciones problemáticas y que son de gran impacto para el bienestar de la organización. Para la identificación de dichas situaciones se busca tener en cuenta ciertas consideraciones:

- ✓ Consideraciones técnicas o tecnológicas: Deseo de adquirir tecnología más avanzada, en equipos o metodologías.
- ✓ Consideraciones económicas: Es preciso considerar la eficiencia en función de los costos. Actividades que agregan valor. Análisis por beneficio, por costos o por los dos.
- ✓ Consideraciones humanas: Equilibrio entre actividad percibida como eficaz y el resentimiento de trabajadores.

- ✓ Limitación del alcance: Teniendo en cuenta esas consideraciones se debe decidir de antemano el tipo de trabajo que se va a estudiar, fijar sus límites y señalar qué abarcará exactamente.

Existen diversas formas o metodologías de hacer una adecuada selección (o por lo menos una buena aproximación). Aquí se presentarán unas muy típicas y elementales que requieren de datos, porque existen otras que simplemente salen a partir de elementos cualitativos.

Técnicas de exploración:

- ✓ Tormenta de ideas: Es una técnica de génesis de ideas que estimula un clima en el que surge la creatividad y se producen ideas con relación a dos situaciones: Para establecer varios problemas y escoger el más impactante o para definir soluciones a un problema determinado. Al ser una técnica de creatividad hablada permite una gran interacción entre todas las personas participantes. El motivo de esta sesión es simplemente hacer aflorar el mayor número posible de ideas sobre el sitio. Cuanto mayor sea el número de ideas, mayor es la probabilidad que aparezca una buena.
- ✓ Análisis de Pareto: Las áreas con problemas se pueden identificar a partir de esta técnica, basados en la información cuantificable que se suministre. Los elementos de interés se identifican y se miden en una escala común (tiempo, dinero, unidades, etc.). Después se acomodan en forma ascendente creando una distribución acumulada.

Se le denomina la regla del 80-20, porque normalmente cualquier análisis cumple con esa composición. Ejemplo: El 80% del valor del inventario corresponde al 20% del total de los artículos.

De esta manera se concentra el esfuerzo en unos pocos trabajos que producen casi todos los problemas, (pocos vitales - muchos triviales).

Algunas recomendaciones para el diagrama de Pareto..

- Explorar varias clasificaciones para identificar los pocos vitales. (analizar el problema desde varios ángulos).

- La clasificación otros no debe agrupar un porcentaje muy alto, pues disminuiría el efecto del análisis.
- Si es posible representar los datos de manera monetaria ¡Hagalo!
- Si un ítem puede solucionarse fácil, aunque no sea de los pocos vitales, soluciónelo de inmediato.
- Después de hacer el diagrama de fenómenos haga el diagrama de causas para solucionar de raíz los problemas.

Diagrama de causa - efecto: Es también conocido como diagrama de espina-pescado. Ilustran como los diversos factores pueden estar vinculados con los posibles problemas o efectos. Se debe establecer la ocurrencia de un problema (efecto) y se deben identificar los factores que contribuyen a que ocurra (causas).

A partir de las causas se determinan subcausas hasta encontrar la mínima expresión funcional, y se deben agrupar en categorías claves. Se espera que se puedan identificar posibles soluciones, en unión con todos los niveles de la organización.

Algunas recomendaciones para el diagrama de Causa-efecto...

- Identificar todos los factores relevantes en equipo con muchas otras personas.
- Expresar las características de la manera más concreta posible.
- Realizar un diagrama por característica.
- Seleccionar factores y características medibles.
- Descubrir factores sobre los cuales sea factible actuar.
- Asignar objetivamente la importancia a cada factor.
- Mejorar continuamente el diagrama mientras se esté usando.

Este desdoblamiento de posibles causas da la posibilidad de encontrar soluciones raizales, que al ser implantadas, generan un mayor impacto en la estructura de la organización.

Es de vital importancia, cualquiera que sea la técnica, seleccionar y limitar un verdadero problema, ya que de este momento en adelante se destinarán recursos para el conocimiento del estado actual y la proposición de un mejor estado. Si no se ha definido exactamente el problema, se puede llegar a soluciones que satisfacen problemas de menor impacto.

Etapas 2. Registro de información

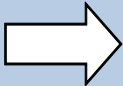
Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, el paso lógico es dedicarse a registrar los hechos relativos al método existente. El grado de exactitud con que se registren los hechos es la base para hacer el examen crítico y para idear un método mejorado.

Una forma corriente de registrar los hechos es anotarlos por escrito, cual si se estuviera escribiendo un "diario", método factible pero que en ocasiones puede complicar su lectura posterior.

Desde la Ingeniería Industrial han tomado importancia los procedimientos gráficos, que no son más que una representación de aquello que se puede escribir en prosa. Estos proporcionan una descripción sistemática del ciclo de trabajo y están diseñados para ayudar a formarse una idea clara del procedimiento existente. Su valor estriba en que son formatos estandarizados que proveen un lenguaje común.

Procedimientos gráficos

Los símbolos elementales empleados en los procedimientos gráficos, son:

SIMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCION
	OPERACIÓN	También se da cuando se entrega o se recibe información o bien cuando se lleva a cabo un cálculo. Por lo común en una operación hay transformación.
	INSPECCION	Indica la verificación de alguna característica. La operación hace avanzar el material, la inspección comprueba si la operación se ejecutó correctamente.
	TRANSPORTE	Indica movimiento de trabajadores, materiales, equipos, etc, de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora en el desarrollo de los hechos. Es una acción que no permite el desarrollo normal de la operación según un plan.
	ALMACENAMIENTO PERMANENTE	Indica depósito de un objeto, que queda bajo vigilancia.

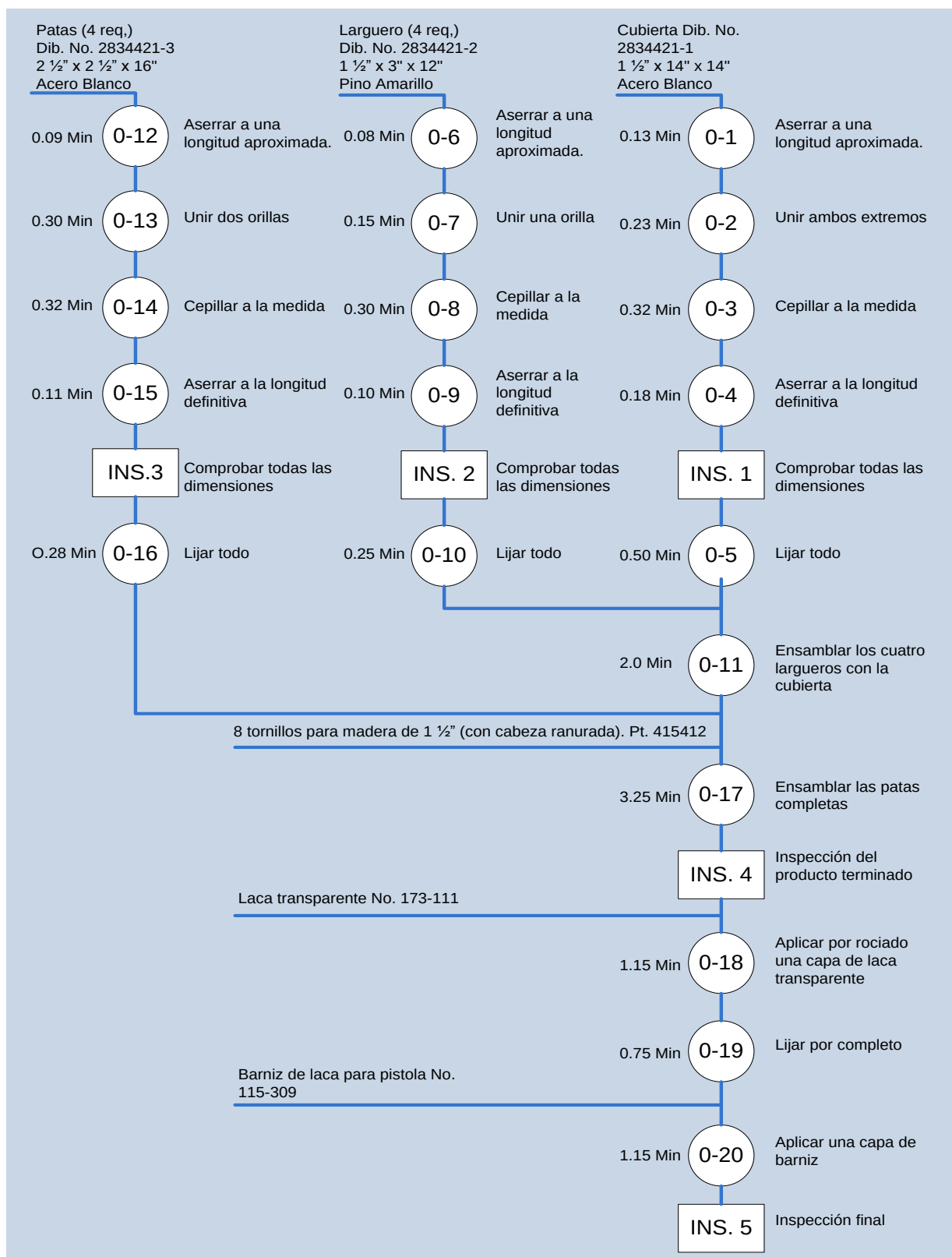
A continuación se van a plantear las características principales de los diagramas más usados, mostrando en cada uno de ellos sus utilidades básicas.

✓ **Diagrama de operaciones:**

Presenta un panorama general de cómo suceden las principales operaciones e inspecciones. A la información que dan de por sí los símbolos y su sucesión se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y el tiempo que se le fija, cuando se conoce.

El diagrama permite al analista visualizar el método actual. Muestra el efecto que tendrá un cambio en una operación dada sobre las operaciones precedentes y subsecuentes.

Ejemplo. Fabricación de una mesa...



✓ **Diagrama de flujo de procesos:**

Contiene más detalles que el diagrama de operaciones y por eso es llamado cursograma analítico, mostrando la trayectoria de un producto o procedimiento y señalando los hechos sujetos a examen. Es más factible ser utilizado por partes, por ser más específico pero también es común que no se aplique al ensamble completo.

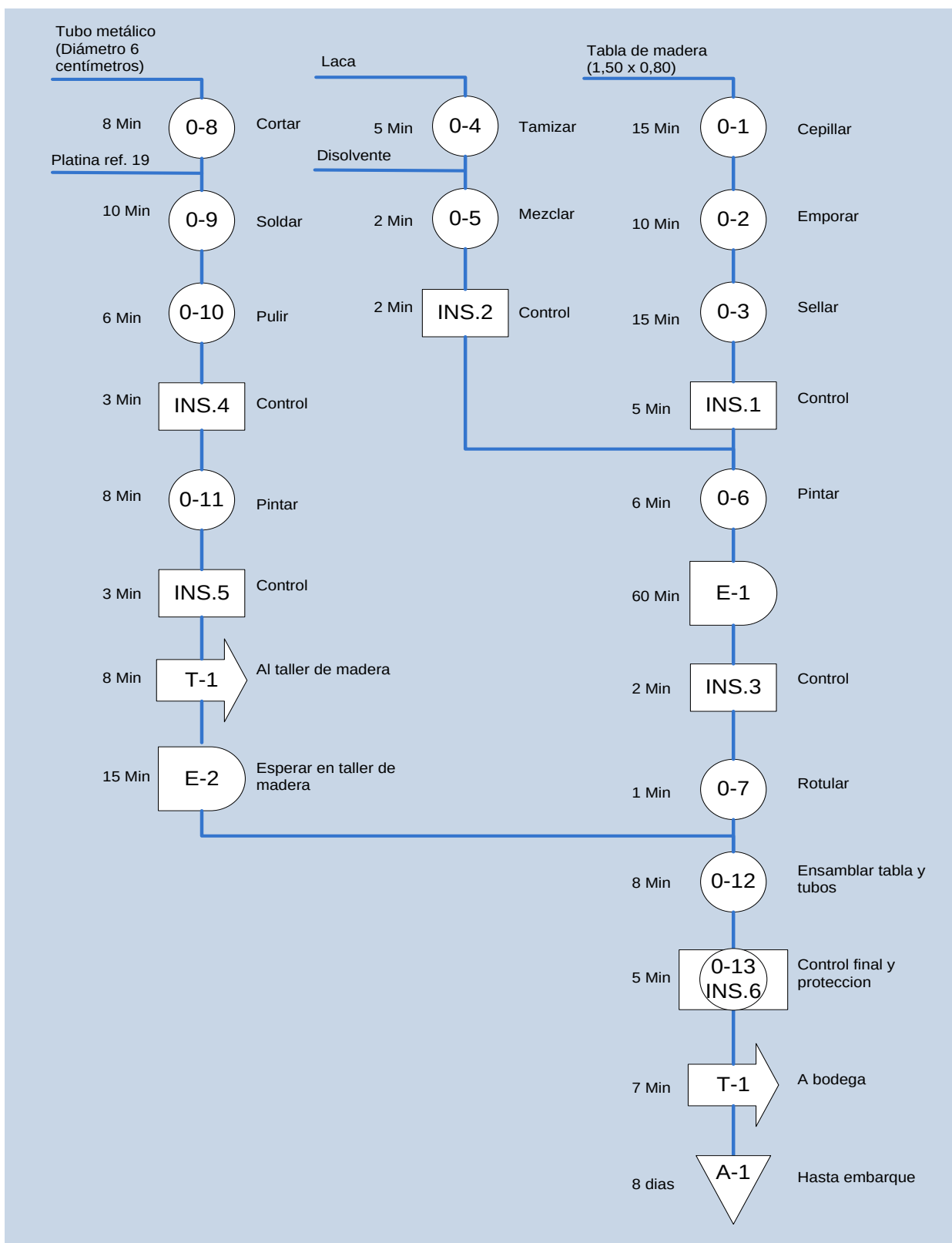
Este diagrama es valioso al registrar costos ocultos no productivos, tales como: Distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales, entre otros factores.

Por ser un poco más específico, es importante definir su alcance a través de una división básica:

- Diagrama de operario: Se registra lo que hace la persona.
- Diagrama de material: Se registra como se manipula.
- Diagrama de equipo: Se registra como se usa.

El de los materiales es más útil para echar un vistazo general a las operaciones de producción, mientras que el del operario es mejor para las operaciones de mantenimiento o servicio.

Ejemplo. Fabricación de mesa...



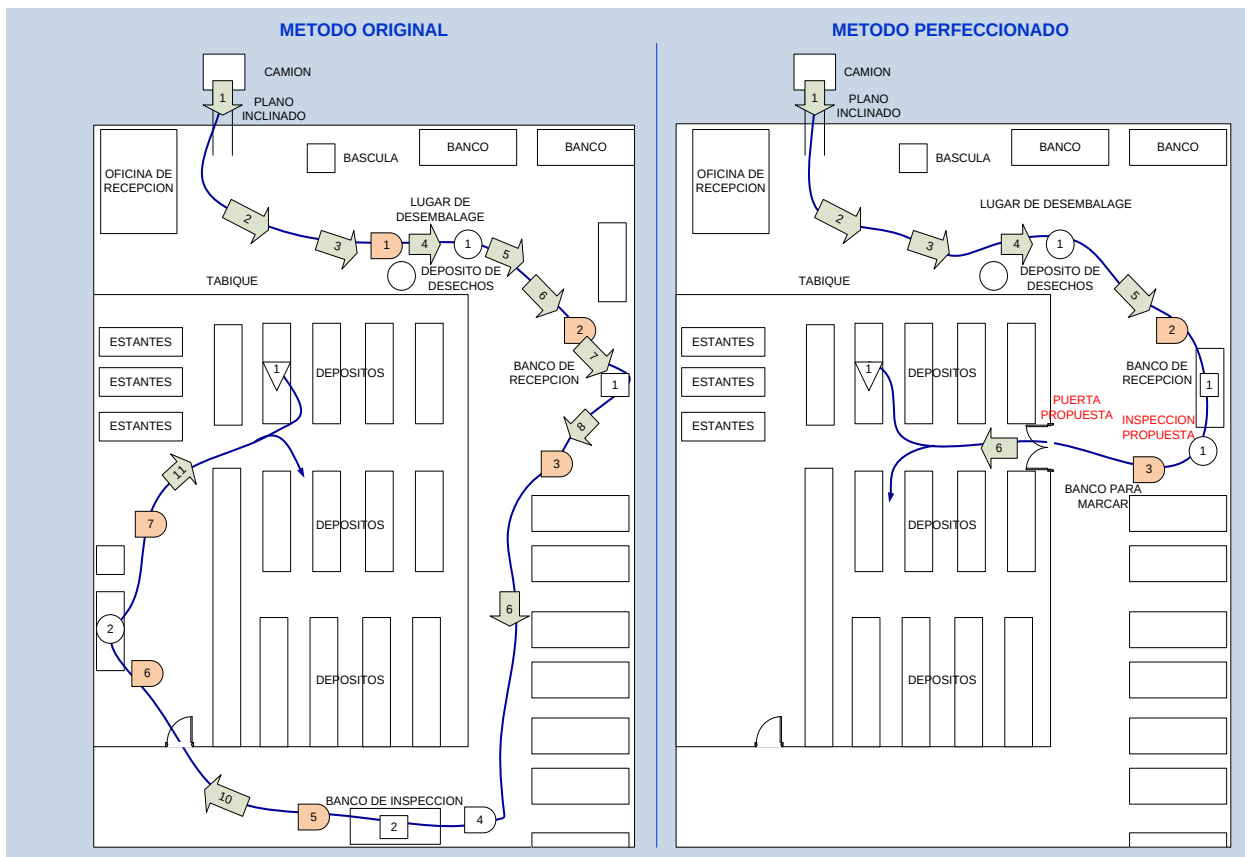
✓ Diagrama de flujo de recorrido:

Es el esquema de la disposición de todos los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades que se desarrollan. Se conoce también como diagrama de hilos.

La ruta del material o del operario se sigue por medio de líneas, la dirección del movimiento va acorde con la dirección del flujo o recorrido. Cuando sea conveniente mostrar el movimiento de una o más personas en el mismo diagrama deben identificarse con diferentes colores, lo mismo si es actual o propuesto.

Es un factor importante porque muestra los retrocesos, los recorridos excesivos y los congestionamientos de tráfico. Es útil porque se pueden visualizar espacios para añadir una instalación, para ver áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. Sirve de guía para una mejor distribución de locaciones en la planta.

Ejemplo. Recepción, inspección y numeración de piezas...



✓ **Diagrama de flujo de procesos multicolumnas:**

Es útil cuando se tienen varias personas trabajando en grupo o varios componentes en un producto o procedimiento. Sirve para visualizar acciones simultáneas, acciones alternas, o cuando una operación afecta o se ve afectada por otra. El flujo que sigue es la secuencia de tiempo relativa a los diversos pasos.

✓ **Diagramas de actividades múltiples o Hombre-Maquina**

Se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas. Este diagrama puede ayudar a lograr una utilización más completa tanto del trabajador como de la máquina y un mejor balance del ciclo de trabajo.

La clasificación para este tipo de trabajo se da por:

REPRESENTACION	SIGNIFICADO	DESCRIPCION
	TRABAJO INDEPENDIENTE	Para el operario es trabajar independientemente de la máquina o de otro operario. Para la máquina, esto incluye el tiempo en que efectivamente realiza el trabajo sin servicio del operario.
	TRABAJO COMBINADO	Para el operario incluye el trabajo con una máquina u otro operario. Para la máquina incluye el tiempo en que está en operación y requiriendo servicios de un operario.
	ESPERA	Se usa cuando el operario espera a la máquina o viceversa.

Ejemplo. Fresado de una pieza de hierro fundido

Diagrama de actividades múltiples - Método Actual							
Diagrama núm. 8			Hoja núm. 1 de 1		Resumen		
PRODUCTO:					Actual	Propuesto	Economía
Pieza de fundición B. 239				Tiempo del ciclo	(minutos)		
Plano núm. B. 239/1				Operario	2,0		
				Máquina	2,0		
PROCESO:				Tiempo de trabajo			
Fresado segunda cara				Operario	1,2		
				Máquina	0,8		
Máquina (s):		Velocidad	Avance	Tiempo inactivo			
Fresadora vertical		80 r/min	38cm/min	Operario	0,8		
				Máquina	1,2		
Operario:				Utilización			
Compuesto por:			Ficha núm. 1234	Operario	60%		
			Fecha:	Máquina	40%		
Tiempo	OPERARIO			MAQUINA			Tiempo
	Saca pieza terminada			Inactivo			
0,2	Limpia con aire comprimido						0,2
	Calibra profundidad en placa						0,4
0,4							
	Debasta borde con lima						0,6
0,6	Limpia con aire comprimido						
	Coloca en cajas piezas acabadas						0,8
0,8	Recoge otra pieza						
	Limpia la maquina con aire comprimido						1
1							
	Coloca pieza en soporte; pone en marcha la maquina y el autoavance						1,2
1,2							
	Inactivo			Trabajando Fresado según cara			
1,4						1,4	
1,6						1,6	
1,8				1,8			
2				2			

Diagrama de actividades múltiples - Método Propuesto							
Diagrama núm. 9		Hoja núm. 1 de 1		Resumen			
PRODUCTO:					Actual	Propuesto	Economía
Pieza de fundición B. 239				Tiempo del ciclo	(minutos)		
Plano núm. B. 239/1				Operario	2,0	1,36	0,64
				Máquina	2,0	1,36	0,64
PROCESO:				Tiempo de trabajo			
Fresado segunda cara				Operario	1,2	1,12	0,08
				Máquina	0,8	0,8	0
Máquina (s):		Velocidad	Avance	Tiempo inactivo			
Fresadora vertical		80 r/min	38cm/min	Operario	0,8	0,24	0,56
				Máquina	1,2	0,56	0,64
Operario:		Ficha núm. 1234		Utilización			Mejora
Compuesto por:		Fecha:		Operario	60%	83%	23%
				Máquina	40%	59%	19%
Tiempo	OPERARIO			MAQUINA			Tiempo
0,2	Saca pieza terminada			Inactiva			0,2
0,4	Limpia la maquina con aire comprimido Coloca otra pieza en soporte pone en marcha la maquina y el autoavance						0,4
0,6							0,6
0,8	Debasta borde con lima Limpia con aire comprimido			Trabajando Fresado según cara			0,8
1	Calibra profundidad en placa Coloca pieza en cajón piezas acabadas						1
1,2	Recoge otra pieza y la deposita cerca de maquina						1,2
1,4	Inactivo						1,4
1,6							1,6
1,8							1,8
2							2

✓ Diagrama del lugar de trabajo o Bimanual

Del principio general del mejoramiento inicial de los métodos generales se procede entonces al individual. Aplicando los mismos principios se puede estudiar al operario en su lugar de trabajo.

De igual manera el interés es utilizar de una mejor forma las máquinas, herramientas y material existente, mediante el establecimiento de la mejor forma de ejecutar la tarea.

Los elementos se grafican en columnas verticales paralelas para mostrar las actividades simultáneas. Se puede mostrar, en el mismo diagrama, la

distribución del lugar de trabajo. Este diagrama se usa esencialmente para los trabajos completamente repetitivos.

- **Economía de movimientos:**

Para ayudar a analizar el diagrama se generaron unos principios de economía de movimientos (Gilbreth) que se pueden clasificar en tres (3) aspectos principales:

- Utilización del cuerpo humano.
- Distribución del lugar de trabajo.
- Distribución de las máquinas y herramientas.

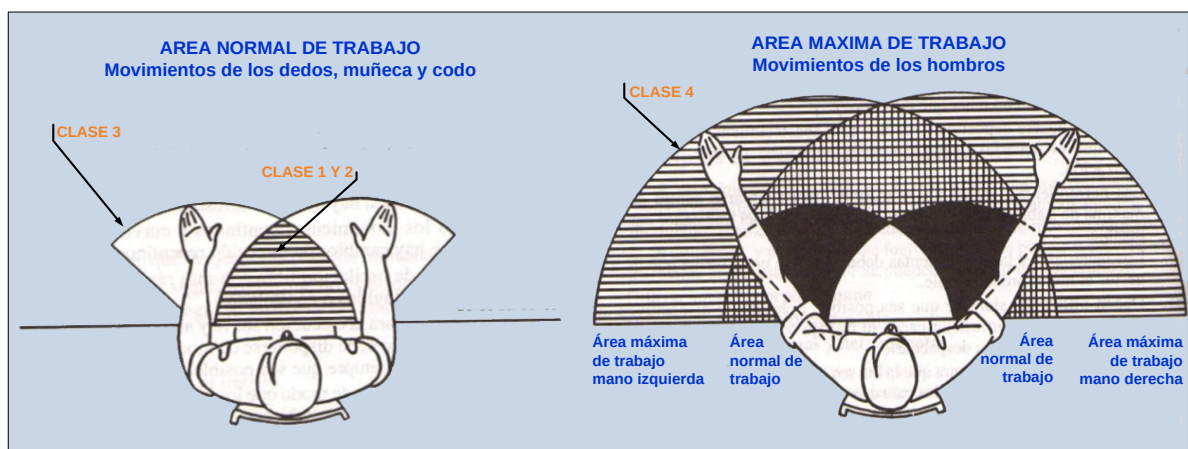
Estos principios no son más que el resultado de la experiencia y constituyen una base para planear mejoras a los métodos en el sitio de trabajo. Se dicen que son 20 los principios que rigen a la economía de movimientos.

- **Clasificación de movimientos:**

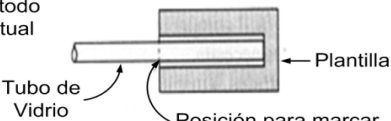
Uno de los principios más importantes corresponde al uso de la "clase más baja posible" y se basan en la parte del cuerpo que sirve de eje a las que se mueven.

CLASIFICACION DE MOVIMIENTOS		
Clase	Punto de apoyo	Parte del cuerpo empleada
1	Nudillos	Dedos
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos

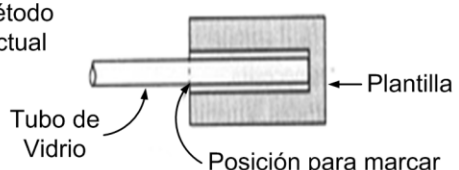
Es evidente entonces, que entre más baja sea la clase más movimientos se ahorrarán y por el contrario si se sube, entran en movimiento más partes del cuerpo.



Ejemplo. Corte de tubo de vidrio...

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL									
DIAGRAMA N°2 hoja núm. 1 de 1					DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO				
DIBUJO Y PIEZA: Tubo de vidrio de 3mm diam. y 1m de long.					Método Actual 				
OPERACIÓN: Cortar trozos de 1.5 c									
LUGAR: Talleres generales									
OPERARIO:									
COMPUESTO POR: FECHA									
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA									DESCRIPCION MANO DERECHA
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Recoge lima
Hasta plantilla	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Mete tubo en plantilla	•	•	•	•	•	•	•	•	Lleva lima hasta el tubo
Empuje hasta fondo	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Muesca tubo con lima
Retira un poco tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Hacer girar tubo 120°/180°	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Empuje hasta el fondo	•	•	•	•	•	•	•	•	Acerca lima a tubo
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Muesca tubo
Retira tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Pone lima en mesa
Pasa tubo a la derecha	•	•	•	•	•	•	•	•	Va hasta tubo
Dobla tubo para partirlo	•	•	•	•	•	•	•	•	Dobla tubo
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Suelta trozo cortado
Corre a otra parte del tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Va hasta lima

RESUMEN		
	IZQUIERDA	DERECHA
Operaciones	8	5
Transportes	2	5
Espera	0	0
Sostener	4	4
Inspecciones	0	0
TOTAL	14	14

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL									
DIAGRAMA N°2 hoja núm. 1 de 1					DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO				
DIBUJO Y PIEZA: Tubo de vidrio de 3mm diam. y 1m de long.					Método Actual  Tubo de Vidrio Plantilla Posición para marcar				
OPERACIÓN: Cortar trozos de 1.5 c									
LUGAR: Talleres generales									
OPERARIO:									
COMPUESTO POR: FECHA									
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➡	◐	▽	○	➡	◐	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Recoge lima
Hasta plantilla	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Mete tubo en plantilla	•	•	•	•	•	•	•	•	Lleva lima hasta el tubo
Empuje hasta fondo	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Muesca tubo con lima
Retira un poco tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Hacer girar tubo 120°/180°	•	•	•	•	•	•	•	•	Sostiene lima
Empuje hasta el fondo	•	•	•	•	•	•	•	•	Acerca lima a tubo
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Muesca tubo
Retira tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Pone lima en mesa
Pasa tubo a la derecha	•	•	•	•	•	•	•	•	Va hasta tubo
Dobla tubo para partirlo	•	•	•	•	•	•	•	•	Dobla tubo
Sostiene tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Suelta trozo cortado
Corre a otra parte del tubo	•	•	•	•	•	•	•	•	Va hasta lima

RESUMEN		
	IZQUIERDA	DERECHA
Operaciones	8	5
Transportes	2	5
Espera	0	0
Sostener	4	4
Inspecciones	0	0
TOTAL	14	14

✓ Estudio de micromovimientos

En las operaciones de ciclo muy corto (repeticiones de miles de veces: Empaquetar caramelos, encajonar latas), vale la pena desarrollar la operación con mucho más detalle.

En la actualidad se utilizan tiempos predeterminados y sobre todo la película fotográfica y el video. Las ventajas de estas últimas se centran en

el registro con más detalle y en la documentación más exacta que proporcionan.

Etapas 3. Análisis de la operación

Después de haber obtenido la información necesaria y suficiente que permita seguir desarrollando el estudio, se procede entonces a realizar un análisis crítico de la situación. Existen diferentes procedimientos para esto; este curso se centrará en uno de ellos: Interrogatorio.

La técnica del interrogatorio permite someter a cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Las actividades vistas se pueden clasificar en dos grandes categorías:

- ✓ Aquellas en que le sucede efectivamente algo a la materia objeto, (actividades de preparación, operaciones activas y actividades de salida)
- ✓ Aquellas en las que no se toca la materia objeto, (almacenamiento y demora).

Las operaciones activas son consideradas productivas; las demás por más necesarias que sean, se consideran improductivas.

Adicional a la observación directa, es de vital importancia realizar preguntas preliminares y de fondo, que giren entorno a: Propósito, Lugar, Tiempo, Persona y Método; con el objeto de eliminar, combinar o simplificar las actividades. Esta es una regla fundamental antes de intentar cualquier mejoramiento. Las preguntas pueden ser:

- ✓ **Propósito:** ¿Cuál es el objetivo?, ¿Qué se hace en realidad?, ¿Por qué hay que hacerlo?, ¿Qué otra cosa podría hacerse?, ¿Qué debería hacerse?
- ✓ **Lugar:** ¿Dónde se hace?, ¿Por qué se hace allí?, ¿En qué otro lugar podría hacerse?, ¿Dónde debería hacerse?
- ✓ **Tiempo:** ¿Cuándo se hace?, ¿Por qué se hace en ese momento?, ¿Cuándo podría hacerse?, ¿Cuándo debería hacerse?
- ✓ **Persona:** ¿Quién lo hace?, ¿Por qué lo hace esa persona?, ¿Qué otra persona podría hacerlo?, ¿Quién debería hacerlo?

- ✓ **Métodos:** ¿Cómo se hace?, ¿Por qué se hace de ese modo?, ¿De qué otro modo podría hacerse?, ¿Cómo debería hacerse?

Otras preguntas de importancia: ¿Por qué ese diseño de producto?, ¿Por qué ese material?, entre otras.

Etapas 4. Métodos nuevos o mejorados

En la elaboración misma de los procedimientos actuales, se da origen a propuestas de cambios en las formas de realizar el trabajo.

En muchos casos, el estudio de los métodos señala varios cambios posibles, en consecuencia, varios métodos nuevos posibles. Algunos se pueden implantar de inmediato, mientras que otros pueden requerir que se adopten previamente otras medidas.

Para tomar decisiones se necesita disponer de información adecuada sobre los diversos métodos, los resultados probables de los cambios propuestos y los costos de la implantación.

✓ **Diseño**

Antes de evaluar cualquier método es indispensable pensar en el diseño adecuado de los diferentes componentes del método mismo. Podría pensarse entonces en cada uno (o en la mayoría) de los siguientes aspectos:

- *Diseño del trabajo manual:* Es indispensable tener en cuenta el sistema óseo muscular y la fisiología humana con todos los músculos necesarios para cualquier movimiento. Se debe tener en cuenta aspectos como: máxima fuerza muscular (relación fuerza-velocidad), uso del momento y movimiento balísticos, entre otras cosas.
- *Diseño de tarea*

Se debe tener en cuenta:

- Tipo de fuerza, músculo o, postura, tiempo de resistencia vs. nivel de esfuerzo. Ciclos de trabajo y reposo (cortos y frecuentes).
- Sexo, edad, derecho o zurdo y condición física.

- Movimientos precisos o control fino y Movimientos simétricos y simultáneos (círculo y cuadrado). Uso continuo de movimientos curvos.
- Uso de movimientos de categoría más baja (el tiempo de la tarea aumenta con el nivel de la categoría).
- Trabajo con manos y pies al mismo tiempo (sujeciones, expulsiones, alimentaciones).
- Minimización de la vista fija.
- Diseño del lugar de trabajo, equipo y herramienta.

En este caso se debe tener en cuenta la antropometría y diseño para casos extremos (personas de gran estatura, por ejemplo) o para el promedio y diseño para que sea ajustable. Tres aspectos son relevantes:

- **El lugar de trabajo:** Altura de la superficie de trabajo, Altura del codo, según la tarea, Sillas (Operario sentado / parado, ajuste asiento), localización de herramientas y materiales (Dentro del área, fijas), Uso de la gravedad para alcanzar y mover.
 - **Máquinas y equipos:** Combinación de actividades, Localización dispositivos de control: (Accesibilidad y fuerza), Dispositivos para sostener, Señales de luz, acústicas, tacto.
 - **Herramientas:** Tipo de agarre, Carga muscular (Evitar estática prolongada), Herramientas para uso de cualquier mano y cualquier individuo, Acciones repetitivas de los dedos, Agarraderas (diámetros, longitudes, para dos manos, formas, tipo de superficie), Peso de herramientas, Herramientas de potencia, Elementos de protección para el uso.
- *Diseño del entorno de Trabajo*

En términos generales, ya que seguramente se trata mejor en un curso de salud ocupacional, lo que se debe tener en cuenta es:

- Iluminación: Visibilidad, Iluminancia, Fuentes de luz, Distribución de la luz, Reflejo, Color.

- Ruido: Medición, pérdida audición, dosis de ruido, efectos en el desempeño, control de ruido, protección.
- Temperatura: Tensión por calor, métodos de control, tensión por frío.
- Ventilación: Olores, calor, vapores. Aire fresco: General, local o puntual. » Vibración: Frecuencia, amplitud, velocidad, aceleración y sacudida.
- Radiación, Seguridad (Mantenimiento general, equipo de protección, capacitación, administración médica), Horarios de trabajo (trabajo por turno, tiempo extra, tiempo flexible).

✓ **Evaluación de nuevos métodos**

Determinar qué beneficios y costos, en un sentido muy amplio, están vinculados con cada cambio potencial. Al examinar los beneficios deben incluirse los que se pueden expresar únicamente en términos cualitativos.

Para incluir los factores cualitativos junto a los cuantitativos, se deben transformar juicios subjetivos en resultados numéricos, agrupándolos en una evaluación global.

Un enfoque corriente es el uso de puntuaciones y ponderaciones, en donde se enumeran los diversos factores que guardan relación con las posibles soluciones y se asigna una ponderación relativa a cada factor (importante el consenso). Cada método recibe una puntuación y los puntos de cada factor se multiplican por el índice de ponderación.

Ejemplo. Puntuaciones y ponderaciones

	Ponderación	Puntos		Factor
Reducción de costos	4	1	✗	4
Flexibilidad de M.O.	2	4	✓	8
Aumento de la producción	1	4	✗	4

La principal ventaja de este método es que obliga a tomar en cuenta todos los factores y a reflexionar acerca de la importancia relativa de cada uno.

A veces es posible recurrir a técnicas de apoyo como matrices y árboles de decisión. Al igual que otras técnicas, no son más que un marco por medio del cual se pueden realizar juicios de valor.

Los resultados de esta fase de evaluación se incluyen en el informe del proyecto con la recomendación de una línea de acción.

Cualquier informe de este tipo debe ser: Acertado, Breve y Claro. Las conclusiones no deben sorprender a los lectores, pues el estudio ha sido objeto de discusiones. Si la investigación se ha realizado de una manera estructurada y sistemática y el informe se ha elaborado correctamente, se estará en una situación óptima para adoptar una decisión racional.

✓ **Definir método perfeccionado**

Una vez tomada la decisión de los cambios, es importante definir claramente el nuevo método. En todos los tipos de trabajo, se debe consignar por escrito las normas de ejecución (normalización) u hojas de instrucciones, que tienen varios propósitos:

- Dejar constancia del método perfeccionado con detalles necesarios.
- Explicar nuevo método a los interesados.
- Informar sobre necesidades de equipos, materiales, mano de obra, etc.
- Facilitar la formación o reinducción de operarios.
- Servir de guía para posteriores estudios de tiempos que se hacen para fijar estándares.

Una hoja de instrucciones, normalmente suficiente, indica en términos sencillos los métodos que debe aplicar el operario. Por lo general se necesitan tres tipos de datos:

- Herramientas y equipos que se utilizarían y condiciones generales de trabajo.
- Método que se aplicará. El detalle depende de la naturaleza de la tarea y del volumen probable de producción.
- Un diagrama de la disposición del lugar de trabajo y posiblemente un croquis de las herramientas, plantillas y dispositivos de fijación especiales.

✓ **Establecer el método mejorado**

En esta fase se necesita la cooperación activa de la dirección y de los trabajadores. Toman importancia cualidades personales del analista, tales como: Capacidad para explicar, aptitud y actitud para inspirar confianza, entre otras posibles.

La implantación del nuevo método puede subdividirse en:

- Obtener la aprobación de la dirección.
- Conseguir que acepte el cambio el jefe del área.
- Conseguir que acepten el cambio los operarios interesados.
- Enseñar el nuevo método.
- Seguir de cerca la marcha del trabajo hasta estar seguro del cumplimiento.
- Especial cuidado con los cambios que influyen en el número de trabajadores, (equipos de trabajo).

✓ **Preparar la introducción de cambios**

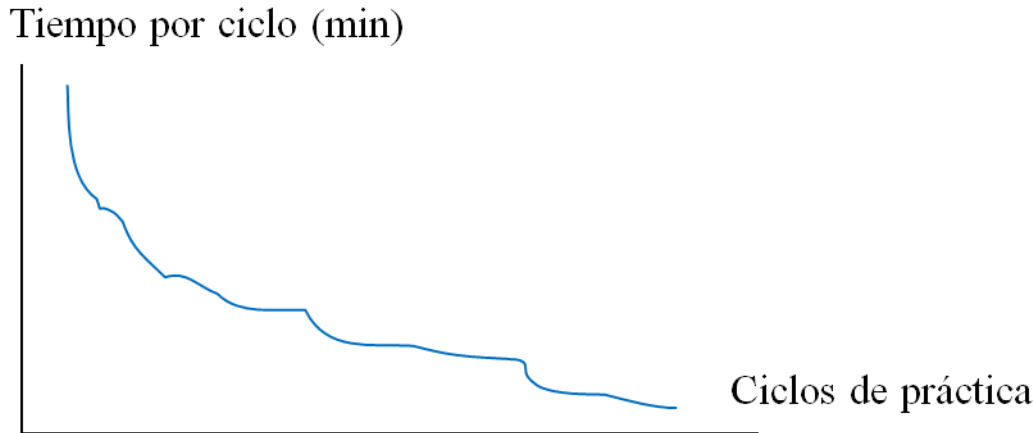
Es más probable que los trabajadores acepten nuevos métodos si se les ha permitido participar en su establecimiento. Se debe pedir a los trabajadores que presenten sus sugerencias o ideas sobre las mejoras que se puedan hacer (normalmente las tienen) y después de recolectadas es necesario hacer el debido reconocimiento. Una cooperación entusiasta de todos los niveles solo se logra si se tiene confianza de parte y parte.

La sustitución de un método existente por un método mejorado debe tener un plan global de aplicación que asegure la introducción del nuevo método. Actividades tales como: Compra o construcción de un nuevo equipo, herramientas, dispositivos, etc., deben ser previstas.

En la capacitación o readaptación de los operarios lo importante es crear el hábito de hacer la tarea correctamente. Cualquier metodología es válida para hacer del método un nuevo hábito: Diapositivas, películas, videos, hojas de instrucciones, etc.

Experiencias pasadas han demostrado que en las primeras etapas de aprendizaje, los periodos de descanso deben ser superiores a los periodos

de prácticas. Cuando el operario empieza a desarrollar mejor el método, lo anterior se invierte completamente. A esto se le puede denominar curva de aprendizaje:



Curva de Aprendizaje

✓ Controlar el cambio

Si en la etapa anterior se habían previsto las tareas que constituían un requisito previo, en esta es importante asegurarse que han sido completadas en los tiempos previstos. Se debe elegir la fecha del cambio más conveniente posible, particularmente cuando se han de efectuar transformaciones radicales. En ocasiones se piensa hacer los cambios en horas no laborales para causar la mínima interrupción de la producción normal.

Para una sustitución sencilla, el mecanismo de control puede ser un simple registro de actividades, pero si el cambio es más complejo se puede pensar en técnicas de planificación y control de proyectos.

Etapa 5. Mantenimiento de nuevos métodos

Una vez implantado el nuevo método, es importante mantenerlo en uso tal como estaba especificado y no permitir que se vuelva a lo de antes o introduzcan elementos no previstos. Es necesario mantener en vigilancia la aplicación de nuevos métodos y si se ve que se pueden hacer mejoras nuevamente, es necesario proceder oficialmente a fijar nuevas normas.

Normalmente se requiere del establecimiento de un procedimiento formal de control o de verificación, esto conlleva a definir exactamente los periodos de revisión que tendrá el método.

2.1.3 Análisis de Problemas y Decisiones (Extraído de *El directivo Racional. Kepler y Tragoe*)

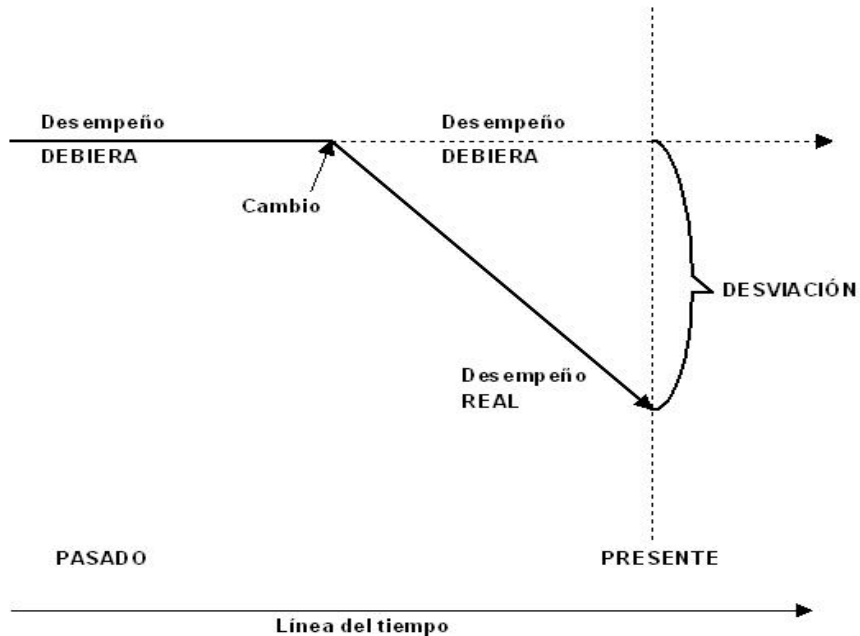
2.1.3.1 Análisis de Problemas

En todas las organizaciones deben tomarse decisiones y realizarse Acciones. La habilidad que se pueda tener para resolver problemas dependerá críticamente de cuán bien se conceptualicen las conexiones causales entre lo que se hace y lo que se quiere. El análisis de problemas proporciona habilidades necesarias para explicar cualquier situación en la que no se está logrando el nivel esperado del desempeño.

La solución de problemas implica un razonamiento causa efecto. Debemos relacionar el efecto con la causa, sólo así podremos estar seguros de tomar la acción adecuada, que resuelve el problema y evita que se vuelva a presentar. La óptima solución no es el resultado de conocer todas las cosas que pueden producir un efecto particular y después escoger una acción correctiva dirigida en contra de la causa más frecuente observada. El análisis de problemas es un proceso sistemático de solución de problemas, no rechaza el valor de la experiencia y de los conocimientos técnicos.

- **Estructura de un Problema**

Para aclarar, es importante definir que es un problema, según los autores Kepler y Tragoe lo definen como algún tipo de desviación de una norma, que alguien considera importante y necesario restablecer. Es algo que ha salido mal inexplicablemente y su detección se inicia con una noción clara de lo que debiera suceder. Por otro lado, se dice que se alcanza un estándar de desempeño cuando todas las condiciones requeridas para una actuación aceptable se presentan como DEBIERA. Este cambio puede ser para bien o para mal (cambios positivos o negativos).



Si el desempeño alguna vez alcanzó el “DEBIERA” y ya no es así, es que ha ocurrido un cambio, ese cambio es el objetivo del análisis de problemas. Sin embargo hay casos en que nunca coincidieron el “ES” con el “DEBIERA”, estos casos se llaman problema de arranque.

- **Tipos de Problemas**

Existen dos tipos de problemas:

- Aquellos que implican destrucción, eliminación o moderación de algo que está presente pero indeseado. (orientado negativamente trata de eliminar una fuente de descontento)
- Aquellos que implican la adquisición ó el logro de algo ausente que se desea. (orientado positivamente trata de tener acceso a una fuente de satisfacción)

“Debemos tener en cuenta que en la mayoría de los casos, eliminar lo que no se quiere, no es equivalente a obtener lo que se quiere”.

- **Pasos del Análisis de Problemas (Método Kepler y Tragoe)**

En este método, el problema se especifica haciendo preguntas tanto del objeto afectado como del defecto mismo mediante cuatro dimensiones: la identidad de la falla (¿Qué?), el lugar donde ocurre (¿Dónde?), su ubicación en el tiempo (¿Cuándo?) y la magnitud o tamaño (¿Cuánto?); contrastándose cada una de ellas con "LO QUE ES" y "LO QUE NO ES" o con lo que "PUDIERA SER" pero "NO ES".

El mayor beneficio de la técnica es la sistematización del análisis de los problemas, que si bien, en ocasiones por intuición o sentido común hemos analizado los problemas como los autores lo proponen, no lo hemos realizado en forma estructurada.

Es un proceso que converge, contrario a la técnica Causa-Efecto que diverge, evita las preguntas inútiles, es de fácil manejo, pero se requiere de un conocimiento profundo del sistema objeto de estudio.

Es recomendable utilizarla para identificar, describir y analizar problemas operativos de tipo técnico, proporcionando un medio sistemático para extraer la información esencial de una situación problemática y hacer a un lado la información irrelevante o confusa. A continuación se presentan los pasos del método mencionado..

Ejemplo. Caso Disparo de un turbo generador en la planta eléctrica de un complejo procesador de gas (Extraído de “SANCHEZ, Gabriel Técnicas participativas para la planeación. Análisis KT)

ANTECEDENTES

Para el consumo de energía eléctrica, un Complejo Procesador de Gas dispuso de una planta eléctrica, la cual contaba con cuatro turbogeneradores de gas.

Atendiendo al Programa Anual de Mantenimiento y Modernización de la planta, se aplicó la rutina de mantenimiento preventivo, consistente en el balanceo de rotor, cambio de aceite, revisión de aislamientos, sustitución de partes con desgaste, etc., a los cuatro turbogeneradores secuencialmente y se procedió a cambiar los correspondientes sistemas de excitación.

En forma particular, el Turbo Generador 2 (TG2), requirió de cojinetes, por el desgaste que presentaban. Al entrar en operación los turbogeneradores, lo hicieron adecuadamente. Sin embargo, 15 días después el TG2 sufrió un disparo. Se revisaron todos los puntos posibles de falla, de acuerdo al análisis histórico y la tendencia de las variables, volviéndose a poner en marcha. Sin embargo luego de un par de horas se volvió a disparar. El reporte del sistema de control determinaba un sobrecalentamiento y alta vibración.

PASO1. Definición del Problema: Disparo en el turbo generador 2 (TG2)

PASO 2. Descripción del problema: Se describe el problema en las cuatro dimensiones mencionadas, en el contexto de lo que “ES” y “NO ES”

PREGUNTAS DE ESPECIFICACIÓN	LO QUE ES	LO QUE NO ES
IDENTIDAD ¿Qué? Objeto – Defecto	ES el Turbogenerador 2.	PUDIERA SER pero NO ES en los turbos 1, 3 y 4.
UBICACIÓN ¿Dónde? Se observó la falla	ES en la parte de generación.	NO ES en otros lugares. NO ES en la turbina, sensores o el sistema de control.
TIEMPO ¿Cuándo? Se observó la falla	ES observada quince días después del mantenimiento al TG2.	NO ES vista antes del mantenimiento.
MAGNITUD ¿Cuánto? ¿Qué tanto impacto?	ES la no disponibilidad total del TG2.	NO ES la pérdida parcial de la energía generada por el TG2.

PASO 3. Extracción de la información Clave: se identifican las distinciones y los cambios con respecto a lo descrito en lo que “ES”, visualizándose las posibles causas del problema.

PREGUNTAS DE ESPECIFICACIÓN	LO QUE ES	LO QUE NO ES	DISTINCIÓN	CAMBIO
IDENTIDAD ¿Qué? Objeto – Defecto	ES el Turbogenerador 2.	PUDIERA SER pero NO ES en los turbos 1, 3 y 4.	Al TG2 se le realizó cambio de cojinetes.	Se instalaron durante el mantenimiento preventivo.
UBICACIÓN ¿Dónde? Se observó la falla	ES en la parte de generación.	NO ES en otros lugares. NO ES en la turbina, sensores o el sistema de control.		Se realizó cambio de los sistemas de excitación.
TIEMPO ¿Cuándo? Se observó la falla	ES observada quince días después del mantenimiento al TG2.	NO ES vista antes del mantenimiento.	Se realizó mantenimiento quince días antes de presentarse la falla.	
MAGNITUD ¿Cuánto? ¿Qué tanto impacto?	ES la no disponibilidad total del TG2.	NO ES la pérdida parcial de la energía generada por el TG2.		

PASO 4. Pruebas para deducir la causa más probable: En este caso la causa más probable resulto ser que los cojinetes que se colocaron durante el mantenimiento, no fueron colocados adecuadamente o sufrieron desgaste prematuro, ya que dicha causa explica los datos de “ES” y los del “NO ES” de cada dimensión.

PREGUNTAS DE ESPECIFICACIÓN	LO QUE ES	LO QUE NO ES	DISTINCIÓN	CAMBIO
IDENTIDAD ¿Qué? Objeto – Defecto	ES el Turbogenerador 2.	PUDIERA SER pero NO ES en los turbos 1, 3 y 4.	Al TG2 se le realizó cambio de cojinetes.	Se instalaron durante el mantenimiento preventivo.
UBICACIÓN ¿Dónde? Se observó la falla	ES en la parte de generación.	NO ES en otros lugares. NO ES en la turbina, sensores o el sistema de control.		Se realizó cambio de los sistemas de excitación.
TIEMPO ¿Cuándo? Se observó la falla	ES observada quince días después del mantenimiento al TG2.	NO ES vista antes del mantenimiento.	Se realizó mantenimiento quince días antes de presentarse la falla.	
MAGNITUD ¿Cuánto? ¿Qué tanto impacto?	ES la no disponibilidad total del TG2.	NO ES la pérdida parcial de la energía generada por el TG2.		
CAUSA MAS PROBABLE ¿. Por qué? Y ¿Cómo sucedió?	Los cojinetes que se colocaron durante el mantenimiento, no fueron colocados adecuadamente o sufrieron un desgaste prematuro.			

PASO 5. Verificación de la Causa real:

Por cuestiones de disponibilidad y de tiempo, no fue posible reproducir el efecto en otro Turbogenerador, ya que eso implicaría dejarlo fuera de actividad. Por otra parte, para invertir el cambio se requirió instalar los anteriores cojinetes, los cuales ya habían sido desechados.

Sin embargo, se ratificó la CAUSA, ya que cuando el área de mantenimiento realizó la revisión física de los nuevos cojinetes descubrió que no estaban realizando su operación por un desgaste prematuro de los mismos, lo cual provocaba vibración en el rotor y a su vez, este desbalance producía

2.1.3.2 Análisis de decisiones

El análisis de decisiones es un procedimiento sistemático basado en el patrón de razonamiento que todos usamos para hacer elecciones.

- Se aprecia el hecho de que debe hacerse una elección.
- Consideramos los factores específicos que deben ser satisfechos si la elección ha de tener éxito.
- Decidimos que tipo de acción satisfará mejor dichos factores.
- Consideramos que riesgos podrán vincularse a nuestra elección final de acción que podrán poner en peligro y seguridad su éxito.

Podemos emplear este patrón de razonamiento casi inconscientemente. Cuando enfrentamos elecciones sencillas y repetitivas, la memoria y la experiencia nos permiten considerar en fracciones de segundo los factores específicos que deben cumplirse. La buena toma de decisiones, como la buena resolución de problemas, depende de la experiencia y el juicio que producen resultados exitosos y una refutación de la excelencia directiva.

- **Elementos de una buena elección**

Hacer buenas elecciones depende de tres elementos:

- La calidad de nuestra definición de los factores específicos que deben ser satisfechos.
- La calidad de nuestra evaluación de las alternativas disponibles.

- La calidad de nuestra comprensión de lo que pueden producir esas alternativas (para bien o para mal).

“Una buena decisión sólo puede ser tomada en el contexto de lo que necesita hacerse”.

El propósito es identificar lo que necesita hacerse, evaluar las alternativas disponibles con respecto a los criterios definidos e identificar los riesgos implicados

El enunciado de la decisión siempre indica algún tipo de acción y su resultado esperado

- **Principales elementos del análisis de decisiones.**

- Enunciado de la decisión, con que propósito, cual, como.
- Los objetivos para la decisión (criterios para la decisión).

Partimos de lo que se necesita realizarse, para llegar a la alternativa que mejor pueda realizarlo. Estos objetivos son medidas claras de los fines que queremos lograr, puesto que sólo con medidas claras podremos hacer elecciones razonadas, además la función de estos consiste en darnos una idea comparativa de las alternativas, un sentido del cual sería el resultado de cada alternativa en comparación con las demás. Si debemos elegir entre la línea de acción actual y una propuesta, entonces ambas deben considerarse como alternativas, evaluando sus resultados contra nuestros objetivos, de la misma manera en que lo haríamos si ambas hubieran sido propuestas.

Objetivos:

*Obligatorios: Deben cumplirse para garantizar una decisión exitosa, deben ser cuantificables.

*Deseados: No es necesario que sean satisfechos, nos dan una idea comparativa de las alternativas.

- Alternativas: si es ideal satisface perfectamente todas las condiciones que

Se establecen pero sin traer consigo nuevas dificultades. Normalmente no ocurre esto, por lo tanto debemos evaluar cada alternativa disponible

mediéndola contra todos nuestros objetivos. Es su cualidad relativa para cumplir con ellos lo que nos interesa.

- Las condiciones de la elección: las consecuencias adversas de todas las alternativas factibles. Debemos ubicarlas antes de que ocurran para poder tomar medidas que tiendan a evitarlas, normalmente no se hace. Para detectar las alternativas, debemos responder estas 5 preguntas.

1- Que requisitos para tener éxito hemos pasado por alto en las etapas anteriores.

2- Que factores dentro de la organización, con base en nuestra experiencia podrían perjudicar su aceptación o su implantación.

3- Que tipo de cambios dentro de la organización podrían perjudicar el éxito a largo plazo.

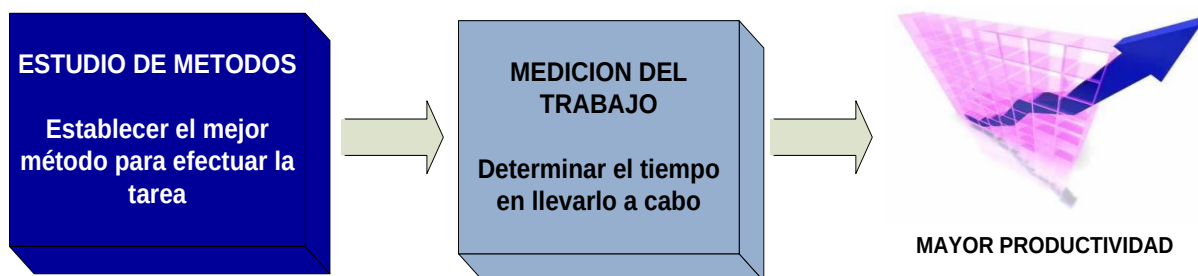
4- Que tipo de cambios extremos podrían perjudicar el éxito a largo plazo.

5- Que tipo de cosas tienden a causar problemas en la implantación de este tipo de decisión.

MODULO 2.2: MEDICION DEL TRABAJO

2.2.1 Definición de Medición del trabajo.

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Ahora bien, la medición del trabajo la ingeniería de métodos están relacionadas a través de la necesidad del mejoramiento.



Vale la pena observar que la medición del trabajo es un conjunto de técnicas afines que pueden usarse en conjunto o cada una por su lado.

- **Objeto de la medición.** El tiempo total de fabricación de un producto se puede ver aumentado por el tiempo improductivo añadido en el curso de la producción ya sea por deficiencias en la dirección o a la actuación de los trabajadores. Cualquiera que sea el caso, la productividad de la compañía se disminuye. de esta manera:
 - *Estudio de métodos* = Elimina movimientos innecesarios del material o de operarios y sustituye métodos malos por buenos.
 - *Medición del trabajo* = Investiga, reduce y elimina tiempo improductivo.

Una vez conocida la existencia del tiempo improductivo y averiguadas sus causas, se pueden tomar medidas para reducirlo. Allí se genera otra función de la medición del trabajo y es establecer tiempos tipos de ejecución de una operación.

La medición tener mayor oposición que el estudio de métodos porque es más probable que muestre las fallas de la misma dirección y además porque origina reacciones en cadena que permiten ir desnudando dificultades del trabajo suele a lo largo y ancho de la organización.

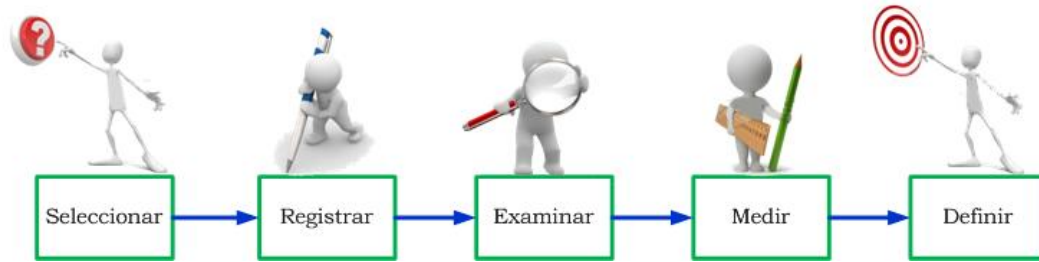
- **Usos de la medición**

Es de gran importancia el encontrar las causas de tiempo improductivo pero lo es más aún el fijar tiempos tipo o estándar; esto permite entre otras cosas:

- Comparar la eficacia de varios métodos en igualdad de condiciones.
- Distribución de la carga de trabajo.
- Número de máquinas que se pueden atender.
- Información básica para programación de producción: MO y máquinas.
- Información para presupuestos de ofertas, precios de venta y plazos de entrega.
- Costos de mano de obra y sistemas de incentivos salariales, entre otros asuntos.

- **Procedimiento básico**

El procedimiento elemental para hacer más fácil el proceso de mejoramiento, es:



Esto permitirá seleccionar el problema adecuado, registrar la información necesaria, enfrentar esta información con espíritu crítico y medir y definir los parámetros necesarios para mantener un proceso en constante mejora.

2.2.2 Estudio de tiempos

- **Definición**

Es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado¹

El estudio de tiempos se puede tornar difícil por las actitudes tanto del trabajador y la dirección de la empresa, el analista siempre está entre las dos partes: Estándares rigurosos o demasiada holgura. De allí la necesidad de definir muy bien los conceptos de trabajador calificado y nivel normal de desempeño.

En el concepto de manufactura ágil o flexible los estándares son una necesidad y con ellos se puede operar con mayor éxito una organización industrial. Este estudio se usa para determinar los estándares de tiempo para lograr una mejor planeación, programación, contratación, evaluación de la productividad, planes de pago, etc. El establecer los tiempos estándar es un paso más en el desarrollo de un centro de trabajo eficiente.

Para establecer estos estándares, se puede llegar a pensar en diferentes procedimientos. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- ✓ **Estimaciones de un experto:** Muy usado en el pasado, pero la experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos solo con ver un trabajo y determinar el tiempo.
- ✓ **Registros históricos:** Los estándares se pueden basar en registros de trabajo similares, realizados con anterioridad. Esta técnica informa cuanto tiempo llevó el realizar el trabajo, pero no cuanto tiempo debió tardar. En cualquier caso la información histórica es importante para diferentes fines.

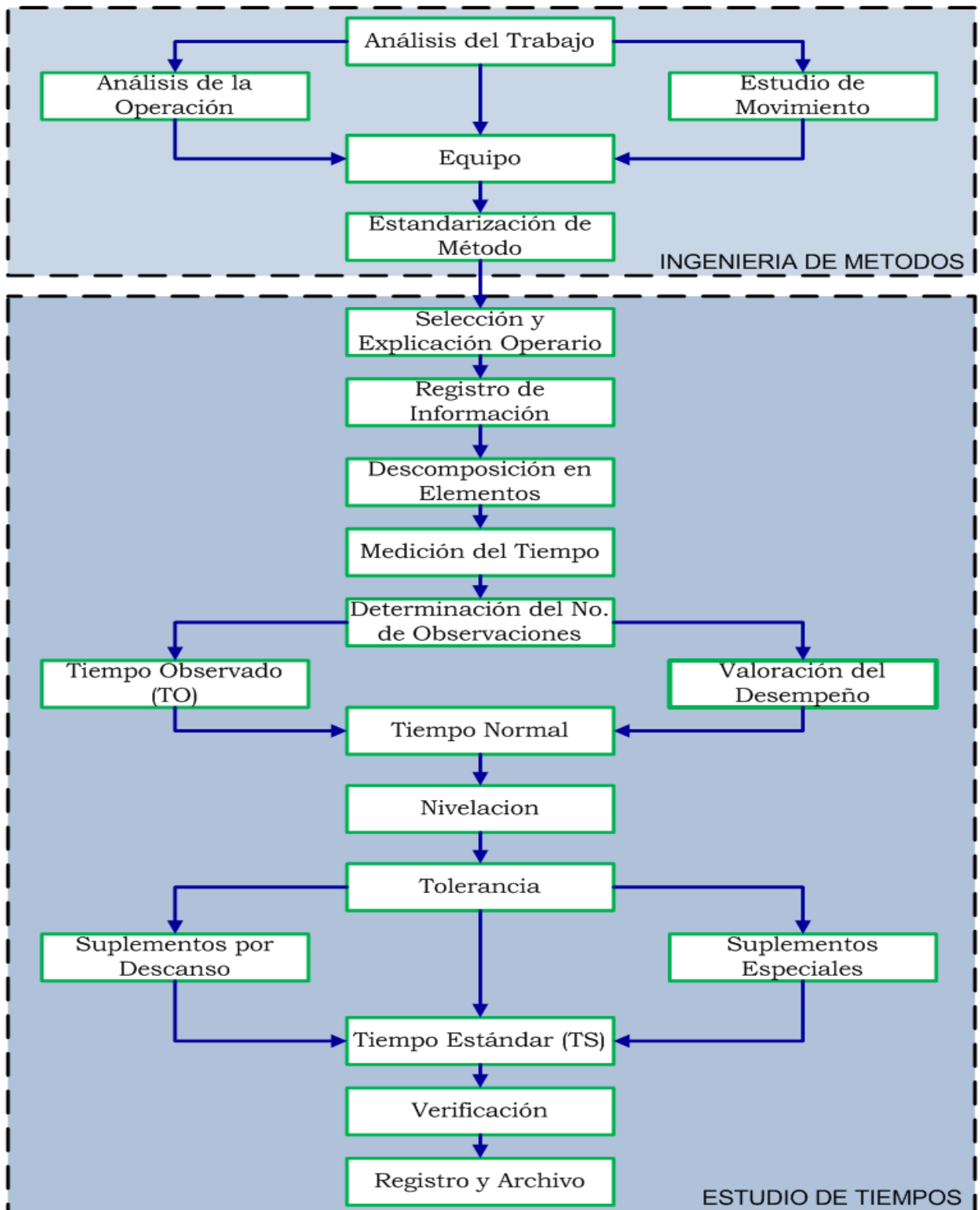
¹Maynard. «Manual del Ingeniero Industrial». William K. Hodson - Editor en jefe. McGraw Hill / Interamericana editores.(1996).

- ✓ **Procedimientos de medición del trabajo:** Estos a su vez son compuestos por diferentes técnicas, tales como: Estudio de tiempos con cronómetro, datos estándares, tiempos predeterminados, fórmulas de tiempos, estudios de muestreo del trabajo. Representan un mejor camino para establecer estándares de producción justos. Todas estas técnicas se basan en hechos.

A manera de conclusión se puede establecer que en la práctica el estudio de tiempos, incluye al estudio de métodos (método especificado) y mientras se realiza este estudio, se deben buscar oportunidades de mejoramiento.

De esta manera, se vuelve a resaltar que la ingeniería de métodos es de suma importancia para el estudio global de cualquier proceso. Se torna indispensable definir el método adecuado para realizar cualquier medición.

Gráficamente, el procedimiento a seguir puede tener la siguiente forma:



Estudio del Trabajo+

- **Herramientas necesarias**

Los elementos más comunes usados para realizar cualquier estudio de tiempos son:

- ✓ **Cronómetros:** Mecánicos y Electrónicos. Los mecánicos son más costosos y menos útiles. Los electrónicos son mucho más prácticos y proporcionan tiempos continuos y de regreso a cero así como memorias.
- ✓ **Cronómetro electrónico asistido por computador:** Las lecturas de tiempo se registran de manera automática. Los datos se transmiten directamente al computador personal, para ser procesados.
- ✓ **Cámaras de vídeo:** Es una buena herramienta para el estudio y registro de métodos y estándares de tiempo. Al tomar la película de la operación y estudiar un cuadro a la vez se pueden registrar detalle exactos y asignar tiempo.
- ✓ **Tacómetros:** Se determinan las velocidades de las máquinas y las bandas transportadoras. Se pueden registrar las RPM como parte de la operación.
- ✓ **Tablero de apoyo:** Van desde la simple tabla, hasta las digitales con varios cronómetros incorporados.
- ✓ **Formatos:** Pueden ser predeterminados (generales) o diseñados para una necesidad específica.

La toma de tiempos normalmente se realiza con cronómetros, y esto se puede llevar a cabo de dos maneras básicamente.

- ✓ **Toma de tiempo acumulativo o continuo.** El reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio, se pone en marcha desde el primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio. Cada lectura muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer evento. Se lee el tiempo al final de cada elemento. Los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas. Este procedimiento da la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación.
- ✓ **Cronometraje de vuelta a cero.** Al final de cada elemento, se muestra el tiempo para cada elemento. Los tiempos se toman directamente.
 - En el cronometraje de vuelta a cero, el tiempo total puede ser diferente a la suma de los tiempos de todos los elementos, en el acumulativo no.
 - El cronometraje continuo probablemente resulte más exacto para trabajos de elementos cortos y ciclos breves. El

método de vuelta a cero puede emplearse con menos riesgos para tareas o elementos de ciclos largos.

- **Selección del trabajo**

Puede elegirse por. Novedad de la tarea, cambio de material, cambio de método, quejas de una operación lenta, para sistemas de remuneración, excesivos tiempos muertos, para comparar ventajas de métodos, costos excesivos, etc.

- **Selección del operario**

Aquí es donde se hace indispensable el concepto de trabajador calificado que tenga la organización, porque elegir el equivocado puede duplicar la dificultad para hacer el estudio y disminuir la exactitud del estándar.

Una definición general de lo que es un trabajador calificado, nos puede llevar a que: "Es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y demás cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad"². Existe una regla empírica que establece que no se deben medir operarios que tengan una variación de + o - el 25%, en el ritmo de su trabajo.

Aquí en esta selección es importantísimo que se explique en términos claros (sin tecnicismos) los pasos del procedimiento que se van a llevar a cabo, tanto al operario como al supervisor. Los detalles deben discutirse libremente, esto determinará que la información sea transparente y que los documentos no sean considerados secretos. Debe ser de uso tanto de supervisores como de trabajadores.

- **Obtener y registrar toda la información posible**

Es importante verificar que los datos obtenidos giren en torno a: Información del estudio; Información del producto; Información del proceso, método, máquina; Información del operario; Duración del estudio; Condiciones físicas de trabajo.

Con esto se dará garantía de un cubrimiento casi total de todos los aspectos posibles que intervienen en cualquier estudio de tiempos.

² Organización Internacional del Trabajo. «Publicado con la dirección de George Ksnawaíy».Introducción al Estudio del Trabajo. Editorial Limusa.(2000).

- **Comprobar el método**

Como ya se ha visto, el estudio de métodos es indispensable antes de empezar a fijar tiempos. La idea entonces, es poder fijar el más adecuado y de allí proceder al análisis de las mediciones.

- **Descomposición en elementos**

Se podría definir **Elemento** como: Parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica, esta puede consistir en uno o varios movimientos (hombre y/o máquina).

Se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis de cualquier proceso, ya que, a la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción, se le denomina ciclo de trabajo.

- **Ventajas del estudio por elemento.** Definitivamente es más conveniente para la observación y la medición de cualquier labor, en esencia porque la valoración del desempeño se puede realizar con más exactitud y además porque se pueden determinar más fácilmente cambios a realizar e identificar el trabajo no productivo.
- **Definición de los elementos.** Existen unas reglas básicas para la selección de elementos:
 - Comenzar y terminar cada elemento con un punto fácil de detectar. Deben ser de identificación fácil y de comienzo y final claramente definidos. El comienzo o fin puede reconocerse por sonidos, cambio de dirección del brazo, etc.
 - Dependiendo de la necesidad de detalle, deben ser tan pequeños como convenientes resulte para medir el tiempo. Siempre que sea posible, los elementos muy cortos deben figurar al lado de otros más largos.
 - Subdivisión de la operación. Contiene una porción de trabajo precisa y mensurable.
 - Deben consistir en un patrón de movimiento realizado en secuencia sobre un objeto en particular.
 - Los tiempos manuales y de máquina deben ser elementos separados.
 - Los elementos que no aparecen en todos los ciclos deben contarse por aparte de los que sí aparecen.
 - La cantidad de detalles de la descripción depende del tipo de fabricación, tipo de trabajo, los movimientos, entre otras cosas.
 - Los elementos extraños e irregulares deben separarse de los repetitivos.

- **Tipos de elementos**

- Regulares: Ocurren en cada ciclo de trabajo. Se denominan también repetitivos.
- Irregulares o casuales: No ocurren en cada ciclo, pero pueden ocurrir a intervalos regulares e irregulares (Ejemplo: apilar o retirar).
- Extraños: No son parte necesaria del trabajo. Cubren puntos tales como errores e inactividad.
- Constantes: El tiempo del elemento no varía significativamente entre los trabajos de una misma clase. (Ejemplo: poner en marcha una máquina, apretar una tuerca.)
- Variables: El tiempo varía según las características del producto, equipo o proceso dentro de una misma clase de trabajo. (Ejemplo: Aserrar madera a mano, barrer el piso).

- **Número de observaciones³**

Determinar cuántos ciclos estudiar es un tema polémico, porque si se observan desde los dos puntos de vista más fuertes económico vs. Técnico, se podrán encontrar resultados contradictorios.

La precisión del estudio de tiempos depende del número de ciclos cronometrados. Cuántos más ciclos se observen más preciso será el estudio. Se puede establecer por política de la compañía. La General Electric Company estableció valores predeterminados como una guía aproximada al número de ciclos a observar.⁴

Guía de la General Electric Company	
Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos recomendados
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 o más	3

Guía General Electric para No. de Observaciones

³ Ver *elementos básicos de la teoría del muestreo*. Profesor. Rafael Klinger. Escuela Ingeniería Industrial y Estadística.2003.

⁴ Niebel Benjamín y Freivalds An<Jiis.«Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del trabajo». Décima edición. Alfaomega grupo editor.(2001).

También se puede plantear estadísticamente el problema que consiste determinar el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados. Prácticamente en todo el trabajo de estudio de tiempos se propone una precisión de + o -5%, con un nivel de confianza del 95%.

Los analistas deben decidir cuándo y cómo observar el número recomendado de ciclos. ¿Deben tomarse como un grupo sucesivo, como dos grupos, como tres grupos?, son interrogantes a resolver conociendo la operación.

Un estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, y el promedio de la media de varias muestras pequeñas casi siempre proporciona estimaciones más confiables de los parámetros que una muestra de tamaño equivalente al total de las muestras. Es importante que las observaciones se hagan durante cierto número de ciclos, a fin de tener la seguridad de observar varias veces los elementos casuales: Limpieza periódica de las máquinas, afiladura de las herramientas, etc.

- **Calculo de los ciclos de estudio**

La pregunta sería **¿cuántos ciclos estudiar para llegar a un estándar justo?**

Se puede establecer un número exacto con métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, el promedio de muestras obtenidas de observaciones con distribución normal también tiene distribución normal alrededor de la media poblacional.

El objetivo es encontrar una ecuación que involucre la precisión y la confiabilidad. Precisión (error) es que tan cerca debe estar el estimador del parámetro y Confiabilidad con que frecuencia ocurre.

La teoría de curva normal conduce al siguiente intervalo de confianza:

$$x \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

La ecuación supone que la desviación estándar de la población se conoce. Esto no es cierto, pero se puede estimar por medio de la desviación estándar de la muestra S, donde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - x)^2}{n - 1}}$$

El término con + o - se puede considerar un término de error expresado como una fracción de:

$$n = \frac{Z^2 S^2}{d^2}$$

D (error fijado) y Z (valor de la normal aceptado) se fijan de antemano. S^2 es desconocida y generalmente es el problema central, se puede estimar por: Una muestra piloto aleatoria, estimaciones de muestras anteriores, relación con situaciones parecidas.

Los estudios que involucren muestras pequeñas ($n < 30$) de una población pueden usar una distribución t. Entonces la fórmula sería:

$$\bar{X} = t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Si se despeja n se obtiene: (Se asumen la igualdad como el máximo valor a tomar).

$$n = \left(\frac{st}{K\bar{X}} \right)^2$$

Ejemplo. Un estudio piloto de 25 lecturas para un elemento dado mostró que la media es igual a 0.30 y la desviación es igual a 0.09. Una probabilidad de error de 5% para 24 grados de libertad conduce a $t = 2.064$.

$$n = \left(\frac{0.09 \times 2.064}{0.05 \times 0.30} \right)^2 = 153.3 \approx 154$$

- **Valoración del desempeño**

Generalidades

Es el proceso de ajustar el tiempo, según el ritmo de trabajo, que tarda un operario en realizar una tarea. Invariablemente se necesita aunque sea de difícil observación, ya que cualquier operario puede trabajar más rápido o más lento de lo normal.

Es uno de los pasos más importantes en todo el procedimiento de medición del trabajo, pero también es el paso con más críticas porque se basa por completo en la experiencia, capacitación y juicio del analista. Por esto es imposible obtener una consistencia perfecta. Una vez juzgado y registrado el desempeño, en lo posible, no debe cambiarse, puesto que esto ocasionaría más incomodidades aún, dentro de las personas valoradas.

Los analistas deben evaluar con cuidado la velocidad, la destreza, los movimientos falsos, el ritmo, la coordinación, la efectividad y otros factores que influyen en la producción, tales como interrupciones y condiciones de trabajo. Hay otros aspectos importantes relacionados

con la valoración como son: La intensidad del esfuerzo, el grado de dificultad de la tarea y la actividad mental.

Lo que el analista debe determinar es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. Lo único que importa es la velocidad útil de la operación y se logra valorarla cuando se conoce a fondo.

Es importante anotar la hora en que se hizo el estudio. Están comprobadas las diferencias de desempeño al inicio o final de los turnos de trabajo, por ejemplo.

- **Conceptos de nivelación del desempeño**

Antes de iniciar con el procedimiento como tal, es necesario definir algunos conceptos:

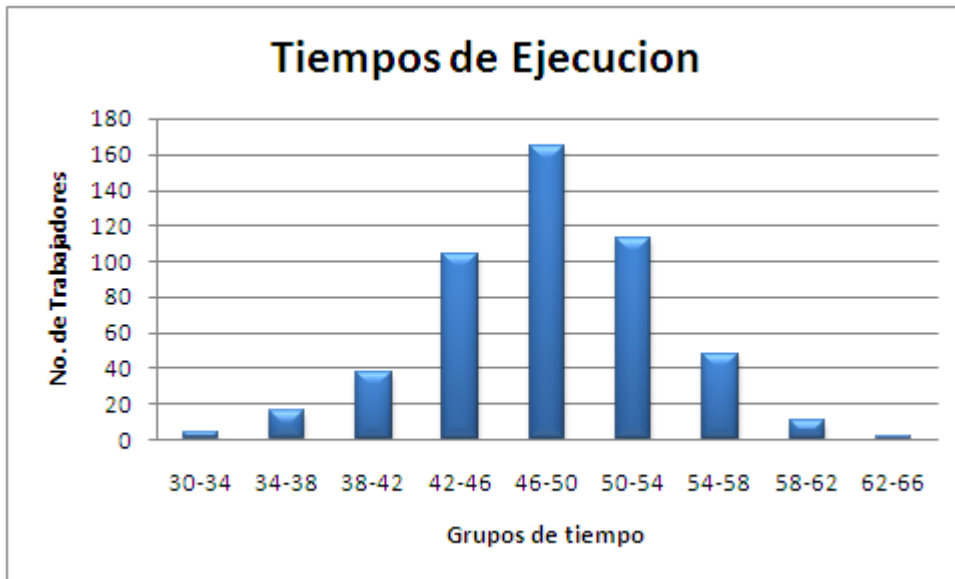
- **Esfuerzo dedicado:** Tiempo necesario para que un operario, siguiendo un método específico, trabajando con dedicada habilidad y esfuerzo, realice la tarea.
- **Esfuerzo normal:** Es menor que el esfuerzo dedicado, por regla empírica toma aproximadamente 25% más del tiempo que el dedicado.
- **Trabajador calificado:** Aunque ya se había definido, se puede decir que es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. Dominar totalmente la ejecución **de** una tarea es algo que puede llevar mucho tiempo. Se habla de 8.000 ciclos de práctica (datos históricos) para alcanzar tiempos más o menos constantes.
- **Trabajador "promedio":** No es más que una abstracción y no existe en la realidad. **Se** utiliza para hacer comparaciones y mirar qué tan lejos están los operarios de este trabajador promedio.

Si en una fábrica, trabajadores calificados hicieran la misma operación con los mismos métodos, en las mismas condiciones y sin ninguna circunstancia ajena a su voluntad, los tiempos que tardarían seguirían una distribución normal. El grupo mayor de trabajadores se situaría en el tiempo medio de ejecución de la operación.

En general cuanto mayor es el número de trabajadores, más tendencia tiene la curva a ser simétrica a un lado y a otro de los valores máximos, a menos que intervengan circunstancias especiales.

Ejemplo

Grupo de tiempos (seg)	Número de trabajadores del total de	Porcentaje
30-34	4	0,80%
34-38	16	3,20%
38-42	38	7,60%
42-46	104	20,80%
46-50	164	32,80%
50-54	113	22,60%
54-58	48	9,60%
58-62	11	2,20%
62-66	2	0,40%



- **Características de valoraciones razonables**

No existe un método universal para calificar el desempeño. El plan de calificaciones que da los resultados más consistentes es el más útil. La inconsistencia destruye la confianza del 'operario en el procedimiento.

Aunque no existe una regla establecida en cuanto a los límites del intervalo que permite obtener calificaciones concisas, cuanto mayor sea la frecuencia con que se califica, mayor será la exactitud en la evaluación del desempeño mostrada por el operario.

Las operaciones repetitivas de ciclos cortos tienen poca desviación en el desempeño del operario. Cuando el estudio está constituido por

varios elementos largos, el desempeño del operario puede variar; en estos casos el analista debe calificar periódicamente dicho desempeño.

En un ciclo corto con trabajo repetitivo es costumbre aplicar una calificación al estudio completo. Cuando los elementos son largos y contienen diversos movimientos manuales, es más práctico evaluar el desempeño de cada elemento.

El analista debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. Cuando nivela el sistema, el observador evalúa la efectividad de la observación en términos del desempeño de un operario "**normar**". El valor de la calificación se expresa como un porcentaje y se asigna al elemento observado.

- **Escalas de valoración y aplicación**

Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo hace falta una escala numérica que sirva de metro para calcularlos.

Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero las más corrientes son la 100-133, la 60-80, la 75-100. El límite inferior representa la actividad nula y el superior el ritmo tipo o normal. Sea cual sea la escala empleada, los tiempos estándar que se obtengan deberían ser equivalentes, puesto que el trabajo en sí no cambia aunque se utilicen distintas escalas para valorar el ritmo.

- **Métodos para valorar**

- **Calificación de velocidad.** Es un método de evaluación del desempeño que solo considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. El observador mide la efectividad del operario contra el concepto de un operario normal que realiza el mismo trabajo. Ej: 80% de 100% o 110% de 100%

Este método hace énfasis específico en que el observador tiene un conocimiento completo del trabajo. De allí la necesidad de familiarizarse con una serie de puntos de comparación que tengan relación estrecha con el trabajo estudiado. Todos los analistas, con años de experiencia, desarrollan un modelo mental del desempeño estándar. En este método es importante, primero valorar el desempeño y luego registrar los tiempos.

- **Calificación sintética.** Es un método que trata de no basarse en el juicio de un observador. Determina un factor de desempeño para elementos de esfuerzo (manuales) representativos del ciclo de trabajo, mediante la comparación de tiempos.

El factor de desempeño se expresa en forma algebraica:

$$P = \frac{F_t}{O}$$

Donde:

- P = Factor de desempeño
- Ft = Tiempo del movimiento fundamental
- O = Tiempo medio observado para los elementos usados.

Ejemplo.

Elemento	Tiempo medio observado en min.	Tiempo movimiento fundamental en min.	Calificación
1	0,08	0,096	120%
4	0,22	0,278	126%

La media a usar para todos los elementos de esfuerzo sería 123%.

Existen factores necesarios para tener en cuenta ya que influyen directa o indirectamente sobre la calificación que se le haga al operario. Estos se pueden agrupar en:

Ajenos a la voluntad del operario

- Las variaciones de la calidad u otras características del material utilizado.
- La mayor o menor eficacia de las herramientas o del equipo.
- Los pequeños cambios inevitables en los métodos.
- Las variaciones de concentración mental necesaria.
- Los cambios de factores de medio ambiente (Clima, luz, temperatura, etc.)

Dependen del operario

- Variaciones aceptables de la calidad del producto.
- Variaciones debidas a su pericia.
- Variaciones debidas al estado de ánimo.
- El ritmo óptimo de cada operario depende de tres ejes fundamentales: Del esfuerzo físico que exija el trabajo, del cuidado con que deba hacerlo y de su formación y experiencia.

• **Suplementos o tolerancias**

Al hacer el estudio de métodos se trata que la energía que necesite gastar el trabajador para ejecutar la operación se reduzca al mínimo (perfección

de métodos, principios de economía, mecanización del trabajo). Incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo, por lo que hay que proveer ciertos suplementos.

Ningún operario puede mantener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo. Interrupciones personales (baño y bebederos), Fatiga, Retrasos inevitables (herramientas rotas, interrupciones del supervisor, variaciones de material, etc.), hacen que un día de trabajo no sea "**normal**". Partiendo de lo anterior, debe añadirse un suplemento al tiempo básico para llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr con facilidad.

Se trata de evaluar objetivamente los suplementos que pueden aplicarse uniformemente a los elementos de trabajo o las diversas operaciones.

Preparar un conjunto de suplementos universalmente aceptado y exactos, sería irreal por los factores que influyen y están relacionados con el individuo, con la naturaleza del trabajo y con el medio ambiente. Es tomar en cuenta las múltiples interrupciones, demoras y disminuciones en el paso de una tarea asignada.

La aplicación de estos ajustes depende en gran parte de la empresa. Llegado a establecer algunas directrices.

Diferentes suplementos usados por las empresas	
Factor de suplemento	% de las empresas
Fatiga	93%
Tiempo requerido de aprendizaje	7%
Demora inevitable	83%
Necesidades personales	76%
Operaciones de preparación	57%
Operaciones irregulares	38%

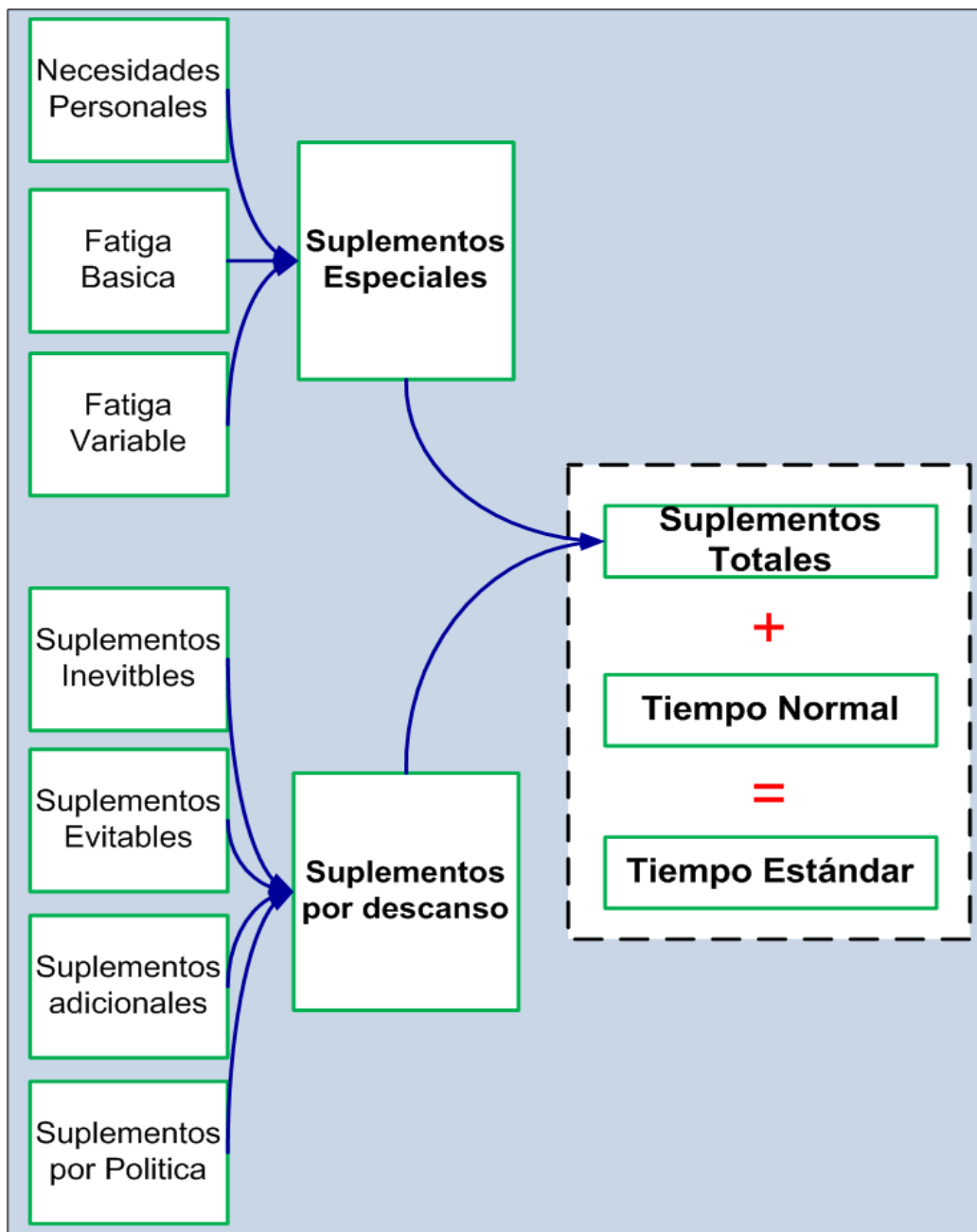
5

Los suplementos deben ser tan exactos y correctos como sea posible; y deben ser aplicados a tres partes del estudio: Al tiempo de ciclo total, o sólo al tiempo de la máquina, o sólo al tiempo de esfuerzo manual.

A partir del esquema siguiente⁶ se puede dar inicio al entendimiento de la influencia de los suplementos sobre cualquier tiempo estándar.

⁵ Niebel Benjamín y Freivalds Andris.«Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del trabajo». Décima Edición. Alfaomega grupo editor.(2001).

⁶ ' Organización Internacional del Trabajo.Publicado con la dirección de George Kanavaty.»Introducción al Estudio del Trabajo». Editorial Limusa.(2000).



Esquema general de suplementos

- **Suplementos por descanso.** Se añaden para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Antes de proceder es indispensable definir fatiga como el cansancio físico y mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien la siente. Los suplementos por fatiga se añaden elemento por elemento a los tiempos normales.

Estas definiciones nos darán la posibilidad de entender mejor los conceptos siguientes.

- **Necesidades personales.** Incluyen suspensiones de trabajo precisas para mantener el bienestar del empleado, alrededor de este tema. Las condiciones de trabajo y el tipo de tarea influyen en el tiempo necesario a otorgar para la realización de estas necesidades.

No existe base científica para establecer algún porcentaje (puesto que las necesidades personales son individuales), pero después de mucho tiempo de observación se ha adoptado como parámetro el 5% del tiempo total de operación.

- **Fatiga básica.** Se debe establecer un porcentaje que pueda medir la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y la necesaria para aliviar la monotonía. Esto se puede establecer a partir de un límite inferior que es el de un operario que ejecuta trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones de trabajo, sin exigencias especiales de sus sistemas motrices o sensoriales. De allí en adelante lógicamente el porcentaje debe ir en aumento.

- **Fatiga variable.** La fatiga puede tener razones estrictamente físicas, puramente psicológicas o puede incluir combinaciones de las dos; pero en definitiva, cualquiera que sea el tipo de fatiga, afecta directamente la voluntad de trabajar.

Por un lado, la fatiga muscular ha ido en disminución por la automatización; pero por el otro lado va en aumento el estrés y la monotonía. De igual forma se hace necesario medirla, ya sea por medios físicos, químicos o psicológicos.

Este tipo de fatiga se puede dar por muchas situaciones, aquí miraremos algunos de los casos:

- Suplementos de postura = Se basan en consideraciones del metabolismo. Hay diferencias entre estar sentado, de pie o agachado.
- Fuerza muscular = Es importante entonces tener en cuenta la fatiga muscular y la recuperación del músculo después de la fatiga.
- Condiciones atmosféricas = Es combinar las manifestaciones fisiológicas y los cambios de diversas condiciones ambientales.
- Nivel de ruido = Se establece la exposición al ruido permisible. Estar por encima de él, merece un suplemento de descanso

- Niveles de iluminación = Al aumentar la iluminación para la tarea, el resultado es un mejor desempeño; y si no se tiene se debe considerar como parte del suplemento.
- Tensión visual = Hace referencia a la luminancia del fondo de la tarea, los contrastes, tiempo disponible para observación, tamaño del objeto.
- Tensión mental = No se han definido con exactitud medidas estandarizadas de desempeño para la carga de trabajo mental.
- Monotonía = El suplemento es el resultado del uso repetido de ciertas facultades mentales.
- Tedio=Una tarea tediosa (monótona) utiliza repetidamente los mismos movimientos físicos.

- **Suplementos especiales**

- **Demoras inevitables.** En este campo se incluyen diversas situaciones tales como: Interrupciones del supervisor, del despachador, del analista de estudios, irregularidades en los materiales, dificultades con las especificaciones, asignación de máquinas múltiples, entre otras.
- **Demoras evitables.** No es costumbre asignar suplementos por una demora evitable, pero puede llegar a darse el caso, donde cada uno de estas situaciones se consideren como beneficiosas para el bien común. Generalmente se pueden agrupar en: visitas a otro operario, ociosidad o detención sin razón.
- **Suplemento adicional y Suplemento por política.** Normalmente se usan para proporcionar un nivel satisfactorio especificado de desempeño en circunstancias excepcionales: Nuevos empleados, discapacidades, etc., o cuando sea práctico se establece por trabajo adicional, si es el caso.

- **Cálculo del Tiempo estándar**

Después de toda la identificación hecha anteriormente de los diferentes componentes que involucran la obtención de un estándar, se debe proceder entonces al cálculo del mismo. Pero antes se deben tener en cuenta otros factores influyentes:

Tiempos anormales: Entre los tiempos observados para el mismo elemento a través de varios ciclos, algunos valores individuales pueden considerarse fuera de razón. Por lo tanto se descartan de forma temporal o permanente, teniendo mucho cuidado en esa eliminación.

Desviaciones cuantitativas: Se deben tener en cuenta cantidades de producción, número de ocurrencias o algo similar que difiera de la cantidad implicada en la descripción del elemento.

Al final de los formatos debe existir el espacio para el análisis del tiempo total, el tiempo promedio, mínimo y máximo, tiempo seleccionado, tiempos mínimos anormalmente bajos, tiempos máximos demasiados altos, causas, y demás situaciones que reflejen lo sucedido.

Los cálculos elementales son:

- **Tiempo Observado:** Es el tiempo cronometrado y registrado. Se denomina TO.
- **Tiempo Normal o Básico:** Es el tiempo observado nivelado con la evaluación del desempeño. Se denomina TN y su cálculo es:

$$TN = TO \times \frac{C}{100}$$

Donde C es la calificación dada al operario por su desempeño

- ✓ **Tiempo Estándar o Tipo:** Es el tiempo requerido para que un operario promedio, calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio, ejecute una operación. Se puede denominar TS y matemáticamente es el resultado de involucrar las tolerancias o suplementos en el tiempo normal.

$$TS = TN \times (1 + \text{Suplemento})$$

De aquí se puede también establecer un cálculo importante sobre el Concepto de eficiencia, y se podría definir como:
(Horas estándar trabajadas/Horas reloj trabajo)* 100

Estándares temporales. A menudo los estándares se establecen sobre operaciones nuevas, esto hace que los empleados requieran de tiempo para desarrollar la habilidad en cualquier operación nueva o diferente. Para evitar situaciones de estándares muy estrechos o muy generosos, se plantea la necesidad de establecer un estándar temporal que tenga en cuenta la dificultad de la tarea asignada y el número de piezas que se van a producir.

Cuando se establecen estándares temporales deben tener un tiempo de vigencia, y luego ser sustituidos por estándares permanentes.

Estándares de preparación o alistamiento. Aquí se involucran a todos los eventos que ocurren entre la terminación de la tarea anterior y el inicio

de la actual. Se pueden usar los mismos procedimientos seguidos para establecer los estándares de producción, teniendo algunos cuidados.

Deben establecerse como tiempos permitidos por separado. Esto permitirá asignarlos al trabajo y no importará que cantidad de partes se produzcan.

- **Aseguramiento de la medición**

Se podría decir que siempre se van a tener dificultades con operarios, líderes sindicales, supervisores de línea, personal de relaciones humanas, etc., porque los estándares a veces se consideran dañinos para la salud organizacional. En busca de un mejor acercamiento y de una posible implementación sin trastornos, es de suma importancia tener en cuenta las siguientes observaciones.

- ✓ **Verificaciones.** Siempre es necesario hacer comprobaciones de resultados obtenidos antes de divulgar los estándares; se debe hacer verificaciones:
 - ... de los métodos: El error más frecuente pero más fácil de localizar y corregir.
 - ... de la valoración del desempeño. Esta verificación puede resultar fácil o difícil, dependiendo de las técnicas empleadas en el estudio de tiempos. Si se han agrupado bien los elementos se puede establecer rápidamente conclusiones. Además, se puede validar la valoración a través del número de piezas producidas, en el tiempo de observación.
 - ... por supervisores de línea y operarios: Comprobar con ellos el estándar de estudio y revisar elemento por elemento.
- ✓ **Validación por seguimiento de los resultados.** Si no se logra conseguir el estándar, es necesario observar situaciones tales como: Dificultades con el material, Manejo de materiales, Maquinaria y equipo, Problemas de calidad, Actitud desfavorable, Aptitud para el trabajo, Conocimiento del trabajo, entre otras.
- ✓ **Registro y archivo.** Los estándares determinados deben registrarse en documentos permanentes relacionados con la operación y deben quedar disponibles como referencias. Las copias de los métodos y estándares aprobados deben ser distribuidas a todas las partes involucradas, situación que ayuda en el mantenimiento del registro que debe ser simple y directo. Toda área objeto de estudio de tiempos debe tener un manual que establezca las políticas, procedimientos y reglas para el uso adecuado de estos tiempos en cada operación requerida dentro de la compañía.

2.2.3 Muestreo del trabajo

- **Introducción**

El muestreo del trabajo no es más que un "hijo" de la familia de los muestreos aleatorios (tales como los "ratings" de sintonía, los sondeos políticos y las estadísticas de desempleo) y como tales está basado en la teoría de la probabilidad.

Es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad. En otras palabras se busca identificar como se aprovecha el tiempo en actividades claramente definidas.

Los resultados del muestreo del trabajo son efectivos para determinar la utilización de máquinas y personal, o identificar los suplementos aplicables a la tarea o determinar los estándares de producción, en cualquier proceso. Aunque se puede obtener la misma información con los procedimientos de estudio de tiempos, el muestreo del trabajo la proporciona más rápido y a menor costo.

- **Necesidad del muestreo**

Para obtener una visión completa y exacta del tiempo productivo y del tiempo inactivo de todas las máquinas, sería necesario observar continuamente cada una de ellas y registrar el momento y la causa de cada interrupción. Pero esto literalmente sería imposible de realizar.

La idea de esta técnica consiste en hacer una serie de recorridos del área a intervalos aleatorios observando las máquinas que funcionan, las que están paradas y las causas de cada inmovilización. Si el tamaño de la muestra es suficientemente grande y las observaciones se efectúan aleatoriamente, existe una buena probabilidad que dichas observaciones reflejen la situación real, con un margen determinado de error por exceso o por defecto.

- ✓ **Sobre el muestreo.** El muestreo de trabajo se basa en la ley de las probabilidades, definida esta como el grado de posibilidad de ocurrencia de un acontecimiento: En un momento dado un evento puede estar presente o ausente.

- Supongamos entonces que en un extremo está la precisión absoluta, lograda por la observación continua y en el otro extremo están resultados muy inciertos, obtenidos por observaciones demasiado aisladas. Aquí se puede apreciar la importancia de un muestreo bien estructurado, en donde va a primar el nivel de confianza deseado.

De esta forma los elementos se van estableciendo bajo el concepto de la curva de distribución normal, de donde se van

a utilizar dos parámetros: $\bar{x}$ y s . La media muestral y su desviación estándar.

Normalmente en los casos de estudios de tiempos se trata de una proporción (binomial = activo - inactivo) y para indicar el error típico de la proporción se usa: S_p

El grado de confianza que inspiran las observaciones, desde el punto de vista de la normal, puede establecerse entonces de la siguiente manera (tal vez son los valores más usados):

- Nivel de confianza de 95% del área comprendida por la curva = $1.96 \sigma_p$
 - Nivel de confianza de 99% del área comprendida por la curva = $2.58 \sigma_p$
 - Nivel de confianza de 99.9% del área comprendida por la curva = $3.30 \sigma_p$
- **Determinación tamaño de muestra.** Para esto, además del nivel de confianza, se debe decidir el margen de error que se admite. Por ejemplo 5% o 10%.

La fórmula usada más comúnmente es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{d^2}$$

En la que:

n = número de observaciones

p = % de tiempo inactivo

q = % de tiempo activo

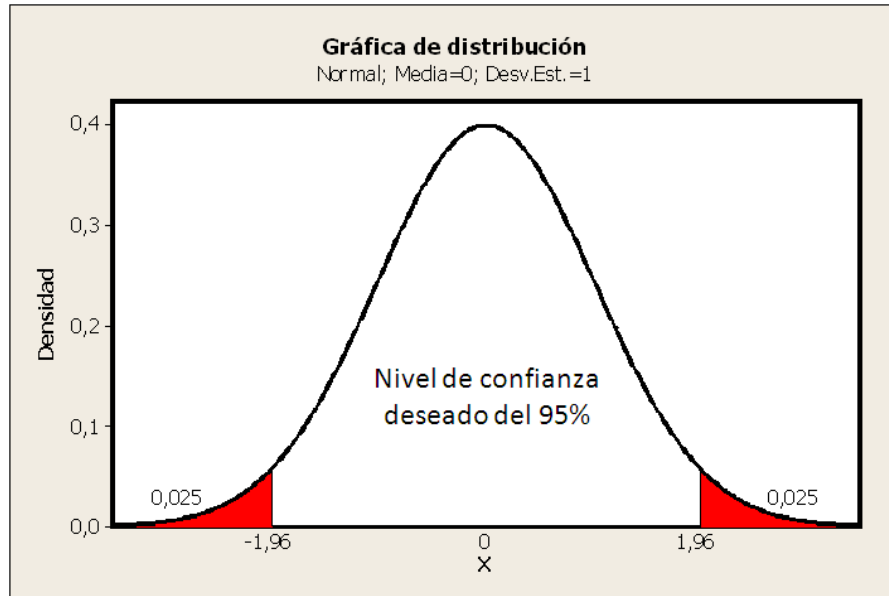
Z = Nivel de confianza elegido, este es determinado por el valor de σ ($1 - \sigma$)

d = error admitido

Sin embargo, antes de poder aplicar esta fórmula se debe tener por lo menos una idea de los valores de p y q . además de determinar σ para definir el valor de Z ...

Ejemplo: Como estudio preliminar y aleatorio, se efectuaron 30 observaciones de las que se dedujo que las máquinas estaban paradas 25% del tiempo y en marcha el restante. Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. **¿Cuántas observaciones deben hacerse para el estudio?**

Para este caso, el valor de Z es igual **1,96** dado que para un nivel de confianza deseado del 95% se tiene que $\sigma = 5\%$, si vamos a la distribución Normal (media=0 y desv.est.=1) el área bajo la curva que representa este 95% equivale un valor de **Z=1,96**, gráficamente (para mayor comprensión)



De esta manera...

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,25 \times 0,75}{0,05^2} = 288,12 \approx 288 \text{ Observaciones}$$

- **Observaciones aleatorias.** Las conclusiones a las que se han llegado siempre que se puedan efectuar el número de observaciones necesarias para lograr el nivel de confianza y precisión requeridos, se logran con la condición de que las observaciones se hagan aleatoriamente. Para ello existen diversas formas de generar números aleatorios, que dan la posibilidad de hacer observaciones igualmente aleatorias.

- **Procedimiento**

El procedimiento sigue basándose en el método científico y permite ir paso a paso en la elaboración de un estándar. En términos muy generales se deben seguir las siguientes etapas:

ETAPA 1. Seleccionar el trabajo que se estudiará y determinar los objetivos del estudio.

ETAPA 2. Efectuar una observación preliminar para determinar los valores aproximados de actividad o inactividad.

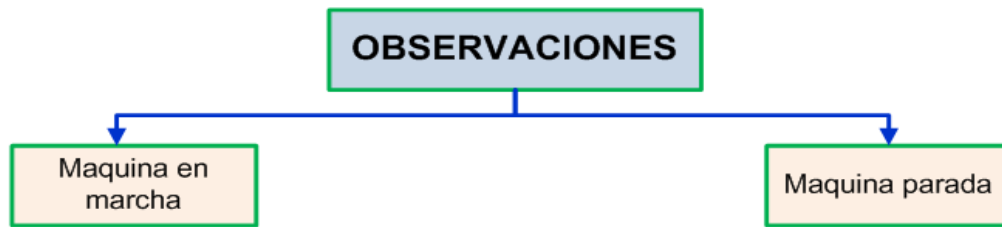
ETAPA 3. Determinar con base en el nivel de confianza y el grado de precisión seleccionados, el número de observaciones requeridas.

ETAPA 4. Determinar las frecuencias de las observaciones utilizando números aleatorios.

ETAPA 5. Preparar las hojas de registro (formatos) conforme a los objetivos del estudio.

ETAPA 6. Efectuar y registrar las observaciones y analizar los resultados.

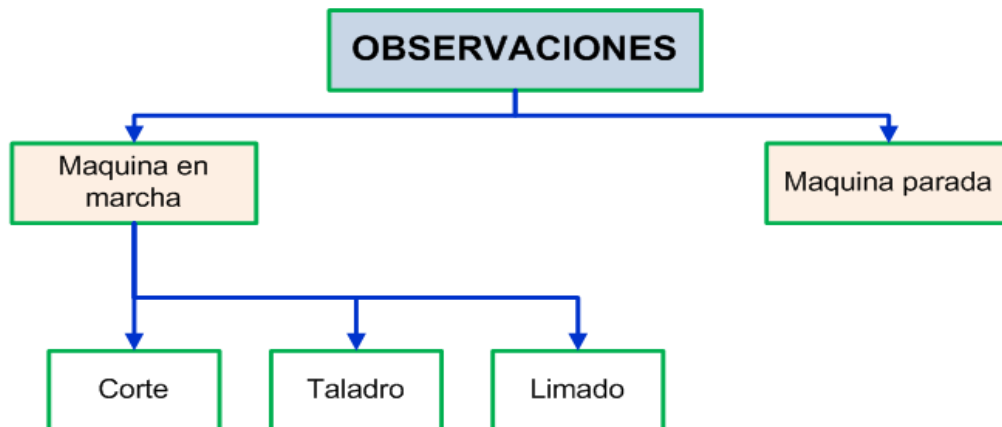
- **Determinar el objeto de estudio.** Esto debe realizarse antes de llevar a cabo las observaciones. El objetivo más simple puede ser el averiguar si cierta máquina está parada o en marcha. Este caso sería:



Se puede ampliar la observación con el objeto de determinar las causas del paro:



Puede ocurrir que se este interesado en determinar el % de tiempo dedicado a cada actividad cuando la maquina está en marcha:



Los objetivos que se busquen al hacer el estudio determinarán el modelo de hoja de registro (formato) que se utilizará en el muestreo.

Como puede observarse, la anotación es simplemente una señal que se hace en la hoja de registro, en el espacio que corresponda, a la hora adecuada. No se utilizan cronómetros, **f**

El cálculo de los resultados puede efectuarse rápidamente en la misma hoja de registro. Gracias a este método se puede calcular el porcentaje de tiempo productivo en relación con el de espera, analizar los motivos del tiempo improductivo y determinar el porcentaje de tiempo dedicado por un trabajador, grupo de trabajadores o máquina a determinado elemento de trabajo.)

Como ya se ha visto, valoración es un factor muy importante para determinar el tiempo de una operación, por esto debe ser incluido dentro del muestreo. Esto ocasiona que en ciertos casos se efectúen observaciones a intervalos fijos y no elegidos aleatoriamente.

- **Determinación de tiempos estándar**

Partiendo de que el % del total de observaciones que la operación está trabajando se aproxima al % del tiempo total que en realidad se encuentra en ese estado, podría decirse entonces que:

$$TO = \frac{\text{Tiempo Total}}{\text{No. Unidades realizadas}} \times \% \text{ Ocurrencia}$$

$$TN = TO \times \frac{\bar{C}}{100}$$

$$TS = TN \times (1 + \text{Suplemento})$$

Ejemplo:

Día total de trabajo = 480 minutos

No. Unidades realizadas = 420

% ocurrencia = 85%

Valoración promedio = 110%

Suplementos = 15%

$$TO = \frac{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{420 \frac{\text{uni}}{\text{día}}} \times 85\% = 0.9714 \text{ min}$$

$$TN = 0.9714 \times 110\% = 1.0685 \text{ min}$$

$$TS = 1.06857 \times (1 + 15\%) = 1.2288 \text{ min}$$

Este procedimiento es de mucha utilidad, por las dificultades que se pueden presentar con el estudio con cronómetro en diferentes situaciones de planta o de actividades administrativas.

- **Medición de tiempos en grupo**

Es un procedimiento de medición del trabajo para actividades múltiples, mediante el uso de un intervalo fijo, que permite a un observador hacer un estudio básico muy detallado. Por su procedimiento se puede decir que hace parte de la técnica de muestreo del trabajo.

Las observaciones se realizan a intervalos fijos determinados y se registran en la misma forma en la que se listan los elementos del trabajo. Los elementos que varíen en el tiempo debido al desempeño del operario, deberán nivelarse.

Esta técnica es un procedimiento de medición eficiente y versátil, que se aplica con facilidad a la medición del trabajo y a la inspección cuantitativa de las tareas en la industria.

- **Procedimiento básico:**

- Después de la selección de los elementos, por intervalos de tiempos fijos (por ejemplo cada dos minutos), en cada operación y en cada operario, se hace un registro de una de las actividades realizadas.
- Se determina la duración del estudio por medio del número de observaciones necesarias y de los intervalos entre observaciones, para conocer la variabilidad inherente al proceso.
- Después de completar el estudio, se suman las marcas que indican el número de observaciones para cada categoría y para cada actividad.
- La duración de una actividad es igual al número de observaciones para la actividad, como porcentaje del tiempo total de observaciones.

Ejemplo.

Si el número total de observaciones es 1000 y la actividad B tiene 600 de estas, se puede concluir que el tiempo de proceso es el 60% del tiempo global. Si el número de unidades procesadas durante la duración del estudio fue de 40 y sabiendo que los 600 registros duran aproximadamente 2 minutos cada uno, puede concluirse entonces que el tiempo promedio de proceso por unidad es cercano a 0.5 horas.

- **Usos.** Es especialmente útil para medir aquellas actividades que se pueden observar con facilidad, que tienen lugar en localidades limitadas, en donde se estudien varios operarios, máquinas o centros de actividad. Se puede emplear en producción, mantenimiento y oficinas con propósitos distintos, tales como

normas de producción, incentivos, determinación de cargas de trabajo, determinación de tolerancias simultáneas, etc.

2.2.4 Datos estándares

- **Generalidades**

Para establecer los tiempos de actividades son muchas las observaciones que se realizan, incluso un mismo elemento se cronometra varias veces. La labor de un analista del estudio del trabajo sería más fácil si dispusiera de un banco de datos tipo de los tiempos de dichos elementos. Si existiesen datos fiables de ese género para una amplia gama de elementos, no sería necesario efectuar un estudio de tiempos para cada nueva tarea. El estándar sería el resultado de la suma de los tiempos de cada elemento junto con sus suplementos.

La fiabilidad de los datos puede aumentarse si antes del análisis se agrupa el mayor número posible de elementos comunes y ejecutados del mismo modo. Es de vital importancia tener en cuenta todos los factores (naturaleza del material, peso, espesor, etc.) que influyen en el elemento. Por esto, los datos estándares son los tiempos de los elementos obtenidos en estudios anteriores, que han demostrado ser precisos y confiables. Los datos de estándares hacen referencia a todos los estándares de elementos tabulados, curvas, gráficas de alineación y tablas que permiten la medición de una tarea específica sin el uso de cronómetro. Se clasifican y se archivan para ser usados cuando se necesiten.

Los datos estándares pueden tener varios niveles de refinamiento: Movimiento, elemento y tarea. Cuánto más refinado sea el nivel, más amplio será su uso.

Los datos de estándares de movimiento tienen la mayor aplicación, pero toman más tiempo desarrollarlos. Esta "familia" es grande y se reúnen en los Sistemas de movimientos y tiempos predeterminados que entre otros son: Análisis de tiempos y movimientos (MTA); Factor trabajo (WF); Medición del tiempo de los métodos (MTM); Estudio de tiempos y movimientos básicos (BMT); Análisis de micromovimientos (MICRO); Datos estándar maestros (MSD); Técnica de secuencia de operación Maynard (MOST); Sistema de análisis universal (UAS); Arreglo modular de estándares de tiempos predeterminados. (MODAPTS); Análisis de macromovimientos (MACRO).

El dato de estándar del elemento tiene una aplicación amplia y permite un desarrollo más rápido que los de movimiento. Su consistencia se encuentra en que son el resultado de muchos estudios probados con

cronómetro. Como los valores están tabulados, solo es necesario acumular los elementos requeridos para establecer un estándar.

Casi siempre es más rápido calcular los estándares para una tarea nueva a través de los datos de estándares que con un estudio de tiempos con cronómetro. Esto permite establecer estándares de operación de mano de obra indirecta para los que es menos práctico un estudio con cronómetro.

- **Elaboración**

- **Determinar la cobertura de los datos.** Dentro de la planta, a uno o varios departamentos o zonas de trabajo, o una gama reducida de procesos, en los cuales se realicen tareas con varios elementos similares, ejecutados según el mismo método.
- **Descomponer las tareas en elementos mediante el análisis de tareas.** Hay que tratar de identificar el mayor número posible de elementos comunes en las diversas tareas. Las operaciones se componen de cierto número de elementos y las tareas de cierto número de operaciones.
- **Decidir el método de medición del tiempo.** La naturaleza de la tarea y el costo de aplicación de cada sistema serán los principales factores determinantes.
- **Determinar los factores.** Son los que pueden influir en el tiempo de cada elemento y se pueden clasificar en factores primordiales y secundarios.

- **Desarrollo**

Para desarrollar datos de tiempo estándar, debe distinguirse entre elementos constantes y variables. Un elemento constante es aquel cuyo suplemento permanece igual en cualquier parte del trabajo, dentro de un intervalo específico (ejemplo: Iniciar máquina). Un elemento variable es aquel cuyo suplemento varía dentro de un intervalo específico de trabajo (Hacer hueco de $\frac{3}{4}$ de pulgada).

Los datos estándares se indexan y archivan conforme se desarrollan. Los elementos de preparación se separan de los elementos incorporados a cada porción de tiempo y los elementos constantes se separan de los variables.

Sólo los estudios de tiempos válidos, probados por medio de su utilización, se incluyen en la obtención de los datos estándares.

Ejemplo⁷:

⁷ Niebel Benjamin y Freivalds Andris.«Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del trabajo». Décima Edición. Alfaomega grupo editor.(2001). :

Elemento a: Tomar una pequeña pieza fundida; Elemento b: Colocarla en la plantilla; Elemento c: Cerrar la cubierta; Elemento d: Posicionar la plantilla; Elemento e: Avanzar el husillo.

Tiempos:

$$\begin{aligned} a+b+c &= \text{elemento 1} = 0.070 \text{ minutos} = A & (1) \\ b+c+d &= \text{elemento 3} = 0.067 \text{ minutos} = B & (2) \\ c+d+e &= \text{elemento 5} = 0.073 \text{ minutos} = C & (3) \\ d+e+a &= \text{elemento 2} = 0.061 \text{ minutos} = D & (4) \\ e+a+b &= \text{elemento 4} = 0.068 \text{ minutos} = E & (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sea:} & 3a+3b+3c+3d+3e = A+B+C+D+E \\ \text{Entonces:} & 3a+3b+3c+3d+3e = 0.339 \text{ minutos} \\ \text{y :} & a+b+c+d+e = 0.339/3 = 0.113 \text{ minutos} \\ \text{Por lo tanto:} & A+d+e = 0.113 \text{ minutos} \\ \text{Entonces:} & d+e = 0.113 \text{ minutos} - 0.070 \text{ minutos} = 0.043 \text{ minutos} \\ \text{Como:} & c+d+e = 0.073 \text{ minutos, } c = 0.03 \text{ minutos} \\ \text{De la misma manera:} & d+e+a = 0.061, a = 0.018 \end{aligned}$$

- Al sustituir estos valores en la ecuación (1) se obtiene: **b = 0.022 minutos**
- Con la sustitución en la ecuación (2) se ve que: **d = 0.015 minutos**
- Y al sustituir en la ecuación (3): **e = 0.028 minutos**

2.2.5 Seguimiento y uso de estándares

• Observaciones generales

Los analistas tienen una tendencia natural a considerar que el programa está terminado después de desarrollar los tiempos estándar. Sin embargo nunca se puede pensar que un estudio de métodos y estándares está terminado; el seguimiento es totalmente necesario para asegurar que se sigue el método propuesto, que se logran los estándares establecidos y que el nuevo método está apoyado por la organización.

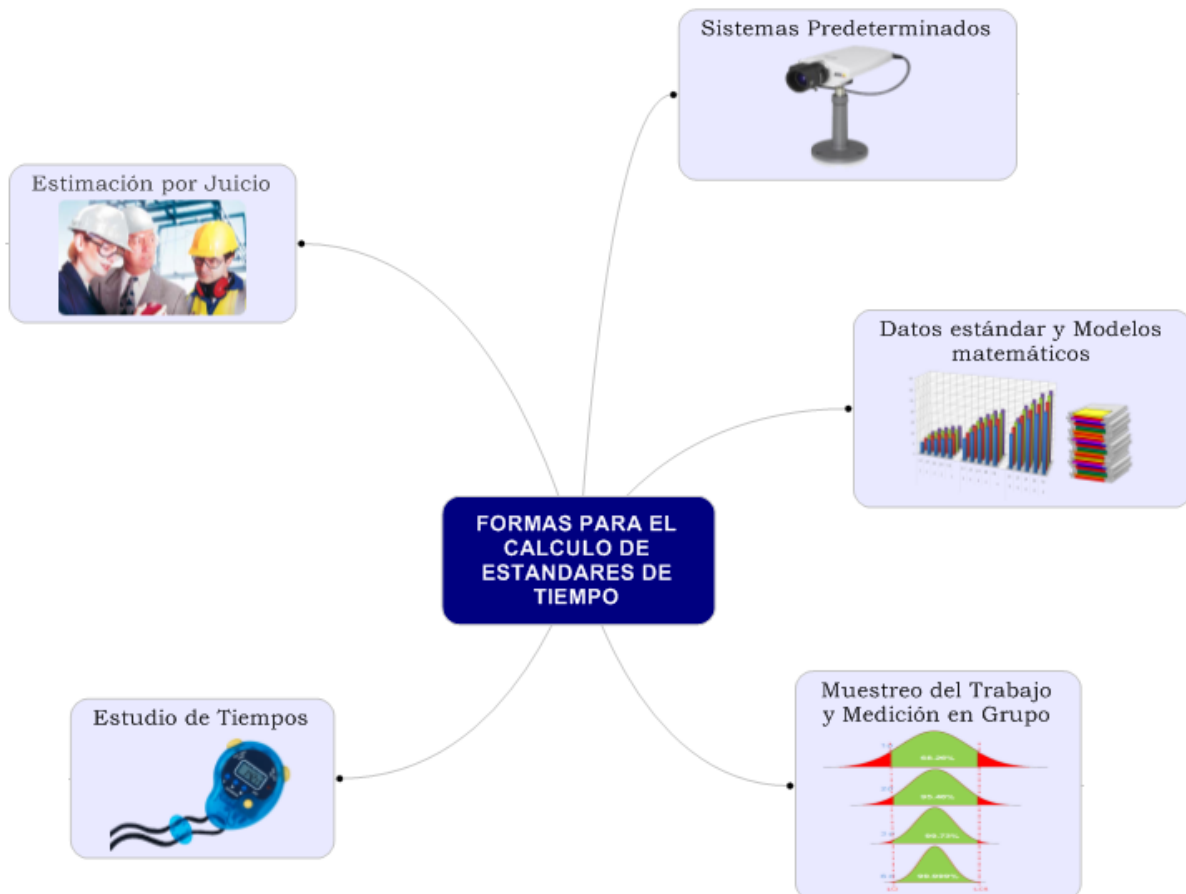
El procedimiento es repetir el ciclo de mejoramiento de métodos poco tiempo después de implantarlo. De manera que cada proceso y cada diseño sufra una revisión constante de las mejoras posibles, ese seguimiento continuo es la única manera de asegurar el establecimiento del nuevo método, ya que muchos estudios han demostrado que la tendencia es regresar al método original.

- **Posibles usos**

Los estándares de tiempo son fundamentales para cualquier organización, porque es el tiempo el denominador común del que surgen todos los elementos del costo. Los usos más normales de los estándares son: Incentivos salariales, costos de MOI, costos de desperdicio, calidad de la producción, utilización efectiva de espacio, capacidad de planta, compra de equipos, entre otras.

- **Sobre los sistemas**

Los estándares de tiempo se pueden, entonces, determinar en una o más de las siguientes formas:



Formas para el cálculo de estándares de tiempo

Todos estos métodos se aplican en ciertas condiciones y todos tienen limitaciones de exactitud y de costo de implantación, por esto mismo es importante la siguiente clasificación:

Estudio de Tiempos con Cronometro		
Ventajas	Desventajas	Mejor método Cuando:
Único método que mide directamente el tiempo que usa el operario.	Requiere la calificación del desempeño del trabajador.	1. Ciclos repetitivos de cualquier duración.
Permite la observación detallada del ciclo completo y el método	Basa el estándar en el sesgo de un analista que estudia aun trabajador que usa un solo método.	2. Amplia variedad de elementos distintos.
Proporciona con rapidez valores exactos para los elementos controlados por la máquina.	Requiere la línea de producción en operación.	3. Elementos controlados por el proceso o la máquina.
Es sencillo explicarlo y aprenderlo.		
Muestreo del Trabajo y Medición en Grupo		
Ventajas	Desventajas	Mejor método Cuando:
Elimina la tensión que causa la observación constante del operario	Es poco exacto en la evaluación del desempeño.	1. Grandes variaciones entre ciclos.
Establece un estándar promedio cuando las condiciones son cambiantes	Requiere un número relativamente grande de observaciones aleatorias para lograr exactitud.	2. Controversia por uso de cronómetro.
Permite el desarrollo simultáneo de estándares para una variedad de operaciones	Requiere de registros exactos de las horas trabajadas y unidades producidas.	3. Controversia sobre observación constante del trabajador.
	Supone que el operario usa el método estándar.	

Datos estándares y Modelos Matemáticos		
Ventajas	Desventajas	Mejor método Cuando:
Eliminan la calificación del desempeño.	Requieren más capacitación de los analistas.	1. Con elementos similares con cualquier duración.
Permiten establecer el estándar antes de la producción real	Es más difícil explicarlo a los trabajadores.	2. Controversia acerca de la calificación y consistencia de estándares
Admiten ajustes de estándares debidos a cambios ligeros en el método.	Pueden ser poco exactos si se extienden más allá del alcance de los datos empleados.	
Sistema de Tiempo Predeterminados		
Ventajas	Desventajas	Mejor método Cuando:
Obliga a tener un registro detallado del método, los movimientos, las herramientas y otros que se emplearon.	Depende de la descripción completa del método, los movimientos, etc., para obtener los estándares.	1. Elementos controlados por el operario.
Estimula la simplificación del trabajo.	Requiere más capacitación de los analistas.	2. Ciclos repetitivos de corta a mediana duración.
Elimina la calificación del desempeño.	Es más difícil de explicar a los trabajadores.	3. Antes de la producción.
Permite establecer estándares antes de iniciar la producción real.	Requiere más tiempo para establecer estándares.	4. Controversia acerca de la calificación y consistencia.
Proporciona estándares más consistentes.	Requiere otras fuentes de datos para los elementos del proceso.	

Clasificación para el Uso de las Formas para el Cálculo de Estándares

• Consideraciones finales

- ✓ Con frecuencia los elementos de preparación se tabulan en combinaciones para disminuir el tiempo requerido. También es frecuente no combinar los datos estándares, sino dejarlos en forma de elementos para tener mayor flexibilidad en el desarrollo de los estándares de tiempo incluyendo los suplementos requeridos. A fin de contar con una referencia sencilla, los elementos de los datos de estándares se tabulan y se archivan según la máquina o el proceso y se expresan tabulados, en una curva o una ecuación.
- ✓ En la actualidad, las computadoras almacenan datos de estándares para nuevas tareas antes de la producción. Ellas permiten consultar, acumular y ajustar según los suplementos adecuados, ya sea que estén almacenados en forma de movimientos, elementos o tareas.
- ✓ Es importante determinar la fuente de datos y la forma en que se han recopilado y convalidado los mismos según los lugares y condiciones en que se van a aplicar. Los datos derivados de un entorno pueden no ser directamente transferibles a otro sin la introducción de algunas modificaciones.

- ✓ El conjunto de tareas medidas debe representar todo el espectro del trabajo que se ha de abarcar en el programa de mediciones finales. Los datos se pueden ajustar por medio de factores antes de aplicarse, si es del caso. La razón de ser de las tareas y las condiciones en las que se realizan cambiarán con el tiempo y esto hace indispensable la valoración periódica de los datos tipo para asegurar la precisión y poder mantener la confianza en el proceso de medición.
- ✓ Al ir usando la cantidad de datos disponibles para la operación en un planta, de inmediato se ve la necesidad de tener un sistema de información (normalización, llaman algunos) que agrupe todas las necesidades de mantenimiento de datos estándares que ella demanda.

CAPÍTULO 3. PRODUCTIVIDAD

MODULO 3.1. PRODUCTIVIDAD EN LA ORGANIZACIÓN

Importante...

Se da por sentado que ser productivo es lo que desea ser cualquier tipo de organización y no podría existir ninguna técnica de mejoramiento si no existiese esa necesidad latente de utilizar mejor los recursos escasos.

Con este módulo de productividad se pretende formar un «caldo de cultivo» en el cual los métodos y los tiempos tengan sentido. Es aquí donde radica la importancia de conceptualizar acerca del tema, entendiendo sus elementos básicos y una forma de aproximarse a su estructura de funcionamiento.

3.1.1 Conceptualización de la productividad

- **Definición**

Antes de proceder con el desarrollo del tema, nos podríamos apropiar de lo que la Agencia Europea para la Productividad en 1959 definió como tal, dándole un sentido más filosófico que económico:

"...productividad es ante todo un estado de la mente. Es una actitud que busca el mejoramiento continuo de todo cuanto existe. Es la convicción de que las cosas se pueden hacer hoy mejor que ayer y que mañana se podrán hacer mejor que hoy..."

Adicionalmente plantea su significado a partir del *"esfuerzo continuo para adaptar las actividades económicas a situaciones que cambian permanentemente y la aplicación de teorías y métodos nuevos."*

Y finalmente establece que *"es un convencimiento firme en el progreso de la humanidad."*

Estos planteamientos nos acercan definitivamente a lo que por naturaleza se ha conocido como Ingeniería Industrial, a través del tiempo.

- ✓ **Orígenes**

Una historia muy breve de esta "palabrita" tan popular en nuestros días, nos llevará a iniciar el recorrido por allá en 1883 cuando fue definida

(algunos textos lo establecen como lenguaje común) como la facultad de producir. Bastante escueto, pero importante para su momento. Lo que sí sería difícil de aceptar es que aún, 120 años después, algunos sigan confundiendo productividad con producción.

A principios del siglo 20, (nuevamente nos basamos en lo que se creía en el momento) se definió como la relación entre la producción y los medios empleados para lograrla. Definición que sigue siendo vigente por su relación como indicador y desde el punto de vista económico es el concepto aceptado.

La OCEE (Organización para la Cooperación Económica Europea), a mediados del siglo 20, depura un poco esta misma definición y establece que productividad es el cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción.

A partir de esta fecha se establecen muchos centros asiáticos y europeos de productividad que pretenden, entre muchas cosas, definir comparaciones entre empresas, sectores e incluso países, que tengan por objetivo el mejoramiento de todo cuanto se pueda, y en algunas oportunidades como se pueda.

Dos grandes entes que han trabajado en ello a través de la historia es en Estados Unidos el USDL (United States Department of Labor) que tiene más de 100 años publicando estadísticas sobre productividad del trabajo, uno de los aspectos más importantes dentro de las diferentes relaciones que se establecen; y otra es la APO (Asian Productivity Organization), organización que se convirtió en motor de arranque para el despegue económico de esta región del planeta.

✓ **Generalidades**

Siempre fue objeto de estudio la productividad a nivel internacional comparando los países o regiones con diferentes métodos en diferentes indicadores, dándoles con esto una posición que permitía establecer si existía un crecimiento o un decrecimiento en cualquiera de los parámetros establecidos. A nivel nacional se estableció la productividad como el mayor elemento de medición de crecimiento y desarrollo económico. Por eso se determinó que el crecimiento de la productividad es el responsable directo del incremento real per cápita que tenga una nación.

Los cambios en la productividad cobraron tal importancia que en los niveles restantes: Industrial o sectorial, empresarial e inclusive el personal, se procedió a establecer indicadores que medían un antes y un después.

Desde la teoría se dice entonces, que a nivel industrial o sectorial, el incremento en productividad se ve reflejado en la disminución de costos y precios, haciendo que el sector sea cada vez más competitivo.

A nivel de compañía, (concepto este que debía ir acompañado del concepto empresas -naciones) la productividad es fundamental para la rentabilidad y supervivencia. La empresa que tenga su productividad (global) por encima del promedio de la industria, obtiene grandes _ márgenes de utilidad.

Por último, y para acabar de rematar con esta invasión del concepto productividad, ya se han definido elementos que rondan la sociedad para determinarla a nivel personal, insistiendo que un incremento de la productividad en todas las actividades personales hace llegar a un mejor estado es la base principal para el desarrollo de los otros niveles de productividad.

Para el caso de esta monografía nos centraremos en las mediciones de productividad empresarial.

✓ ¿Qué es productividad?

Si definimos un sistema empresarial como:

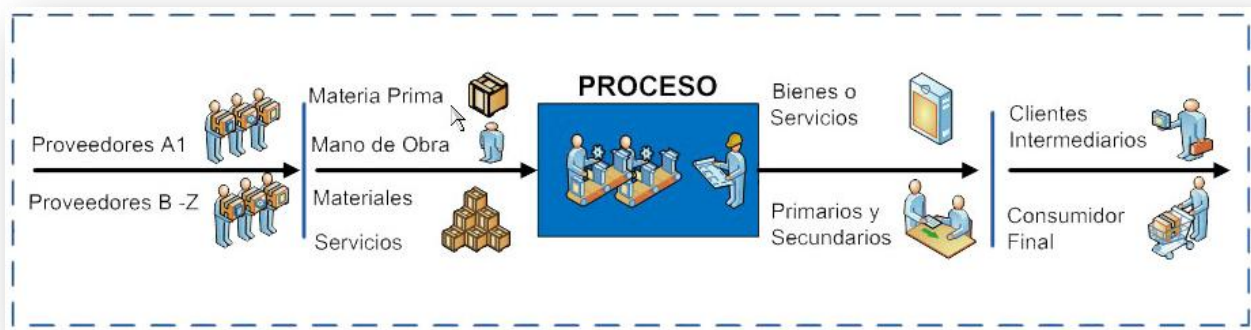


Figura 1. Sistema empresarial

Rápidamente podemos entonces pensar que desde el punto de vista estrictamente económico se define la productividad de la siguiente manera (definición suficientemente trajojada):

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo}$$

✓ **Mal empleo del término**

Existe una confusión ya planteada anteriormente, con el concepto de producción. Concepto este que establece la cantidad de productos elaborados, de cualquier sistema.

Miremos un ejemplo, para aclarar la situación:

Ejemplo 1:

Una compañía manufacturera produce 10.000 unidades / mes empleando 10 personas que trabajan 8 horas diarias durante 25 días / mes. ¿Cuál es la producción? ¿Cuál es la Productividad?

Producción: 10.000 unidades / mes

Productividad Laboral:

$$\begin{aligned} PL &= \frac{\frac{\textit{Unidades}}{\textit{mes}}}{10 \textit{ peronas}} \\ &= 1000 \frac{\textit{Unidades}}{\textit{persona} - \textit{mes}} * \frac{\textit{mes}}{25 \textit{ días}} \\ &= 40 \frac{\textit{Unidades}}{\textit{persona} - \textit{dia}} * \frac{\textit{día}}{8 \textit{ horas}} \\ PL &= 5 \frac{\textit{Unidades}}{\textit{persona} - \textit{hora}} \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

Si la compañía anterior aumenta la producción en un 20% contratando 5 personas más, ¿Cuál es la producción? y ¿Cual es la Productividad?

Producción: 12.000 unidades/mes

Productividad Laboral:

$$PL = \frac{12.000 \frac{\text{Unidades}}{\text{mes}}}{15 \text{ peronas} * 25 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}};$$
$$PL = 4 \frac{\text{Unidades}}{\text{persona} - \text{hora}}$$

De los ejemplos se puede deducir que n se debe interpretar, por ningún motivo, que un aumento en la producción o que una disminución en las Horas - Persona debe significar un aumento en la productividad.

La idea fundamental estriba entonces en al análisis del numerador y el denominador; llegando a la raíz de los elementos componentes, a través de árboles de decisión.

✓ **¿Por qué medir la productividad?**

Si se tiene como meta mejorar la productividad, se requiere necesariamente, medirla. Eternamente nos han dicho:.."Lo *que no se mide no se controla*". Aquí primero es indispensable medir y luego sí, que siga el resto.

Las mediciones de la productividad fortalecen la planeación estratégica de las organizaciones. No solo proveen indicadores para cerciorarse si los objetivos estratégicos se han alcanzado o no (y hasta qué punto), sino que también relacionan estas medidas con el comportamiento de la productividad.

El utilizar el comportamiento de los índices de productividad durante un periodo de tiempo determinado, como una herramienta de diagnóstico, revelará áreas problemáticas que requieren de una atención inmediata y ayudará a enfatizar en las de mayor prioridad.

Un sistema de medición de productividad confiable, que esté completamente integrado con el sistema financiero de una organización, contribuirá en la práctica, a la institucionalización de la productividad. Los indicadores de rentabilidad tradicionales son adecuados pero, para lograr una medición significativa, deben estar ligados con la productividad ya que la rentabilidad es afectada en gran medida por los esfuerzos de mejorar la productividad.

Esta conexión entre productividad y rentabilidad se puede apreciar claramente mediante las relaciones de la siguiente tabla:¹

Tabla 1. Relación productividad-rentabilidad				
Caso	SI		ENTONCES	
	Productividad	Rentabilidad	Que podría pasar	Que podría hacerse
1	Alta	Alta	Situación financiera es sólida y estable	Mantener o continuar el mejoramiento de la productividad
2	Baja	Alta	La alta rentabilidad podría no ser sostenible en el largo plazo	Mejorar la productividad
3	Alta	Baja	La compañía se verá prontamente operando a pérdida y cerca del cierre	Mejorar la rentabilidad a través de estrategias de mercado, investigación de mercados, publicidad y promociones y políticas de precio
4	Baja	Baja	Cierre/Bancarrota	Mejorar productividad y desarrollar y fortalecer los mercados.
FUENTE: Shimizu Masayoshi, Wainai Kiyoshi, Avedillo - Cruz, Elena. "Value Added Productivity Measurement and its Practical Applications, with linkage between productivity and profitability". Japan Productivity Center for Socio-economic Development. Tokio.(1997)				

✓ **Factores que afectan a la productividad**

● **Factor 1: Lo externo.**

Podríamos empezar por involucrar muy someramente dentro de este factor, algunos parámetros macroeconómicos.

➤ **Productividad vs. Inflación:**

El porcentaje (%) de aumento de precios y la productividad del trabajo deben estar inversamente relacionados. Paradójicamente no es así, por el contrario se cree que si se es productivo se deben elevar los precios. Si se mira con la óptica de los ejemplos anteriores, el mejor uso de recursos debe dar la posibilidad de mejorar (entendido como opción de compra más barato) los precios para los consumidores, ya que daría la posibilidad a los productores de disminuir costos de producción.

➤ **Productividad vs. Nivel de vida y empleo:**

Definitivamente tiene una relación muy estrecha la productividad alta y el nivel de vida alto. La verdadera ganancia en el poder adquisitivo y el nivel de vida se obtiene a través de la mejora de la productividad y no del aumento de precios.

Se sigue pensando que las mejoras en la productividad llevan al despido de gente. Por el contrario, debería aumentar el nivel de empleo por el aumento en la demanda de productos y diversificación de los mismos. Lo que si debe ocurrir con cierta certeza, es un desplazamiento de la mano de obra, por ejemplo: De manual a automático, son diferentes los perfiles de las personas que se necesitarían.

Definitivamente, el mejoramiento de la productividad debe traer consigo un nivel de vida más alto, reduciendo el desempleo y por ende la pobreza.

➤ **Productividad vs. Poder político:**

Cuando un país es económicamente fuerte, tiene mejores oportunidades de alcanzar un mayor poder político. Cuando un país no es lo suficientemente productivo para proporcionar sus productos y servicios básicos, tiene que depender de otros países. Una declinación continua de la productividad puede crear una sociedad que trata de compartir un pastel que se encoge, provocando con esto la lucha de clases.

El poder político interno también puede afectar directa o indirectamente la productividad de la nación. Un ejemplo puede ser las reglamentaciones excesivas de un gobierno que ocasionen retrasos e incertidumbre, haciendo más difícil satisfacer los criterios de inversión.

• **Factor 2: El capital**

➤ **Inversión**

El aumento en la inversión de capital debería de dar por resultado un aumento en la productividad, de ello dan fe países como Singapur, Malasia, Corea o Tailandia, naciones que en los 70's se podrían considerar en condiciones semejantes a las de América latina, pero que con el pasar de tres décadas incrementando la inversión (como porcentaje del PIB) tuvieron mayores índices de crecimiento económico.

Este porcentaje de inversión, que oscilaba entre 32.3 a 39.1% generó un crecimiento de entre 6.7% y 10% anual. Mientras que en América latina

el crecimiento estaba por el 3.5% debido seguramente y entre otras cosas al 17.5% de inversión.

Por este tipo de situaciones se ha llegado a determinar que la correlación existente entre la inversión (como % del PIB) y el mejoramiento de la tasa de productividad es de 0.9.

En algunos países, la inversión bruta fija privada y no militar del gobierno como % del PIB, ha hecho que estos resurjan. (Japón 33%, Canadá 23%). Otra forma más de crecer.

➤ **Maquinaria y equipo**

Dentro de este mismo factor, se entiende por capital, los bienes que deben usarse para que la industria, organización o sector pueda operar sin contratiempos. Por eso, esta debe tener los niveles de calidad deseados y muy bien definido el volumen requerido para así poder utilizar en grado óptimo los recursos y adaptarse a los diferentes procesos en donde sean requeridos o sean los más adecuados para los diferentes procesos.

• **Factor 3: Fuerza laboral**

Este factor es de gran importancia para cualquier sistema organizacional. Tiene unos parámetros que lo definen y le determinan su accionar con las productividades alcanzadas. Estos parámetros, entre otros, pueden ser: Remuneración, Nivel educativo, Clima organizacional, Comunicación, Ética en el trabajo, Relaciones laborales.

Estos elementos son fundamentales en el establecimiento de indicadores puesto que son ellos constituyentes de razón que permitirán alcanzar o no, cualquier meta establecida. Y precisamente sobre ellos pueden recaer las políticas a seguir en los periodos siguientes.

• **Factor 4: Servicios y materiales**

Ya entendido el concepto de indicador en la productividad, otro de los elementos importantes en el conocimiento de los insumos son los servicios y materiales consumidos durante el proceso de prestación del servicio o elaboración de un bien.

Estos insumos pueden representarse por diferentes elementos tales como: Energía y combustibles, Costo de los materiales y calidad de los materiales, Desperdicios, Pérdidas de tiempo por control de calidad, Unidades defectuosas de producto terminado, Daños en la maquinaria, entre otros.

Este factor muestra el grado de influencia que pueda tener la utilización de un insumo de este tipo sobre la productividad.

- **Factor 5: Tecnológico**

La tecnología comprendida en su mayor significado (blanda o dura), afecta en alto grado al concepto de productividad, ya que la puesta en marcha de estos insumos tecnológicos seguramente determinarán un mayor o menor indicador de lo que está siendo medido.

Entre los insumos claramente identificados se tienen: Dominio tecnológico de maquinaria y equipo, Investigación y Desarrollo, Negociación de tecnología, Gestión de producción y operaciones, Administración de la producción, Diseño de sistemas de información y Sistemas logísticos, entre otros.

El usarlos bien define claramente un beneficio, puesto que permiten hacer énfasis en la calidad y limita los reprocesos que disminuyen la productividad.

En los Estados Unidos, amantes de las estadísticas, establecieron lo siguiente: De las 8 horas de trabajo en Gestión administrativa (ejemplo de tecnología):

- 4.4 horas se usan productivamente.
- 1.2 horas se pierden por retrasos personales y otros no evitables.
- 2.4 horas se pierden por la falta de habilidad de administradores para planear y controlar de manera efectiva las tareas de los demás.

De igual forma siguiendo con la tecnología "blanda" (Gestión administrativa), el estudio también señaló que la pérdida de productividad se debe a:

- 35% Mala Planeación y programación del trabajo.
- 25% Instrucciones dadas a los empleados fuera de tiempo o con falta de claridad.
- 15% Falta de habilidad para ajustar la cantidad de personal y sus obligaciones durante los periodos pico y los de holgura.
- 25% Mala coordinación de flujo de materiales, falta de disponibilidad de herramienta necesaria, tiempo de traslados excesivo, falta de supervisión en el tiempo de inicio y terminación de labores.

La administración debe desarrollar sistemas equitativos entre el mejoramiento de la productividad y mejoramiento del desempeño de trabajadores. De nuevo se puede resaltar que definitivamente la esencia del funcionamiento de cualquier plan se basa en la administración del sistema.

✓ ***A manera de conclusión***

Este breve repaso por el concepto de productividad nos da la posibilidad de entender de manera sistémica, su importancia como generador de bienestar para una sociedad.

Todo lo aquí planteado siempre se va a observar desde la óptica de una organización empresarial, pero nunca se puede perder el contexto de su interrelación con el entorno (afecta y es afectada).

3.1.2 Medición de la productividad

✓ ***Introducción***

La medición de la productividad ha permitido hacer comparaciones que definan cursos a seguir y decisiones a tomar. Para un mejor entendimiento se ha tratado siempre, como se dijo anteriormente, en niveles que dan la oportunidad de adentrarse en el conocimiento de indicadores.

• **A nivel internacional**

En la actualidad el mundo es más interdependiente que nunca en la historia. Países ligados a otros por sistemas monetarios, productos, tecnología, servicios, etc. Esto, entre otras cosas, ha ocasionado que por la competencia abierta que existe, haya una gran necesidad de disminuir costos y aumentar la calidad de los productos o servicios.

Las comparaciones de la productividad, basadas en algún enfoque sistemático de información, son herramientas de evaluación y entendimiento de la competencia entre países.

La mayoría de los negocios internacionales se realizan por empresas multinacionales. Existen más de 12.000 empresas multinacionales de las cuales 500 representan el 80% de los negocios y de ellas, 414 pertenecen a la "tríada": Comunidad Europea (125), Japón (128) y EEUU (161).²

² Rugman y Hodgetts. **Negocios Internacionales. Un enfoque de administración estratégica.** Págs. 64-65. 1997

Las 500 tienen un gran impacto en la economía mundial: Más de 5 billones de dólares de ventas anuales, más de 25 millones de trabajadores directos e innumerables trabajadores indirectos.

- **A nivel nacional y a nivel industrial**

Los índices que resultan de esta medición, se pueden analizar a través de los siguientes elementos:

- El uso para pronosticar el ingreso y el producto nacional en alguna fecha futura.
- Pueden usarse para comparar el poder competitivo de los distintos sectores en las diferentes economías nacionales.
- Es un índice de crecimiento: Una nación avanza utilizando menos para producir más.
- Los salarios reales, los precios y la productividad tienen una relación directa.
- Indicadores económicos. Dentro de un país las medidas a nivel industrial o sectorial, sirven para establecer el desempeño económico de ese país.
- Análisis de la fuerza de trabajo. Es posible analizar los cambios, proyecciones, tendencias, costos, efectos de avances tecnológicos, etc.
- Análisis del desempeño de las empresas respecto a las del mismo sector.
- Pronósticos de empresas y comercio. Se pueden pronosticar patrones de crecimiento del sector, condiciones futuras, etc.

- ✓ ***Necesidad de medir la productividad en las empresas/organizaciones***

Con el objeto de que una empresa sepa a qué nivel de productividad debe operar, tiene que conocerse a que nivel está operando. La empresa puede evaluar la eficiencia de la conversión de sus recursos de manera que se produzcan más bienes o servicios con una cierta cantidad de recursos consumidos.

Esto, obviamente, puede simplificar la planeación de recursos, a corto y a largo plazo; además se pueden establecer metas de niveles de productividad, tendientes a determinar estrategias de mejoramiento. Es seguro que mediante los indicadores se puede llegar a comparaciones específicas entre empresas, creando una acción competitiva y determinante en la referenciación industrial.

También se ha planteado que a partir de la medición de la productividad, se puede lograr una negociación colectiva salarial más racional.

✓ **Tipos básicos de medición**

• **Medición de los Insumos**

El primer paso para medir la productividad es el de cuantificar los insumos. Estos se refieren a los recursos tangibles e intangibles, necesarios para producir bienes o servicios. Se clasifican en:

a. Mano de obra, algunos elementos importantes son:

- Número de empleados (términos físicos).
- Costos del personal (salarios, sueldos, bonos, primas).
- Total de horas - hombre trabajadas (excluye horas pagadas pero no trabajadas).

b. Capital, entre otras cosas se tiene:

- Términos físicos (horas/máquina).
- Valor monetario (total activos, capital operativo, cuentas por cobrar).

c. Bienes intermedios:

Consisten en compras de materiales, energía y servicios medibles:

- Términos físicos (por ejemplo kilogramos, toneladas de material, kilovatio/hora energía comprada).
- Por valor monetario (por ejemplo valor de la energía comprada, costo de material comprado, etc.).

✓ **Medición de la Producción.**

El siguiente paso es cuantificar la producción. Los métodos pueden ser:

a. Cantidad Producida

Expresar el producto en términos de cantidades físicas es la manera más apropiada de medir para efectos del análisis de productividad. Por

ejemplo, la producción de una fábrica de zapatos es el número de pares de zapatos.

Esta manera de medir es sencilla si el producto es homogéneo, de lo contrario, se debe adoptar un sistema de ponderación para sumar diferentes tipos de productos.

b. Valor de la producción

Al tratar con productos heterogéneos, puede ser más conveniente expresar estas en términos monetarios, como el valor de la producción. Este comprende el valor de venta de las unidades de producto terminado en un periodo dado. En otras palabras, es el producto de las cantidades físicas obtenidas durante el periodo por el precio de venta.

Al utilizar el Estado de pérdidas y ganancias para calcular el Valor de la Producción, la ecuación será:

Valor de la Producción

= Ventas Netas

+ Cambio en el Inventario de producto terminado y producto en proceso

c. Valor agregado

Otra medida del producto, expresada en cifras monetarias es el valor agregado. El valor agregado se define como la "*riqueza*" creada en términos de productos o servicios generados por una organización. En términos contables, la ecuación del valor agregado es:

Valor de la Producción

= Ventas Netas

– Valor de las compras hechas a terceros

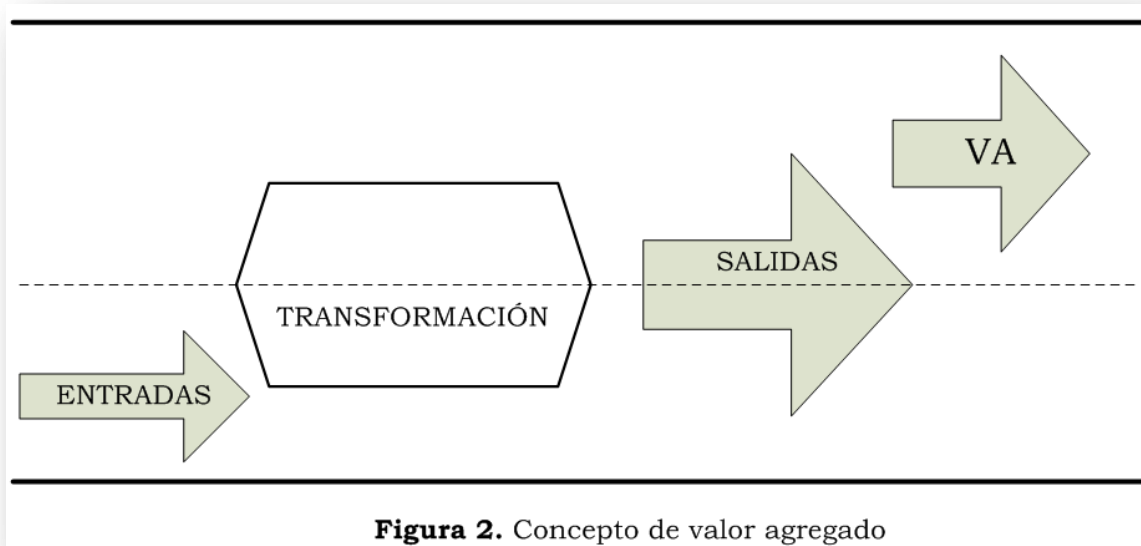
+ Cambio de inventario³

³ Metodología "Asian Productivity Organization"

De las tres formas anteriores, el Valor Agregado es la mejor para medir la producción, especialmente tratándose de productos heterogéneos, puesto que excluye a las compras de materiales, energía y servicios de terceros, los cuales no son el resultado de la capacidad de operación interna de una empresa. En un sentido estricto, el valor agregado representa la verdadera producción.

➤ El concepto de valor agregado

El valor agregado es la "*riqueza*" creada por los productos y servicios generados por una organización. Entre más productiva sea la organización mayor valor agregado se crea. Gráficamente sería:



d. Productividad parcial

Es la razón entre la cantidad total producida y un solo tipo de insumo. Ejemplo: Mano de obra, capital, energía, materiales, otros.

➤ **Ventajas**

- Fácil comprensión.
- Fácil obtención de datos.
- Fácil cálculo.
- Más fácil comparación con sector industrial.
- Buena herramienta de diagnóstico para señalar áreas de mejoramiento.

➤ **Limitaciones**

- Si se utiliza solo, puede conducir a errores.
- No tiene manera de explicar los aumentos en costos globales.
- No es un enfoque adecuado el control de utilidades a través de medidas parciales.

e. Productividad total

Es la razón entre la cantidad total producida y la suma de todos los factores de insumo.

➤ **Ventajas**

- Es una representación más exacta del panorama económico real de una empresa.
- La alta administración puede establecer un verdadero control de utilidades.
- Si se usan con medidas parciales, es una mejor guía al administrador.

➤ **Limitaciones**

- Es relativamente difícil obtener datos, si no se diseñan sistemas de recolección.
- Al igual que las medidas parciales, no toma en cuenta los factores intangibles de la producción y de los insumos.

3.1.3 Evaluación de la productividad

✓ ***Introducción***

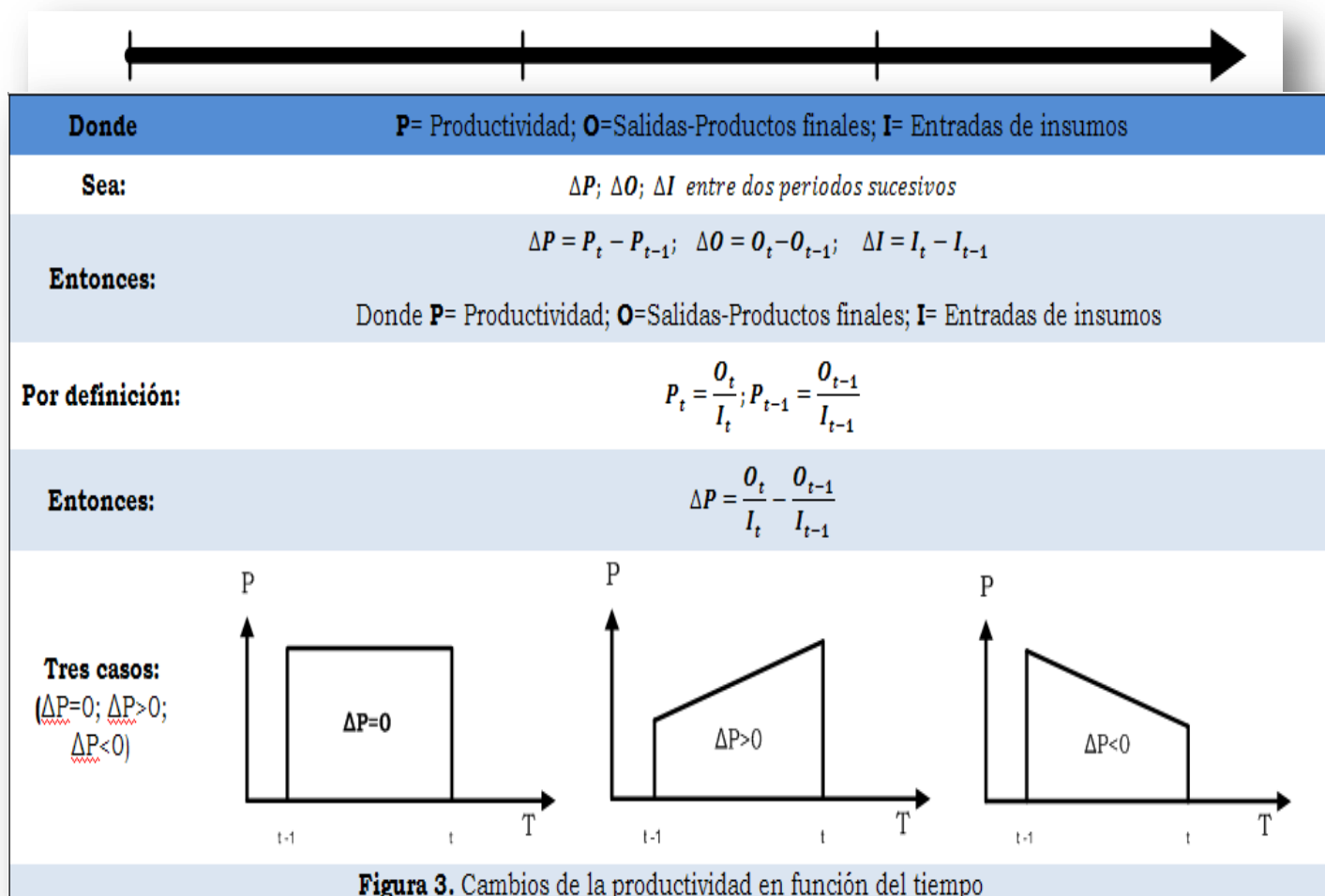
Es la etapa transitoria entre la medición y la planeación, de allí su importancia. La evaluación se hace entre dos periodos ($t-1$ y t) y dentro de un periodo dado (t).

Esta evaluación debe representar una herramienta poderosa en la planeación de la productividad para cada producto, unidad de negocio o la empresa en general.

Debe mostrar a la administración el progreso de un periodo a otro, y las acciones a tomar para mejorar. De igual forma, puede mostrar los resultados con la productividad presupuestada o pronosticada.

✓ **Expresiones para el cambio de productividad ⁴**

Escala de tiempo:



$$\Delta P = P_t - P_{t-1}; \quad \Delta O = O_t - O_{t-1}; \quad \Delta I = I_t - I_{t-1}$$

⁴ Shimizu Masayoshi, Wainai Kiyoshi, Avedillo - Cruz, Elena. "Value Added Productivity Measurement and its Practical Applications, with linkage between productivity and profitability". Japan Productivity Center for Socio-economic Development. Tokio.(1997)

✓ **Árbol de evaluación de la productividad (AEP)**

Es un conjunto general de trayectorias factibles que deben conducir a cualquiera de los tres casos anteriores. Muestra los cambios posibles en la producción y en los insumos que dan como resultados cambios en la productividad. El árbol es de suma importancia para establecer causalidades a través del tiempo.

3.1.4 Planeación de la productividad

✓ **Importancia de la planeación de la productividad**

Debe planearse de la misma manera en que se planean los ingresos, las tasas de rendimiento y las utilidades. Al preparar un plan de productividad, la organización puede encontrar la manera de operar con más eficiencia, antes del logro de las metas.

Primero se planea los niveles de productividad futuros y las tasas de crecimiento, luego se planean la puesta en marcha (herramientas) de las mejoras. Igual que en cualquier tipo de planeación: Debe hacerse a corto y a largo plazo.

✓ **Planeación de la productividad a corto plazo**

Horizonte de planeación menor a un año. Establecimiento de índices de productividad por periodos de una semana, un mes, un trimestre.

- **Objetivo principal:** Supervisar la productividad, casi de la misma manera que se supervisan las operaciones y como tal se convierte en una herramienta administrativa operacional.

✓ **Planeación de la productividad a largo plazo**

Horizonte de planeación mayor a un año. Es una herramienta de la planeación estratégica, puede ir integrada a la penetración de mercado, retiro o diversificación de productos. Se debe plantear a nivel corporativo. Debe ser flexible para ajustarse a contingencias.

3.1.5 Mejoramiento de la productividad

✓ **Causas de la disminución de la productividad**

Muchas situaciones pueden ser las causantes de disminuciones de productividad en las organizaciones. Y son estas causas, precisamente, las que al ser detectadas (a través de la medición y evaluación) dan las posibilidades de mejoramientos continuos o cuánticos si es del caso.

Se podría pensar que algunas de las causas fundamentales en la disminución de productividad, estriban en:

- Falta de habilidad para medir, evaluar y administrar los recursos de la compañía.
- Autoridad difusa e ineficiencia en organizaciones complejas.

- Expansión organizacional mal fundamentada.
- Poca motivación entre los empleados.
- Conflictos humanos no resueltos entre trabajadores.
- Incumplimientos a los clientes finales.
- Cambios tecnológicos rápidos.
- Elevación de costos fundamentales.

Estos elementos no son más que los parámetros requeridos para establecer cualquier plan de mejoramiento en cualquier organización. Antes de llegar a estos planes, se establece la importancia de conocer elementos de orden personal y social del ente evaluado.

✓ ***Ambiente para el mejoramiento de la productividad***

Digamos que bajo este nombre se ha hecho referencia general a la sensación que dan las organizaciones y en particular a la percepción de los empleados de la organización respecto del funcionamiento de la misma, así como de lo que se considera importante dentro de ésta.

Se debe tener en cuenta de que el ambiente se encuentra en la cabeza de cada empleado de la organización y que depende entonces de las rutinas y recompensas que experimenten los empleados⁴

• **Clima organizacional**

Los elementos fundamentales en el análisis del clima laboral son:

- La naturaleza de las relaciones interpersonales dentro de la organización.
- La naturaleza jerárquica de la organización.
- Los resultados del trabajo a los que la organización orienta sus incentivos.

• **Cultura organizacional**

El clima es un punto de vista psicológico, para comprender el comportamiento laboral que no le importa mucho los antecedentes solo lo que puede estar ocurriendo en el momento, por el contrario la cultura es un punto de vista antropológico de la comprensión de ese comportamiento y se enfoca más en los valores y las ideas de los empleados según sus diferentes culturas, (vestido, símbolos).

✓ ***Micro cambios para aumentar productividad***

Este enfoque apunta a un solo subsistema de la organización, aunque bien puede haber "*reverberación y derrame*" a un sistema mayor.

Algunos micro cambios son:

Ingreso de empleados a la organización: Contratación, selección y adaptación al medio.

- Capacitación.
- Establecimiento de metas difíciles y específicas.
- Rediseño de puestos.
- Incentivos salariales.
- Equipos y grupos de trabajo.

✓ ***Macro cambios para aumentar productividad***

Es el cambio diseñado para tener un efecto sobre varias directrices, prácticas, procedimientos y otras características de las múltiples funciones, unidades y niveles de la organización.

Algunos macro cambios son:

- Proyectos de calidad de vida en el trabajo.
- El desarrollo y el cambio organizacional.
- Los sistemas socio tecnológicos.
- La administración por objetivos.
- Los sistemas organizacionales salariales totales.
- Las organizaciones colaterales.
- Administración para la calidad total.

✓ ***Modelo analítico de mejoramiento de la productividad***

Una posible metodología de enfrentamiento con la realidad de la productividad puede ser a través del método científico, donde se establece un estado actual y se busca llegar a uno mejorado. La siguiente figura establece una base:

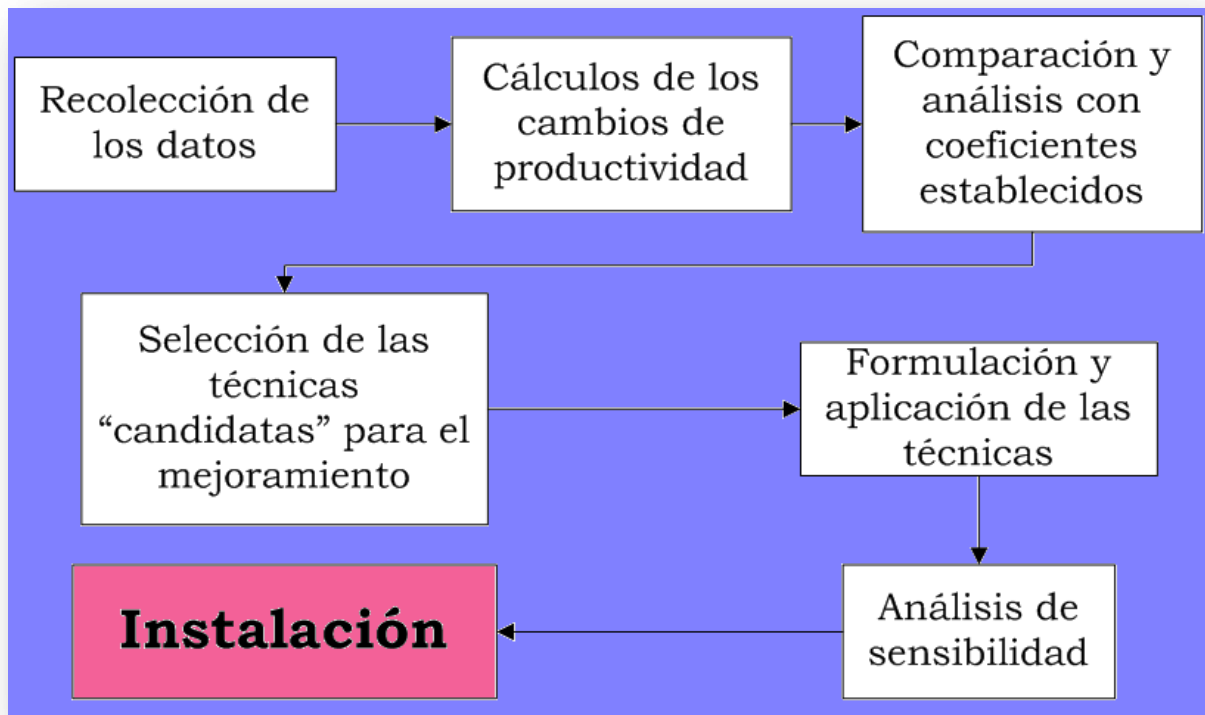


Figura 4. Modelo típico de mejoramiento

✓ Principios del mejoramiento

Se puede llegar a establecer que al mejoramiento como tal lo gobiernan algunos principios, sin convertirse estos en "camisa de fuerza" de obligatorio cumplimiento.

Estos principios a grandes rasgos, están dados de la siguiente forma:

- **Principio del mercado global** (*visión internacional*): Se cree que es indispensable entender (en estos momentos) el contexto en el cual se deben establecer las políticas de mejoramiento y sobre todo tener la visión de lo que ocurre a través de la competencia. Existe conexión con el principio del competidor más fuerte.
- **Principio del competidor más fuerte:** Es una especie de referenciación que se debe hacer con el objetivo de determinar quién es el mejor y de qué forma lo hace.
- **Principio de investigación:** Permite establecer vínculos a partir de lo que ocurre tanto en la teoría como en la práctica, es decir la relación de la investigación y la aplicación.

- ***Principio del proceso de mejoramiento continuo:*** Se convierte en una política que puede establecer una forma de vida dentro de cualquier organización.
- ***Principio de la mezcla de productos:*** Es de gran ayuda para realizar mejoramientos a productos que impacten verdaderamente los procesos de cualquier ente.
- ***Principio de la curva de aprendizaje:*** Se debe determinar la importancia que toma en el tiempo, el establecimiento de cualquier sistema de mejoramiento. Es precisamente a esta función de impacto y periodo que se le denomina curva de aprendizaje.
- ***Principio de participación de las ganancias en productividad:*** Es una pilar fundamental para el desarrollo de cualquier sistema de mejoramiento; es involucrar a los encargados de dirigir la organización hacia el bienestar total.
- ***Principio de la armonía en las relaciones humanas:*** Debe ser, a la vez, consecuencia e insumo del anterior principio. Ya en el documento se le ha dado la gran importancia que se merece.

✓ ***Sistemas para el mejoramiento de la productividad***

En los principios anteriores se puede apreciar la complementariedad necesaria, para que un sistema de mejoramiento pueda funcionar como tal y no por partes aisladas. Cualquiera que sea este sistema o esta forma de enfrentar el mejoramiento, se podría basar en 5 elementos fundamentales: La tecnología, los materiales, la mano de obra, el producto, y el trabajo / tarea proceso.

Algunas técnicas de mejoramiento contenidas en diferentes sistemas de mejoramiento son:

I. INGENIERÍA DE MÉTODOS

- Procedimientos gráficos.
- Análisis de operaciones.
- Concepto de diseño de métodos.

II. MEDICIÓN DEL TRABAJO

- Estudio de tiempos con cronómetro.

- b. Medición de tiempos en grupo.
- c. Sistema de tiempos y movimientos predeterminados.

III. PROGRAMAS DE INCENTIVOS

- a. Incentivos convencionales salariales.
- b. Participación de beneficios.

IV. INGENIERÍA DE MANUFACTURA

- a. Análisis del proceso y planeación de la operación.
- b. Control del proceso.
- c. Sistemas de manufactura flexible. Sistema integrado de máquinas-herramientas enlazadas mediante un manejo de materiales automatizados.
- d. Ingeniería concurrente. Diseño del producto integrado al proceso.
- e. Manufactura Integrada por Computadora.
- f. Controles y sensores industriales.
- g. Robótica y automatización.

V. FACTORES HUMANOS

- a. Ergonomía. Antropometría, biomecánica.
- b. Selección, mejoramiento y evaluación del personal.
- c. Evaluación de puestos de trabajo.
- d. Programas de seguridad en el trabajo.

VI. CONTROL ECONÓMICO

- a. Ingeniería económica.
- b. Control presupuestal.
- c. Estimación y asignación de costos.
- d. Evaluaciones financieras.
- e. Manejo de las incertidumbres - análisis de riesgos.

VII. PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL

- a. Análisis de sistemas, diseño y procedimientos de operación.
- b. Administración y control de inventarios.
- c. Planeación de requerimientos de materiales.
- d. Sistemas justo a tiempo.
- e. Planeación y programación del mantenimiento.
- f. Técnicas de planificación gráfica y técnicas de redes.

VIII. INSTALACIONES Y FLUJO DEL MATERIAL

- a. Localización de planta.
- b. Distribución de planta.
- d. Manejo de materiales.
- e. Técnicas de líneas de producción.
- f. Balanceo de línea. Líneas automáticas. Células de producción.
- g. Almacenamiento y distribución.
- h. Identificación y rastreo de productos.

IX. CONTROL DE LA CALIDAD

- a. Control estadístico.
- b. Administración de la calidad total.
- c. Aseguramiento de la calidad.
- d. Ingeniería de Habilidad.

X. TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN

- a. Programación lineal y no lineal,
- b. Pronósticos.
- c. Problemas de transporte y asignación.
- d. Teoría de colas.
- e. Simulación

XI. OTRAS TÉCNICAS

- a. Estudios organizacionales.
- b. Desarrollo gerencial.
- c. Creación de sistemas de información.
- d. Administración por objetivos.
- e. Empowerment (Empoderamiento).
- f. Outsourcing (Subcontratación).
- g. Mantenimiento Productivo Total (TPM).
- h. Benchmarking (Referenciación).
- i. Teoría de Restricciones (TOC). j. Downsizing.
- k. Reingeniería.
- 1. (5S): Seiri (clasificar); Seiton (Ordenar); Seiso (Limpiar); Seiketsu (Mantener); Shitkesu (Incorporar).

Estas son solo una muestra de las diferentes técnicas que puedan ayudar a la hora de establecer un programa de mejoramiento en cualquier organización.

Para el caso de este documento, el núcleo lo constituye las técnicas más básicas asociadas a la Ingeniería Industrial: Estudios de Métodos y medición del tiempo.

CAPÍTULO 4: GESTIÓN DE PROCESOS

MODULO 10: ESTUDIO DE LOS PROCEDIMIENTOS

4.1.1 Normalización

"La Normalización es una actividad colectiva encaminada a dar soluciones a situaciones repetitivas, que provienen fundamentalmente del campo científico o técnico, y consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas".

✓ ¿Qué es una norma?

Es un documento accesible al público, consensuado entre todas las partes interesadas, que contiene especificaciones técnicas u otros criterios para que se usen como reglas, guías o definiciones de características, para asegurar que materiales, productos, procesos o servicios cumplen los requisitos especificados.

Debe estar aprobado por un organismo de normalización y no tiene carácter obligatorio.

Una norma marca unas pautas para la fabricación de productos, realización de un proceso, desarrollo de un servicio, para proteger la salud y el medio ambiente, prevenir los obstáculos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica.

✓ ¿Qué se pretende con la normalización?

Simplificar las tareas, y facilitar la intercambiabilidad.

Proteger al consumidor. Éste al comprar un producto normalizado tiene la posibilidad de elegir entre varios suministradores (por ejemplo al comprar un repuesto).

Eliminar barreras a los intercambios.

✓ La Normalización de los procesos

La calidad de un producto puede ser garantizada mediante su control exhaustivo o asegurándose de que todos los procesos que han intervenido en su fabricación operan dentro de las características previstas.

La normalización es el punto de partida en la estrategia de la calidad.

Es un instrumento técnico para la implantación de un sistema de calidad.

Una norma es el registro escrito de todos los aspectos que se han de respetar en la producción de un bien o en el suministro de un servicio. Cualquier actividad, operativa o de gestión, puede ser en principio normalizable.

Procedimientos "Aquí va el banner de las definiciones citadas apareciendo de manera consecutiva"

4.1.2 Procedimientos

✓ Definiciones de procedimiento

Gómez Ceja

Es una serie de labores concatenadas (unidas) que constituyen una sucesión cronológica y la manera de ejecutar un trabajo encaminado al logro de un fin determinado.

Barrios

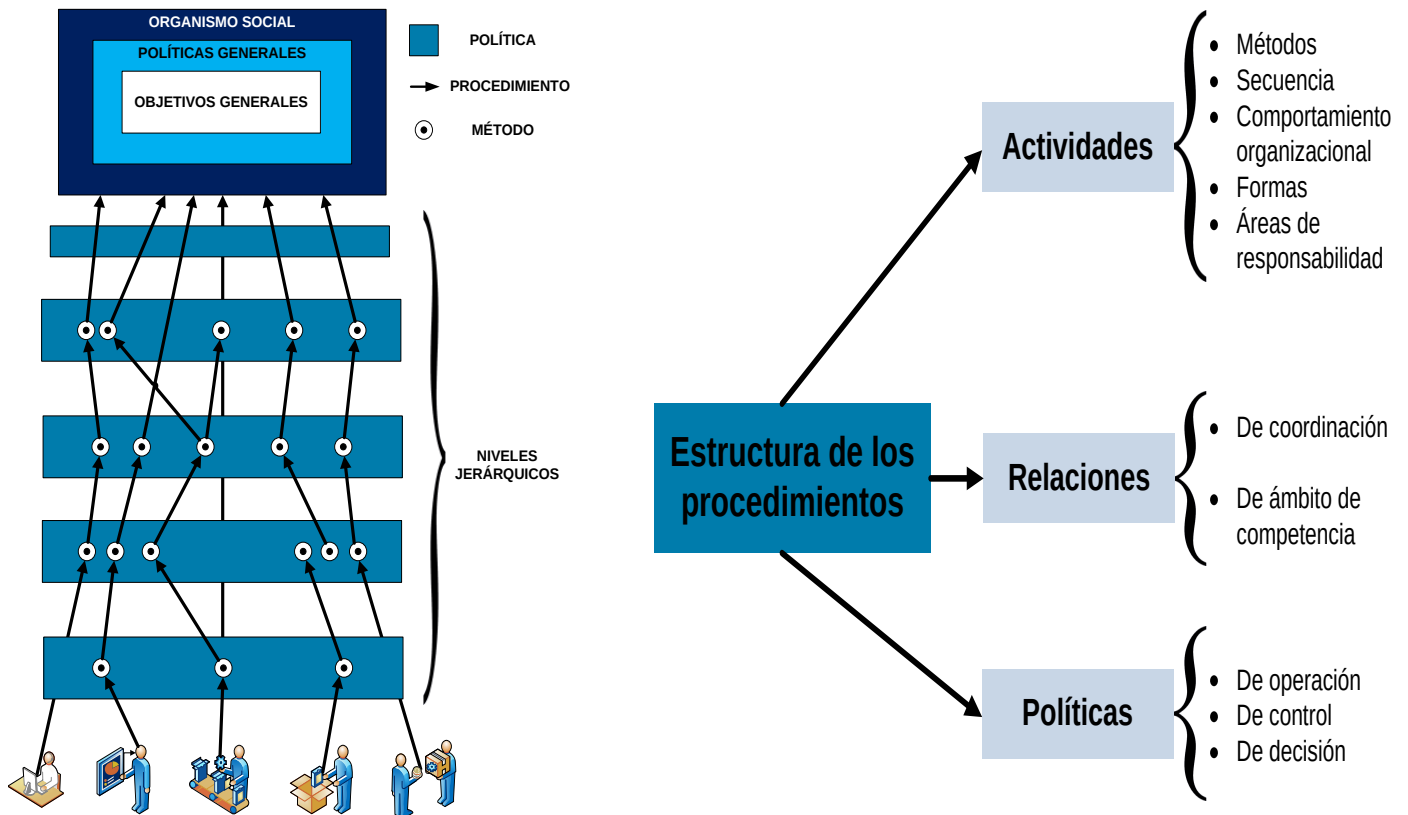
Es el conjunto de rutinas específicas de trabajo en las que se incluyen el flujo de documentos, la manutención de registros, el establecimiento de normas de trabajo, arreglo de espacio. Etc.

Koontz y O'Donnell

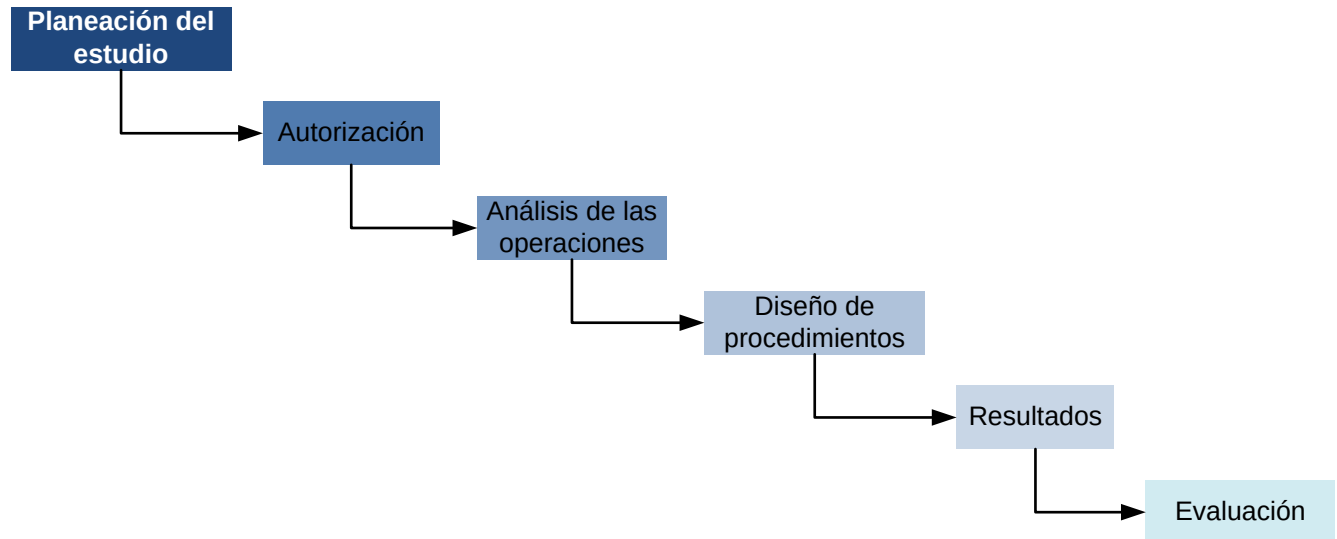
Son planes en cuanto establecen un método habitual de manejar actividades futuras. Son verdaderas guías de acción, más que de pensamiento, que detallan la forma exacta bajo la cual ciertas actividades deben cumplirse.

• Definición de Procedimiento

Un procedimiento es la descripción documentada de las tareas a realizar dentro de un proceso y del "producto" a entregar para alcanzar un objetivo. Indica quién, dónde, cómo y cuándo se realizan las diferentes tareas o actividades. Son los pasos a seguir que en forma específica se señalan como parte de un proceso. Relación entre procedimientos, métodos y políticas



Para poder llevar a cabo un estudio sistemático de los procedimientos, se deben considerar una serie de aspectos que son de vital importancia los cuales están representados en la siguiente figura.



4.1.3 Documentación de Procedimientos

✓ Objetivos



Objetos

- Responsables
- Directrices
- Procedimientos
- Conducción



Resultados

Describir el método y orden secuencial de las actividades o pasos necesarios para desarrollar una función y obtener un resultado predeterminado, de acuerdo con las normas y políticas aprobadas por la organización.

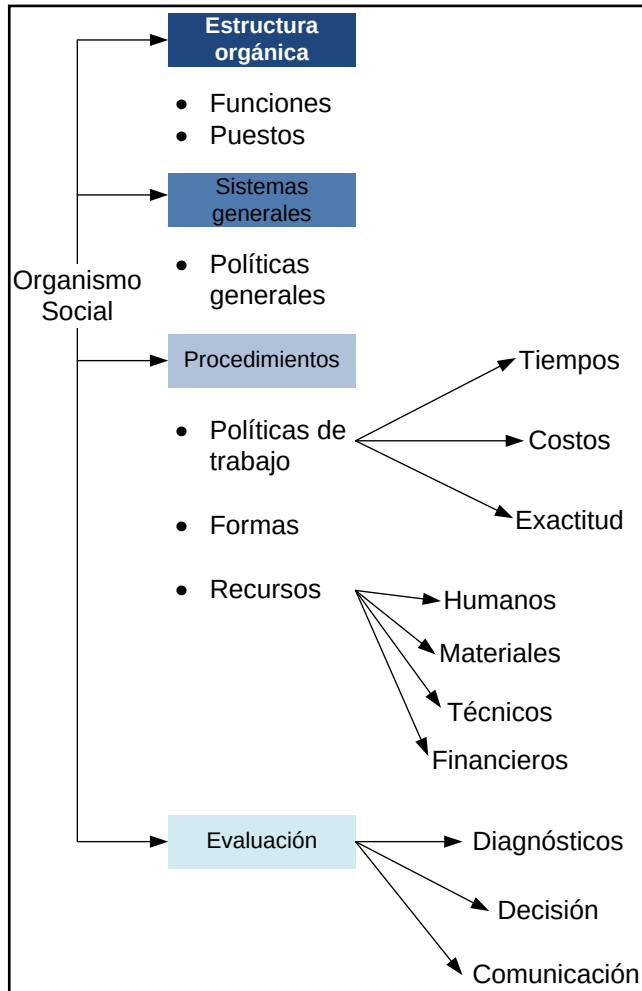
• Elementos para alcanzar objetivos establecidos.

El objetivo principal de todo estudio de procedimientos es simplificar los métodos de trabajo así como eliminar operaciones y papelería innecesaria, con la finalidad de reducir los costos y dar fluidez y eficacia a las actividades.

Existen, sin embargo, objetivos secundarios en el estudio y análisis de los procedimientos tales como:

- Eliminar operaciones, combinándolas entre sí o suprimiéndolas.

- Cambiar el orden de las operaciones para que se logre mayor eficiencia.
- Eliminar envíos y demoras innecesarios o reducirlos a un mínimo
- Centralizar las inspecciones para considerar el control interno
- Eliminar embotellamientos para evitar cuellos de botella (amontonamiento difícil, fluidez de trámites)
- Eliminar el zigzag (en el retorno de un paso a su punto de partida, antes de seguir adelante).



✓ **Ventajas**

Capacitar al personal de nuevo ingreso en la empresa o en el puesto

Verificar el proceso real respecto del proceso diseñado

Detectar actividades o grupos de actividades que reducen la calidad y la productividad

Facilitar la coordinación y la comunicación.

Facilitar el análisis de opciones de mejoramiento.

Ayudan a dirigir todas las actividades de la empresa hacia unos objetivos organizacionales comunes, ayudan a imponer un nivel de consistencia en todas la organización y a través del tiempo, buscan la economía permitiendo a la dirección evitar gastos en estudios periódicos y delegar autoridad a los subordinados para adoptar decisiones en el marco de una serie de políticas y procedimientos desarrollados

por la dirección superior.

Los procedimientos permiten establecer la secuencia para efectuar las actividades rutinarias y específicas, se establecen de acuerdo con la situación de cada empresa, de su estructura organizacional, clase del producto (bien o servicio) turno de trabajo, disponibilidad del equipo y material, incentivos y otros factores.

El procedimiento determina el orden en que debe realizarse un conjunto de actividades, pero no indica la manera en que deben realizarse, pues de eso se encargan los métodos, que van implícitos en el procedimiento.

Tanto los métodos como los procedimientos están íntimamente relacionados, ya que los procedimientos determinan la secuencia lógica que se debe seguir en una serie de actividades, y los métodos indican cómo realizar dichas actividades, por tanto, los métodos son parte de procedimientos.

En todo tipo de organizaciones, por medio del establecimiento de sistemas y procedimientos administrativos, se logran ciertas ventajas, como las siguientes:

- Conservar el esfuerzo administrativo
- Ayudar a imponer un nivel de consistencia en toda la organización
- Facilitar la delegación de autoridad y la fijación de responsabilidad
- Conducir al desarrollo de métodos más eficientes de operación
- Permitir importantes economías de personal
- Facilitar la acción de controlar
- Ayudar a lograr la coordinación de actividades

✓ **Aspectos importantes**

Es indispensable estandarizar la elaboración de los procedimientos, para que todos puedan leer lo mismo e igualar las interpretaciones. Los diagramas más útiles contienen palabras y frases entendibles por cualquier persona.

El primer paso en la diagramación, es determinar los límites del proceso que se analizará. Luego se deben establecer los productos que salen del proceso y los insumos que entran. Resulta muy importante no tratar de detallar demasiado conservando el mismo nivel de detalle en todo el diagrama.

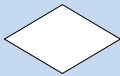
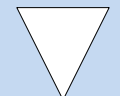
Es obligatorio verificar los diagramas respecto de la realidad, con el propósito de corregir cualquier mala interpretación u omisión que pudieran contener.

Es indispensable que todos los diagramas tengan claramente especificados: la fecha de elaboración o actualización, un número de versión y el nombre o nombres de quienes lo elaboraron.

Los procedimientos están sujetos a modificaciones y mejoras, por lo cual, es fundamental conservar un historial de las versiones y garantizar que las áreas posean solamente la última versión en sus manuales.

“Un procedimiento desactualizado es peor que no tenerlo documentado”

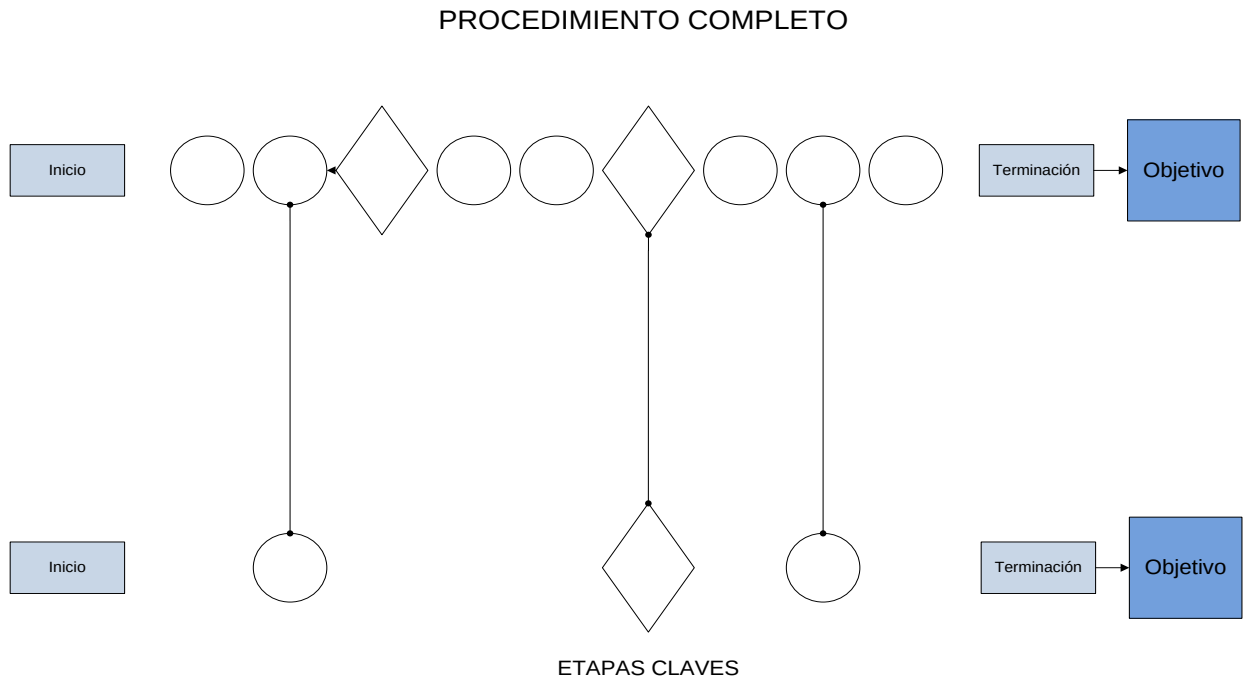
✓ **Pasos en la Documentación de Procedimientos**

SIMBOLO	SIGNIFICADO	APLICACIÓN
	TERMINAL	SIGNIFICA EL PRINCIPIO O EL FINAL DEL PROCEDIMIENTO.
	OPERACIÓN	REPRESENTA EL ESPACIO PARA ESCRIBIR UNA ACTIVIDAD DEL PROCEDIMIENTO.
	DECISIÓN O ALTERNATIVA	INDICA UN PUNTO DEL PROCEDIMIENTO DONDE SE TOMA UNA DECISIÓN ENTRE DOS OPCIONES (SI O NO).
	DOCUMENTO	REPRESENTA CUALQUIER TIPO DE DOCUMENTO QUE SE UTILICE O SE GENERE EN EL PROCEDIMIENTO. EL DOCUMENTO PODRA TENER COPIAS.
	ARCHIVO	REPRESENTA UN ARCHIVO COMUN Y CORRIENTE DE OFICINA DONDE SE GUARDA UN DOCUMENTO EN FORMA TEMPORAL O PERMANENTE.
	CONECTOR INTER PAGINA	REPRESENTA UNA CONEXIÓN O ENLACE DE UNA PARTE DEL DIAGRAMA DE FLUJO CON OTRA PARTE LEJANA DEL MISMO.
	CONECTOR DE PAGINA	REPRESENTA UNA CONEXIÓN O ENLACE DE UNA PAGINA A OTRA.
	DIRECCIÓN DE FLUJO O LÍNEA DE UNIÓN	CONECTA LOS SIMBOLOS SEÑALANDO EL ORDEN EN QUE SE DEBEN REALIZAR LAS DISTINTAS OPERACIONES.

• **Investigación**, la cual comprende:

- El reconocimiento de las áreas responsables, de su integración y la información disponible, tal como normas, manuales y otros documentos afines, observación directa del medio y entrevista con el personal.
- Definición del método para el levantamiento de la información.
- El diseño y la aplicación de la metodología y materiales de apoyo.
- La identificación de las normas, atribuciones, funciones y actividades básicas y complementarias.
- El inventario de procedimientos, tales como: la cantidad, homogeneidad, el tipo (institucionales o específicos), la vigencia y las actividades aún no procedimentadas y con posibilidades de documentarse.
- La identificación de los requerimientos, tales como: la depuración, actualización, modificación, sistematización o la creación de nuevos procedimientos.

del flujo de documentos y del procedimiento. Permite registrar con orden el quién, qué, cuando, donde, por qué y cómo, del procedimiento.



- **Análisis de los hechos**

El objeto del estudio y su alcance tienen una relación muy importante en la organización de los hechos.

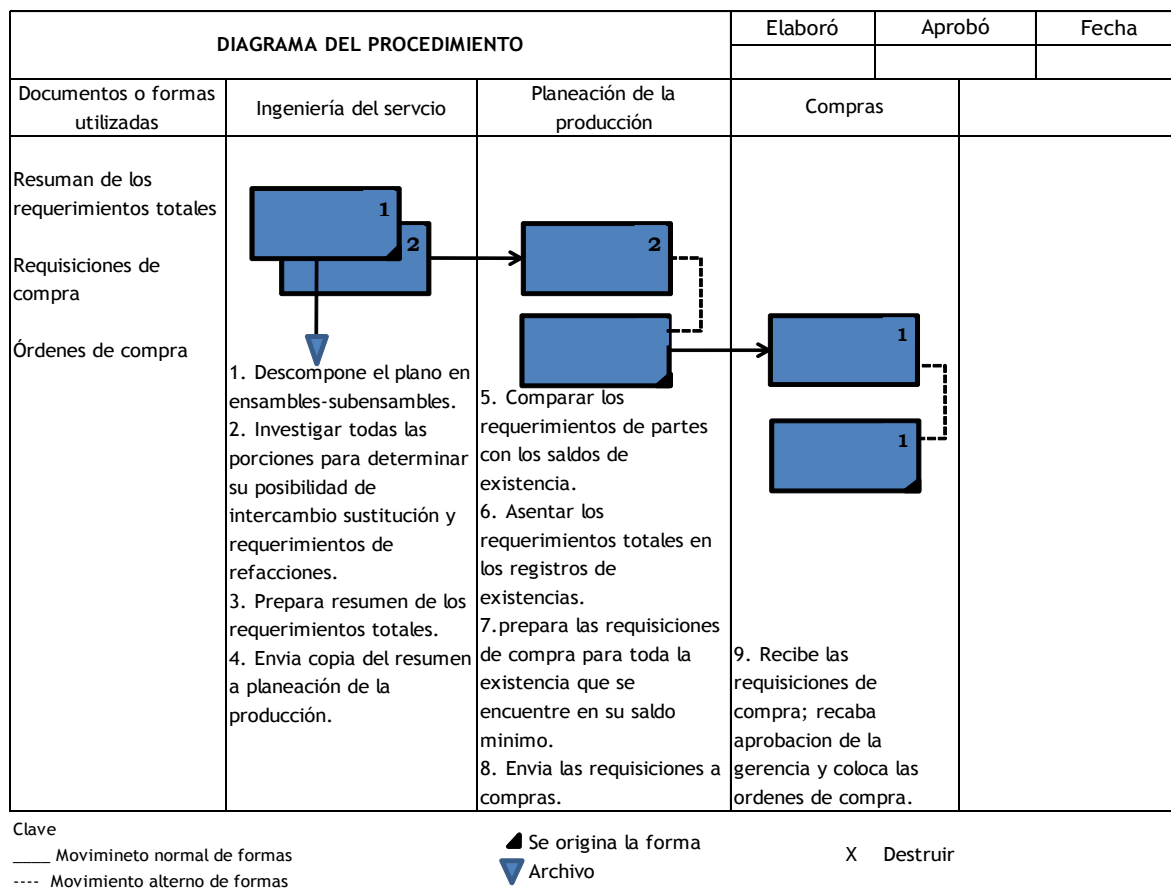
La regla general es buscar un agrupamiento de los hechos de acuerdo con el objetivo del sistema y los pasos más importantes del mismo. Cuando los hechos están organizados, el analista puede indicar los problemas que pueden ser resueltos por cada grupo de los hechos.

Elaborar diagramas es un trabajo que requiere tiempo, sólo deberá usarse para aclaraciones de hechos, hacerlos más comprensibles y descubrir los eslabones perdidos en los detalles del sistema.

En el caso del análisis de procedimientos, el diagrama de procedimientos nos ayudará a presentar la afluencia de formas (documento) y los pasos de operación que se necesitan para efectuar un procedimiento.

La preparación del diagrama de procedimiento se facilita si durante la etapa de recopilación de datos se elaboró una hoja de trabajo de proceso de análisis del procedimiento. El diagrama no solo presenta la afluencia completa y el curso de los documentos, sino también asegura al analista que todas las copias fueron llevadas al término final de un procedimiento lógico.

Habiendo reconstruido él, o los flujos que componen las cadenas de trabajo del servicio o del procedimiento en estudio, hay que llegar a su crítica. Durante esta fase se comienza a considerar las mejoras, éste adopta por tanto una actitud interrogativa.



Se recomienda examinar los cinco puntos siguientes:

- **El trabajo ejecutado por cada persona.**

Cuando se trata de trabajo de rutina, el jefe no debe intervenir más que para controlar la corrección de la ejecución. En ocasiones, ciertas operaciones exigen su intervención, pero debe asegurarse si él solamente puede tomar decisión y si sería una anomalía que delegase esta facultad en otra persona. Se requiere una gran experiencia para determinar que trabajos son los que no deben ser de incumbencia de cualquier otro responsable.

- **El valor de los controles.**

En el trabajo administrativo son muy numerosos los controles; cada cual asegura si el trabajo hecho es correcto. Este modo trae consigo,

inevitablemente, la ejecución de operaciones suplementarias que, la mayoría de las veces, podrían ser suprimidas. Frecuentemente el examen de los controles hace resaltar su ineficacia parcial, aun cuando un control sea eficaz es absolutamente necesario. No es raro comprobar que un error antes de ser detectado, se ha realizado a través de numerosas fases y que a veces, sólo se descubre cuando ha terminado el conjunto de operaciones y se efectúa la comunicación de los resultados.

- **Comprender el uso de los documentos.**

El análisis hace destacar los trasposos de información de un documento a otro, tales observaciones deberán llamar la atención sobre una posible mala comprensión de los documentos no permitiendo evitar dichos trasposos.

- **Distribución de documentos.**

Ciertos documentos pueden ser enviados a personas que no tienen ninguna necesidad de ellos, Es necesario dar con estos documentos y llegar a suprimirlos ya que, a veces, son establecidos con una sola finalidad. Una deficiente organización de los medios de comunicación o una mala distribución de tareas es causal a veces, de la emisión de documentos, que, normalmente, no tienen razón de existir.

- **Clasificación de los documentos.**

Para cada acción u operación, se plantea sucesivamente las preguntas:

- **¿Qué?** De qué operación se trata y cuál es su resultado?
- **¿Por qué** es verdaderamente necesaria esta operación? Si la respuesta es negativa, la operación debe ser eliminada.
- Si el examen demuestra que esta operación es necesaria, habrá que dar respuesta a las interrogantes siguientes:
- **¿Quién lo ejecuta?** ¿Por qué esta persona? La persona que ejecuta esta tarea ¿es la más calificada para ello?
- **¿Dónde se ejecuta? ¿Por qué en ese momento?** Este momento escogido ¿es el mejor?
- **¿Cómo se ejecuta? ¿Por qué de esta forma?** ¿Es este el mejor medio posible?

PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO PARA LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA

Análisis			Síntesis	
Hecho observado	Crítica	Posibilidad de mejoramiento	Recursos de mejoramiento	Mejora propuesta
¿Qué? (Propósito)	¿Por qué?	¿Qué otra cosa podría hacerse?	ELIMINAR	QUÉ debería hacerse
¿Dónde? (Lugar)	¿Por qué?	¿En qué otro lugar podría hacerse?	COMBINAR (Lugar, orden, persona)	DÓNDE debería hacerse
¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Cuándo podría hacerse?	o	CUÁNDO debería hacerse
¿Quién? (Persona)	¿Por qué?	¿Qué otra persona podría hacerlo?	CAMBIAR (Lugar, orden, persona)	QUIÉN debería hacerlo
¿Cómo? (Medio)	¿Por qué?	¿De qué otro modo podría hacerse?	SIMPLIFICAR	CÓMO debería hacerlo

Podemos ver que la respuesta a la pregunta ¿qué? Puede conducir a eliminar una acción.

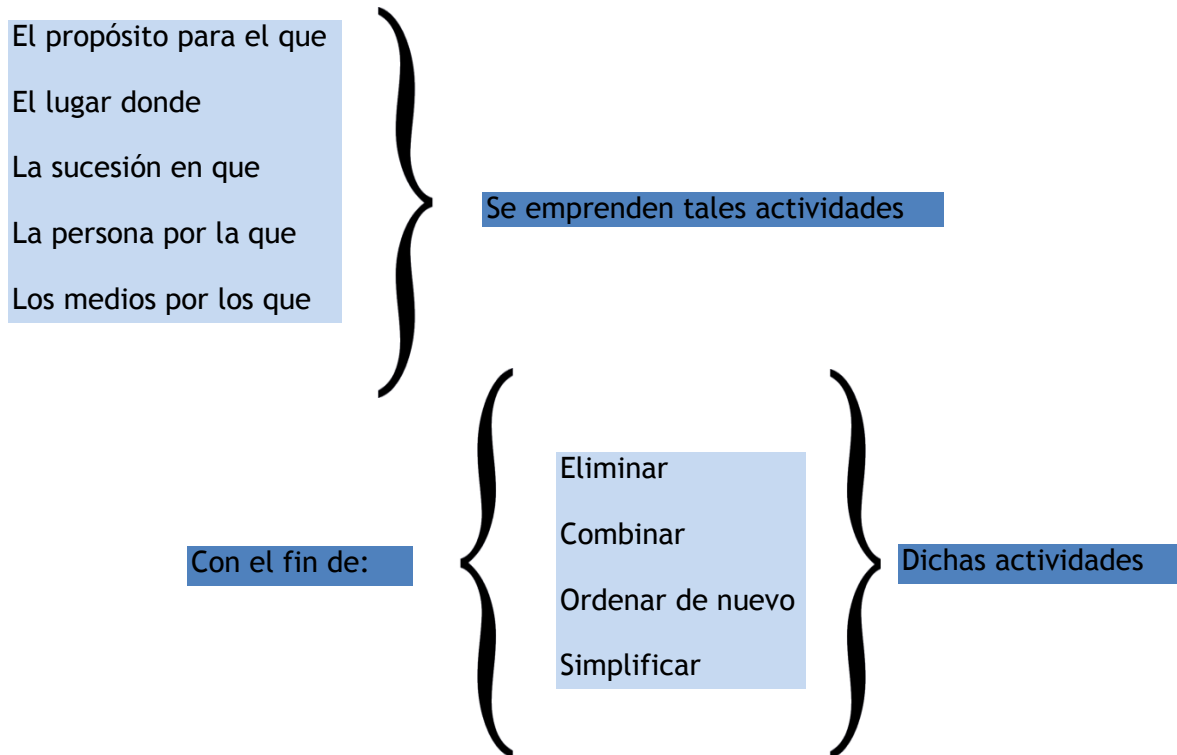
Las respuestas a las preguntas ¿Quién? ¿Dónde? ¿Cuándo? Pueden conducir a cambiar o permutar. Y la respuesta a ¿Cómo? Puede conducir a mejorar.

En todo procedimiento podemos distinguir dos clases básicas de actividades, aquellas en que sucede efectivamente algo al procedimiento, se modifica, se le añade algo o se examina.

Se puede dividir en:

- **Actividades preparatorias.** Son actividades no productivas.
- **Actividades activas.** Son las operaciones verdaderamente productivas, de las cuales no se puede prescindir.
- **Actividades de salida.** Se consideran como actividades no productivas.
- **Aquellas en las que no ocurre nada,** sino que queda almacenado o inactivo por alguna espera.

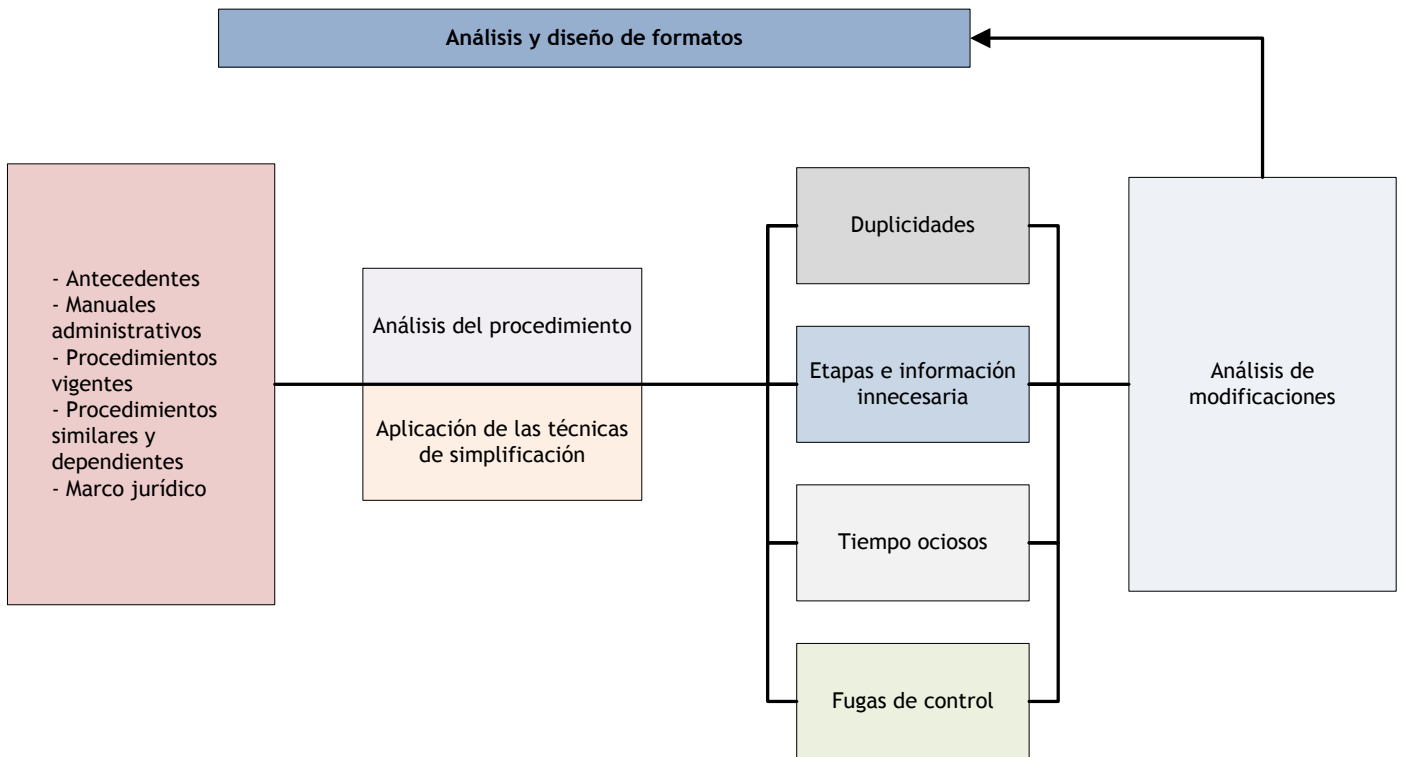
Estas operaciones implican almacenamientos y demoras que significan inmovilización de recursos.



Las preguntas se pueden cambiar.

Propósito:	¿Qué se hace? ¿Es necesario? Eliminar partes innecesarias
Lugar:	¿Dónde se hace? ¿Es necesario ahí? Cambiar cuando sea posible
Sucesión:	¿Cuándo se hace? ¿Es necesario? Ordenar de nuevo la sucesión
Persona:	¿Quién lo hace? ¿Mejor otra persona?
Medios:	¿Cómo se hace? ¿Es más económico de esta forma? Simplificar la operación

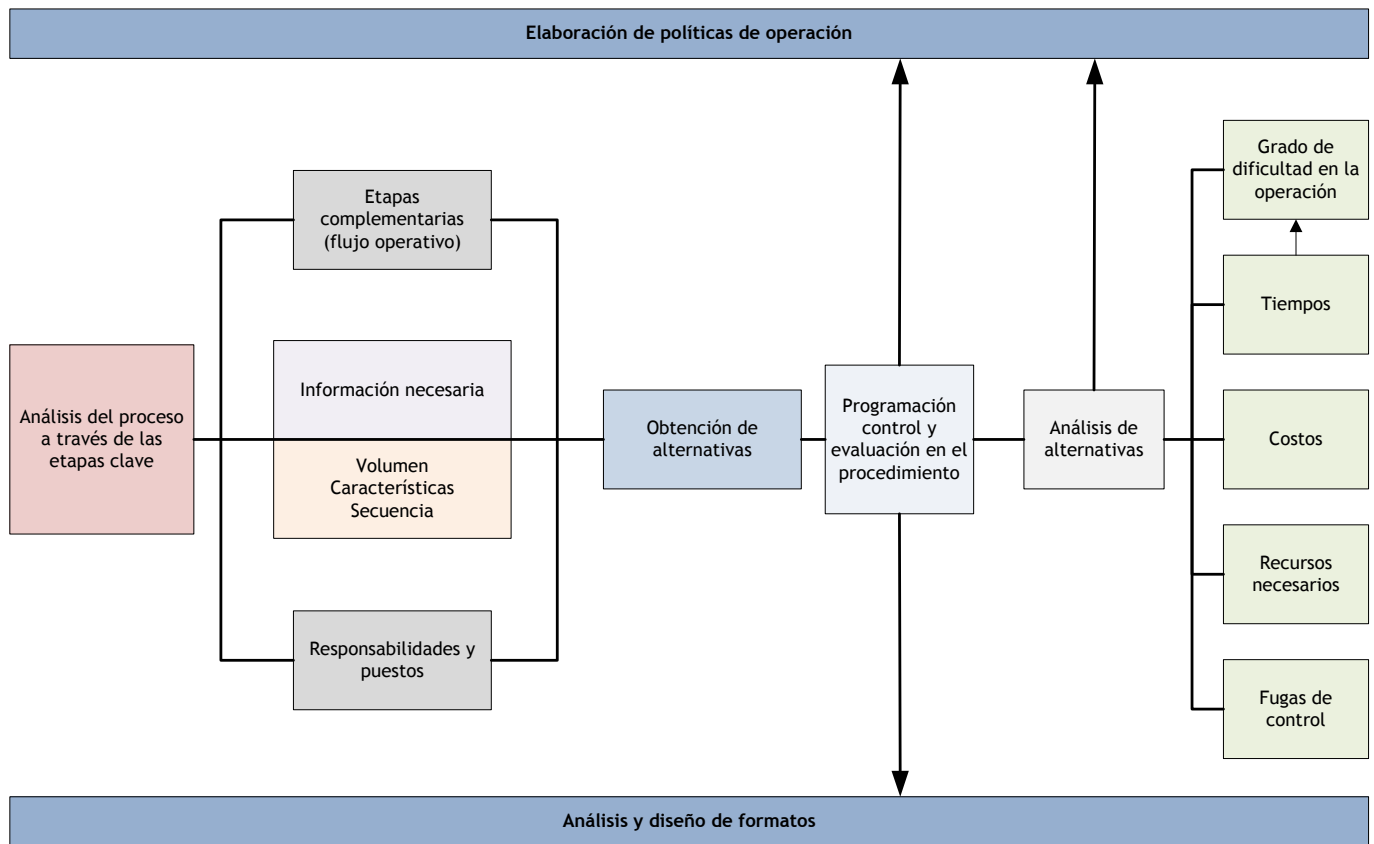
Desarrollo de simplificación de procedimientos



- **Adoptar el procedimiento propuesto y mantenerlo actualizado**

Se debe contar con la aprobación de la dirección, y para solicitarla se requiere preparar un informe que contenga los siguientes puntos:

- Costos relativos a cada procedimiento, tanto el actual como el propuesto
- Costos de la implantación del nuevo procedimiento.
- Decisiones ejecutivas necesarias para implantar el nuevo procedimiento.
- La implantación del informe abarca aspectos como:
- Obtener aceptación de los jefes de departamento
- Obtener aprobación de la dirección
- Obtener opinión de los empleados afectados con los cambios
- Enseñar el nuevo procedimiento a quienes habrán de aplicarlo
- Supervisar su aplicación para asegurarse de que se aplica tal y como se planteó e indicó.



• **Diseño**

Registrar la información obtenida, de acuerdo con las políticas establecidas por la organización para tal fin.

En general, el procedimiento deberá contener:

- Nombre del Procedimiento.
- Objetivo del Procedimiento
- Normas y Políticas de Operación.
- Descripción de los Procedimientos.
- Formatos e Instructivo de Llenado
- Diagramas de Flujo.
- Evaluación y seguimiento

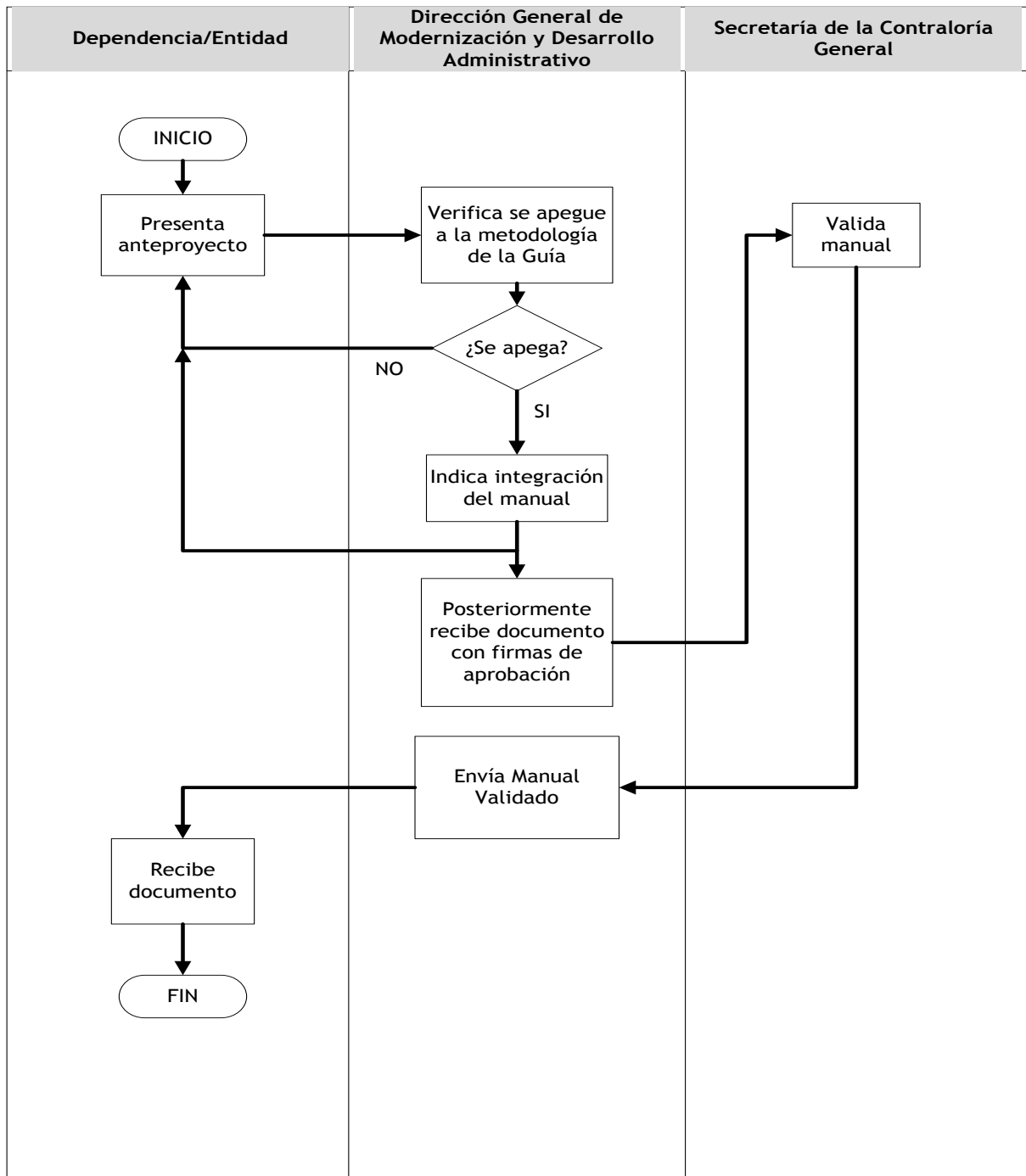
Una vez obtenido el procedimiento, deberá validarse con todo el personal involucrado en el mismo.

Los ajustes necesarios, se incluirán conservándose el record de actualizaciones y garantizando que todas las áreas involucradas posean la versión actualizada del mismo.

Se debe realizar un seguimiento periódico a los procedimientos para mantener asegurada su validez

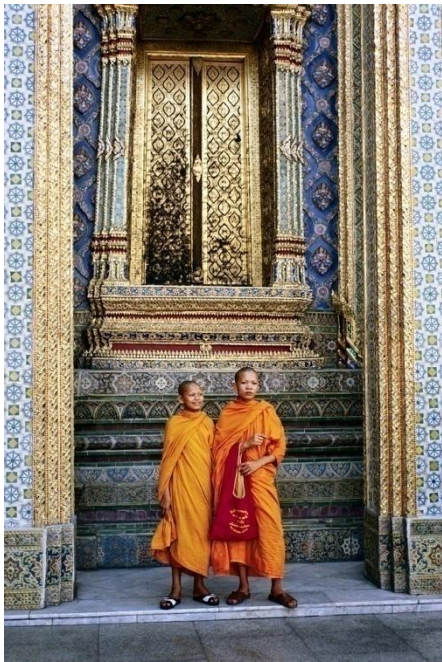
(Anexo 1)

Procedimiento: Revisión, Análisis y Validación de Manuales de Procedimientos



MODULO 4.2: MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Para comenzar...



Cuentan que cierto día en un monasterio Zen-Budista, los monjes se encontraron con la muerte de uno de sus guardianes y fue preciso encontrar un sustituto. El Gran Maestro convocó a todos los discípulos para determinar quién sería el nuevo centinela. El Maestro, con mucha tranquilidad y calma, dijo:

- Asumirá el puesto el primer monje que resuelva el problema que voy a presentar.

Entonces, colocó una preciosa mesita de finas maderas en el centro de la enorme sala en que estaban reunidos, y encima de esta colocó un jarrón de porcelana con un diseño de exquisito gusto y refinamiento, con varias rosas amarillas de extraordinaria belleza en él. Y dijo así:

- ¡Aquí está el problema! –señalando

directamente al precioso jarrón.

Todos quedaron asombrados mirando aquella escena: un jarrón de extremo valor y belleza, con maravillosas flores en su interior. ¿Qué representaría? ¿Qué hacer? ¿Cuál era el enigma encerrado detrás de todo esto? ¿Dónde estaba el problema?

En ese instante, uno de los discípulos sacó una espada, miró al Gran Maestro y a todos sus compañeros, se dirigió al centro de la sala y... ¡zas! Blandiendo la espada, destruyó todo de un solo golpe.

La escena fue impresionante. Tan pronto el discípulo retornó a su lugar, el Gran Maestro dijo con voz contundente:

- Usted será el nuevo Guardián del monasterio.





Moraleja de la historia...

No importa cuál sea el problema. Si ves un problema, precisa ser eliminado.

Un problema es un problema, y como tal, es un imperativo categórico eliminarlo.

Definición de problema

Para Kepner y Tregoe (1965) un problema es “una desviación entre lo que se espera que esté sucediendo y lo que realmente sucede, con la importancia suficiente para que alguien piense que se debería corregir la desviación.”

La diferencia entre las máquinas y el hombre, es que este último piensa y siente y en la medida en que sepa para qué hacer una cosa determinada, podrá hacerla mejor.

“Todo se puede mejorar”

Mejorar un proceso, es analizar y estudiar sus componentes de manera que se presenten alternativas que permitan obtener:

- Mejores resultados del proceso
- Disminución de los costos del mismo.

4.2.1 La mejora de los procesos

La mejora de los procesos es una estrategia de negocios importante en los mercados competitivos porque:

- a. La lealtad de los clientes se basa en el valor entregado
- b. El valor de los clientes se crea mediante los procesos de negocios
- c. El éxito continuo en los mercados competitivos requiere de que una empresa mejore en forma consistente el valor ofrecido.
- d. Para mejorar en forma consistente la capacidad de crear valor, una empresa debe mejorar de manera continua sus procesos de creación de valor.

Ejemplo 1

Un buen ejemplo es Dell. Aunque ha obtenido algunas de las calificaciones más altas en el sector industrial de las PC, su director ejecutivo, Michael Dell, llegó a obsesionarse por encontrar formas de reducir los índices de

fallas de las maquinas. Llegó a la conclusión de que las fallas estaban relacionadas con el número de veces que el disco duro se manejaba durante el ensamble, e insistió en que se redujera el número de veces que se toca el disco de un nivel existente de más de 30 por unidad. Las líneas de producción se reestructuraron y el número se redujo a menos de 15. Poco después, la tasa de rechazos de los discos duros bajó 40 por ciento y las fallas generales disminuyeron 20 por ciento.

Muchas otras empresas, como Lincoln Electric y Procter & Gamble, desarrollaron enfoques innovadores y eficaces para mejorar; sin embargo, muchos de ellos se concentraban únicamente en la productividad y en los costos.

✓ **Flexibilidad y reducción del tiempo del ciclo**

El éxito en los mercados competitivos globales requiere de capacidad para el cambio rápido y flexibilidad.

La flexibilidad se refiere a la capacidad de adaptarse con rapidez y eficiencia a los requisitos en constante cambio. Tal vez significa la transición veloz de un producto a otro, una respuesta rápida a las demandas cambiantes o la capacidad de producir gran variedad de servicios personalizados.

Un indicador de negocios importante que complementa la flexibilidad es el tiempo del ciclo. Este se refiere al tiempo necesario para completar un ciclo de un proceso (por ejemplo el tiempo desde el momento en que el cliente ordena un producto hasta el momento de su entrega, o el tiempo necesario para introducir un nuevo producto).

La reducción del tiempo del ciclo tiene dos propósitos: primero, acelerar los procesos de trabajo, de modo que mejore la respuesta al cliente; segundo, las reducciones en el tiempo del ciclo sólo se logran agilizando y simplificando los procesos para eliminar los pasos que no agregan valor, como el reproceso.

Agilidad es un término que se utiliza para referirse a la flexibilidad y los tiempos de ciclos breves. Es determinante para las estrategias enfocadas hacia el cliente, como la personalización en masa, que requiere de una respuesta rápida y flexibilidad para la cambiante demanda del cliente.

✓ **Mejora mediante innovaciones**

Las metas extendidas obligan a una organización a pensar en forma totalmente diferente y a fomentar las mejoras más importantes, así como las incrementales.

Las mejoras mediante innovaciones resultan del pensamiento innovador y creativo; a menudo las motivan las metas extendidas o los objetivos innovadores.

- Reducción de variables medibles:
 - Variabilidad
 - Tiempo de ciclo
 - Actividades que no agregan valor

- Oportunidad
- Resultados:
 - Incremento de la productividad
 - Disminución de los costos
 - Mejora en la calidad

4.2.2 Tipos de Mejoramiento de procesos

✓ **Mejora continua de procesos**

Mejora incremental a partir de la disminución de la variación en las variables críticas del proceso

✓ **Rediseño de procesos**

Análisis de valor para eliminar las actividades que no lo agregan.

✓ **Reingeniería de procesos**

Cambios radicales en el proceso.

✓ **La reingeniería de procesos**

Reingeniería significa “Empezar de nuevo” no solamente implica hacer recomendaciones de mejora a los sistemas existentes para que funcionen mejor, sino abandonar los procedimientos establecidos y examinar los procesos que se requieren para crear el bien o servicio y entregar un producto de valor al cliente.

Para Lowenthal (1994) la reingeniería es un rediseño y un replanteamiento fundamental de los procesos operacionales y la estructura organizacional, enfocados a mejorar la competitividad de la empresa por medio de mejoras dramáticas de su desempeño.

Comprende hacer preguntas básicas acerca de los procesos de negocios: ¿por qué lo hacemos? y ¿por qué se realiza de esta manera?

✓ **Ejemplos de actividades innecesarias**

Actividades generales	Manifestaciones Específicas	Respuesta correctiva
Actividades que crean productos que nadie usa	Informes internos innecesarios, características no necesarias de productos	Descontinuar actividad y ver si alguien se queja
Recolección ineficiente de información	Información innecesaria, información duplicada	Limpiar, usar métodos eficientes
Controles y autorizaciones innecesarias	Requerimientos obsoletos, supuestos falsos, transacciones triviales, requerimientos inconsistentes	Dar autoridad a empleados, auditar periódicamente, eliminar actividades no justificadas económicamente

Ensayos e inspecciones innecesarios	Requerimientos obsoletos, ensayos mal asignados, ensayos redundantes	Mejorar capacidad del proceso, discontinuar ensayos que raramente encuentran un error
Movimientos innecesarios	Mucha distancia entre tareas, ruta inadecuada del proceso, subir y bajar	Reubicar actividades, usar carros, realizar tareas en terreno
Actividades con salidas reusables	Actividades de información repetitiva	Desarrollar formularios
Actividades que protegen de eventos extraños	Los eventos no han ocurrido nunca	Descontinuar a no ser que las consecuencias sean severas

✓ **Ejemplo de análisis y solución de problemas**

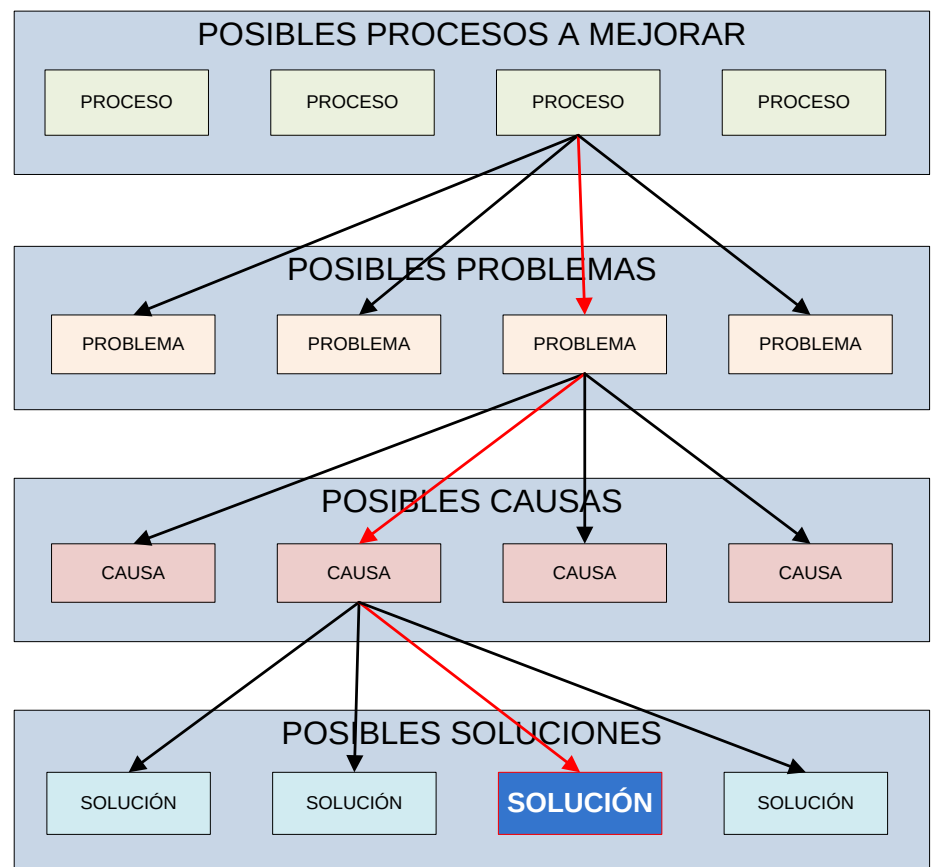
Bodega

Pedido de materiales

Atrasos en pedidos

Programación
deficiente

Programación
operacional por
semana de trabajo



4.2.3 Aspectos Generales del Estudio de Procesos

- a. La calidad es lo primero
- b. Énfasis en requerimientos y expectativas del cliente
- c. La calidad es responsabilidad de todos
- d. Administración participativa
- e. Normalización
- f. Autocontrol
- g. Enfoque de sistematización
- h. Capacitación



4. Mejoramiento continuo del proceso

3. Implantación del proceso mejorado

2. Racionalización del proceso

1. Estudio de la situación actual

- ✓ **Estudio de la Situación actual**
 - Objetivos del proceso
 - Resultados del proceso
 - Insumos del proceso
 - Recopilación de información
 - Análisis del proceso
- ✓ **Racionalización del proceso**
 - Estudio de resultados del proceso
 - Planificación de modificaciones al proceso
 - Validación y mejoramiento del proceso
- ✓ **Implantación del proceso mejorado**
 - Diseño del proceso mejorado
 - Puesta en marcha del proceso mejorado
 - Seguimiento del proceso mejorado
- ✓ **Mejoramiento continuo del proceso**
 - Control de procesos
 - Revisión constante de procesos

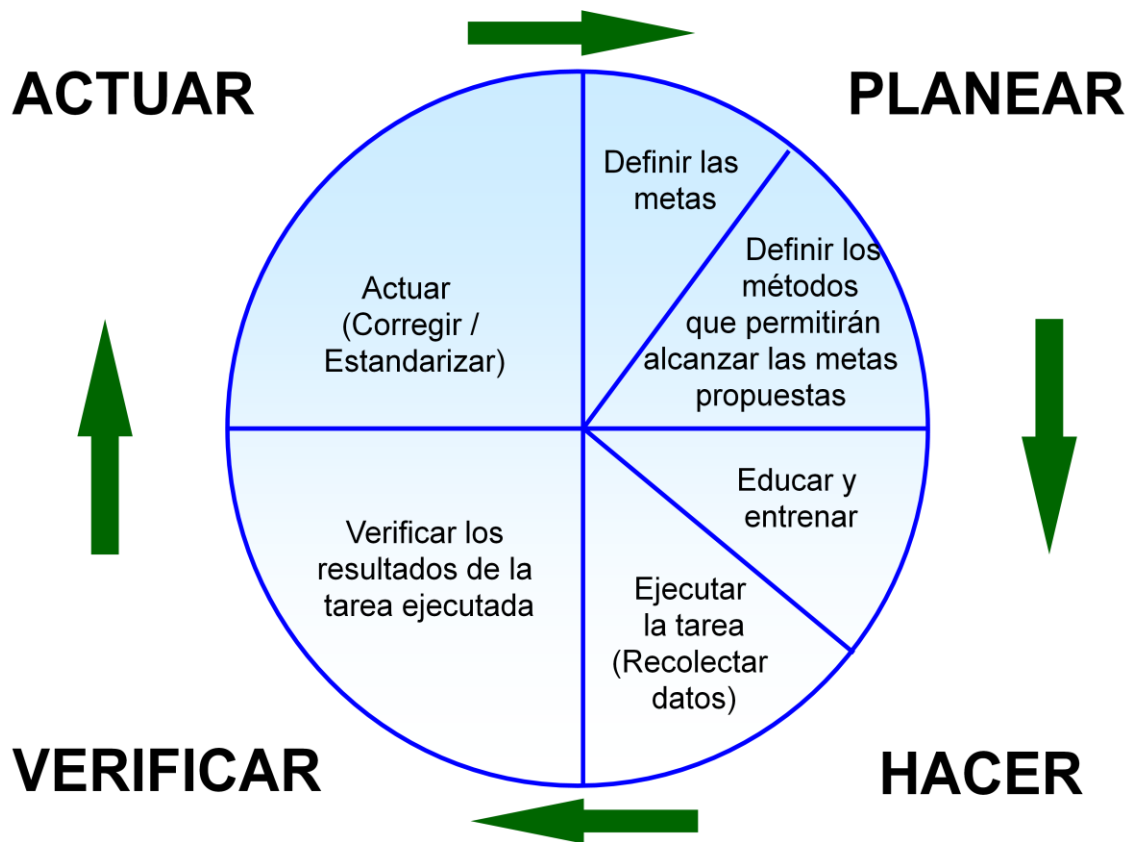
4.2.4 Mejoramiento Continuo

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

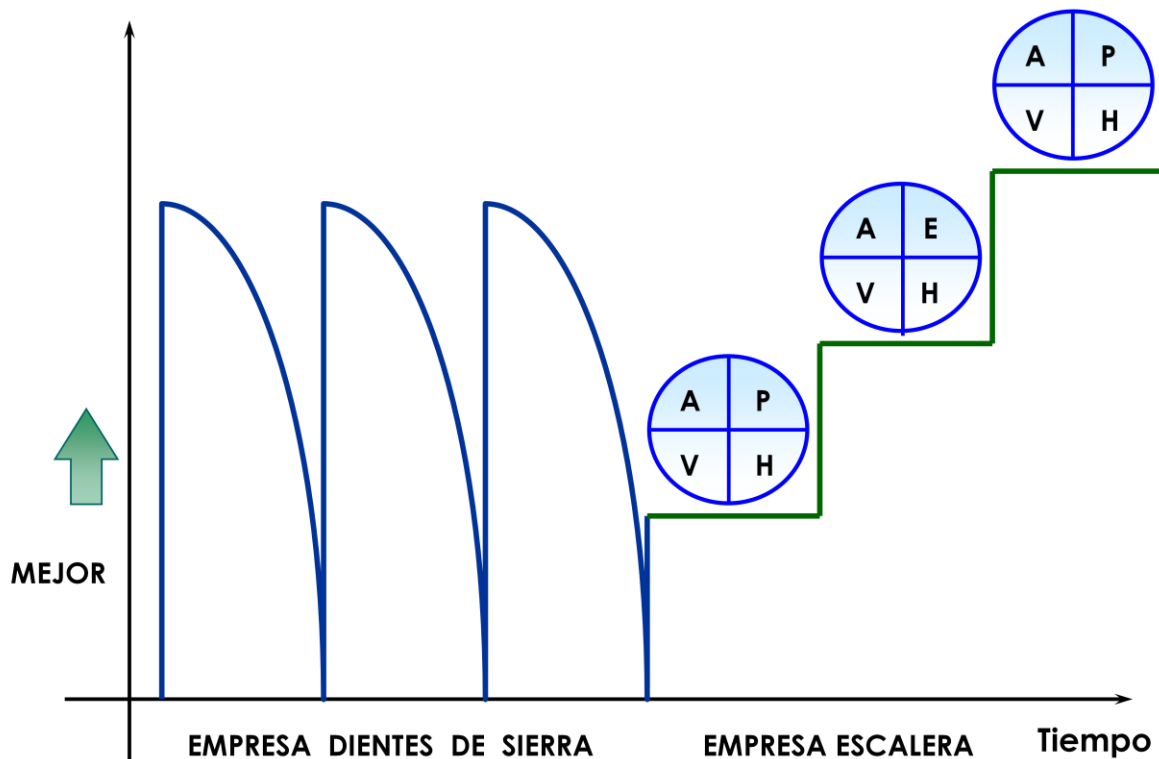
A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado hasta llegar a ser líderes.

La mayoría de los procedimientos para la solución de problemas consisten en una serie de pasos estructurados bajo el concepto del ciclo de mejoramiento de Shewart (también conocido como ciclo de Deming) que consta de 4 pasos:

Planeación, ejecución, verificación y Acción (corrección)



El mejoramiento en algunas organizaciones suele aplicarse de manera errónea, pues se concentran esfuerzos en grandes actividades mejoradoras de categoría MESIAS en donde se esperan y se consiguen grandes resultados instantáneos, pero sin la planificación de seguimiento o control en poco tiempo los procesos mejorados recaen en sus ineficiencias creando un efecto de diente de sierra; por otra parte en el mejoramiento continuo de los procesos a través del ciclo PHVA se adquiere una dinámica no tan diferenciadora pero constante donde con seguimiento periódico y replanteamiento de las metodologías se asegura un mejoramiento con un efecto de escalera.

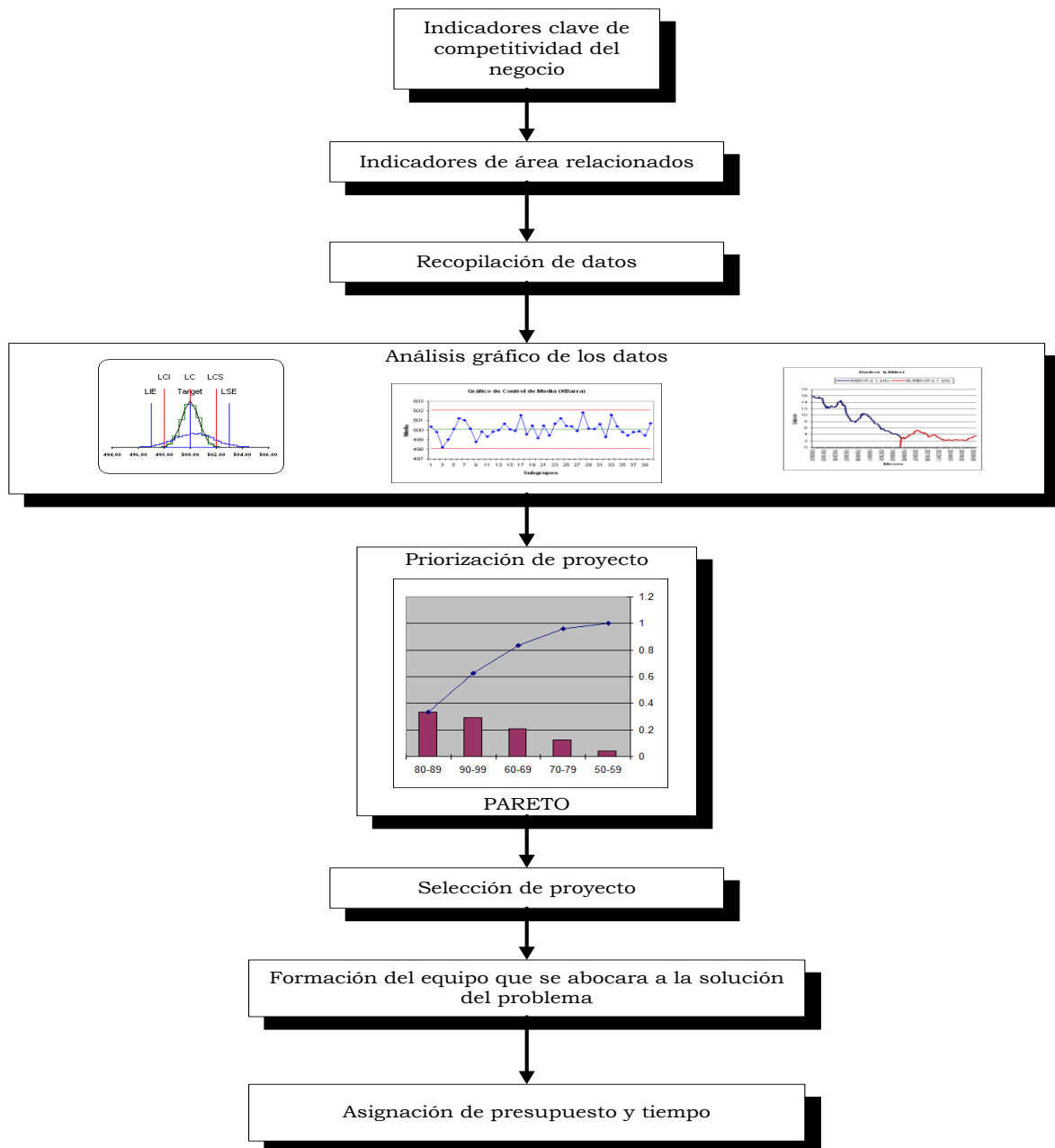


✓ PLANEACIÓN

Asegurar que el proyecto que se seleccionará para análisis es realmente el más importante en cuanto a su contribución al mejoramiento de los indicadores clave del negocio una vez que haya sido resuelto. Es importante que se realice una recopilación de datos bien orientada, amplia e imparcial. Los datos que indican las áreas de oportunidad de mejoramiento deben estar relacionados, en forma directa o indirecta, con los indicadores clave de competitividad del negocio.

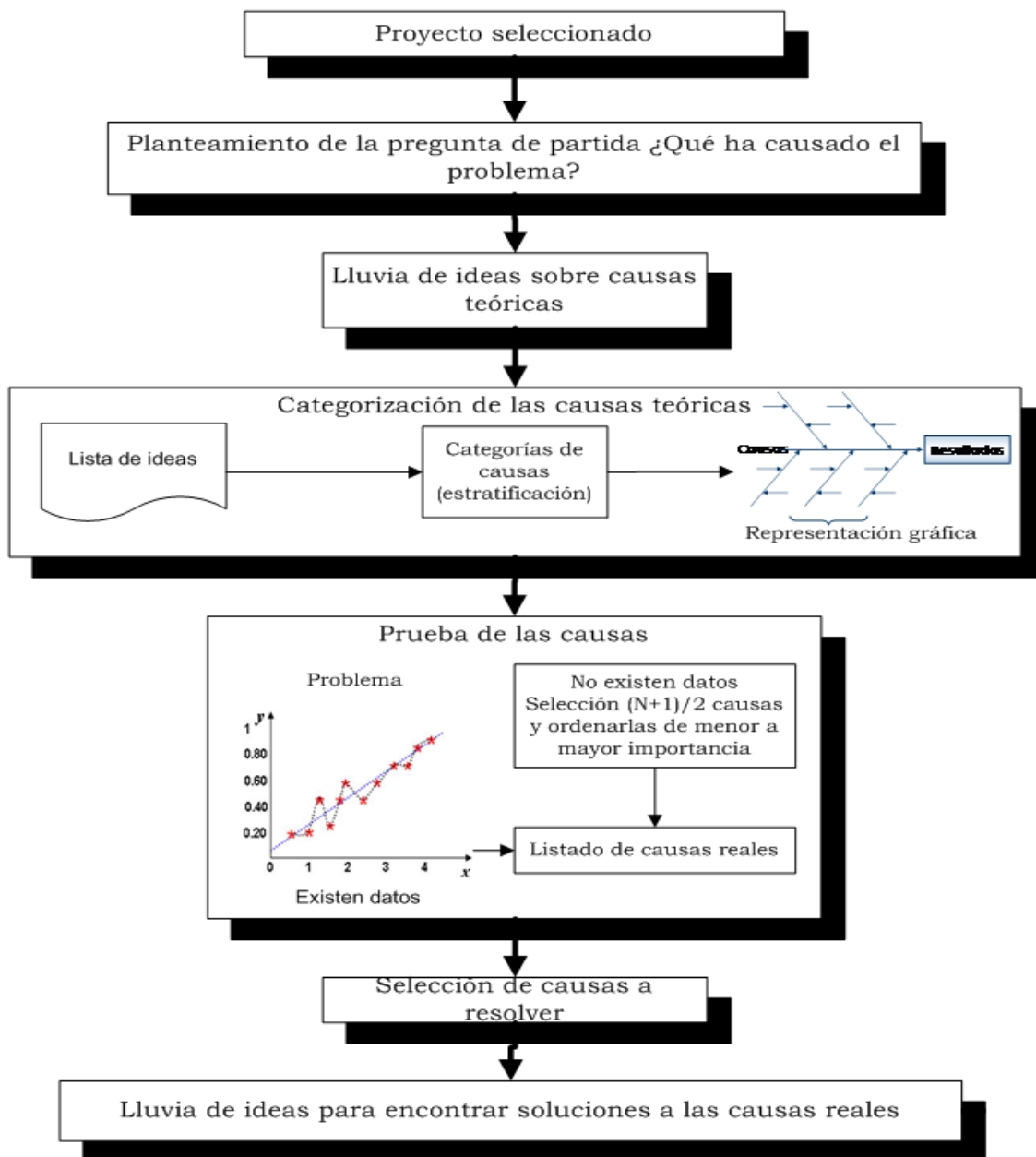
Se procede a representar los datos gráficamente para que el equipo de análisis pueda comprender mejor la importancia, congruencia y relevancia de cada problema. Se priorizan los problemas y se obtiene el proyecto seleccionado para mejoramiento. El equipo directivo deberá

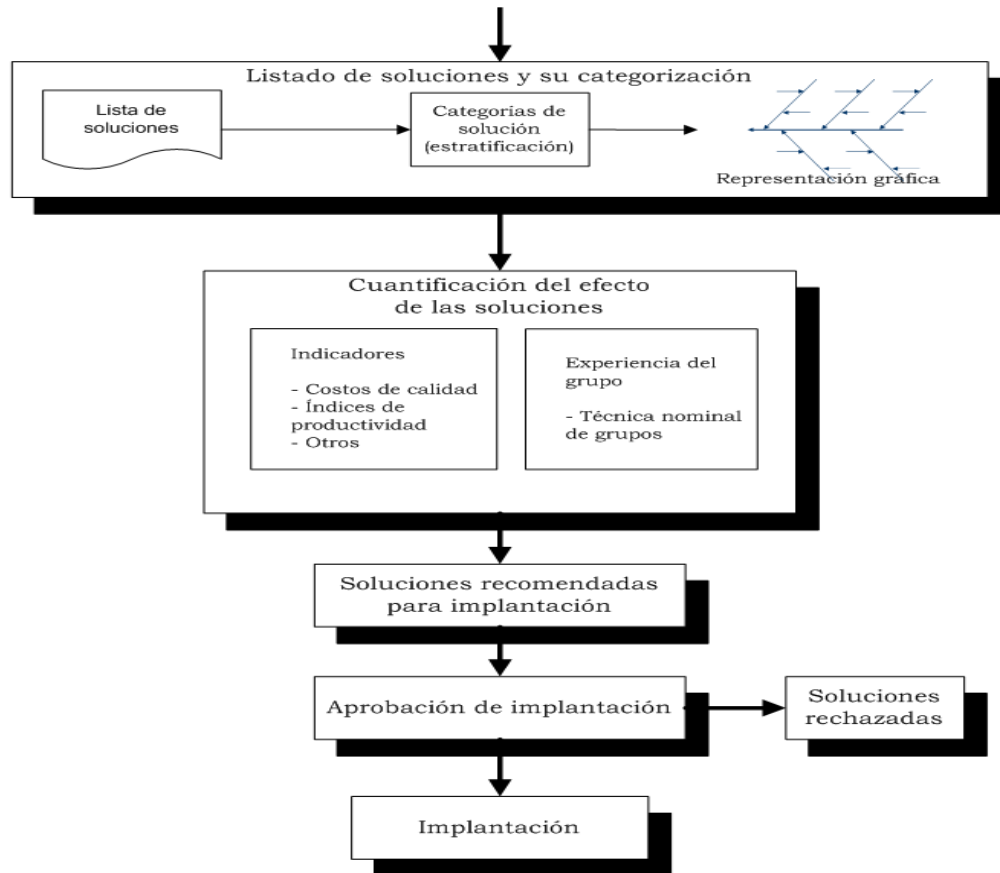
formar el equipo de trabajo que se abocará a la solución del problema, y tendrá que asignarle el presupuesto en dinero y en tiempo disponibles.



✓ EJECUCIÓN

El equipo asignado para el proyecto debe analizar las causas que provocaron la aparición del problema y buscar alternativas de solución. Se buscan las posibles causas teóricas que se piense que están causando el problema bajo estudio. Para ello se recomienda utilizar el procedimiento “lluvia o tormenta de ideas”. Las ideas se estratifican o categorizan debido a que pueden ser de diversa índole, para después representarlas en un diagrama causa-efecto. Las ideas se estratifican o categorizan debido a que pueden ser de diversa índole, para después representarlas en un diagrama causa-efecto. Idealmente conviene que la prueba de las causas se haga a través de medios estadísticos. Si las causas son difíciles de cuantificar por sí mismas, se puede recurrir al procedimiento “Técnica Nominal de Grupos” (NGT)

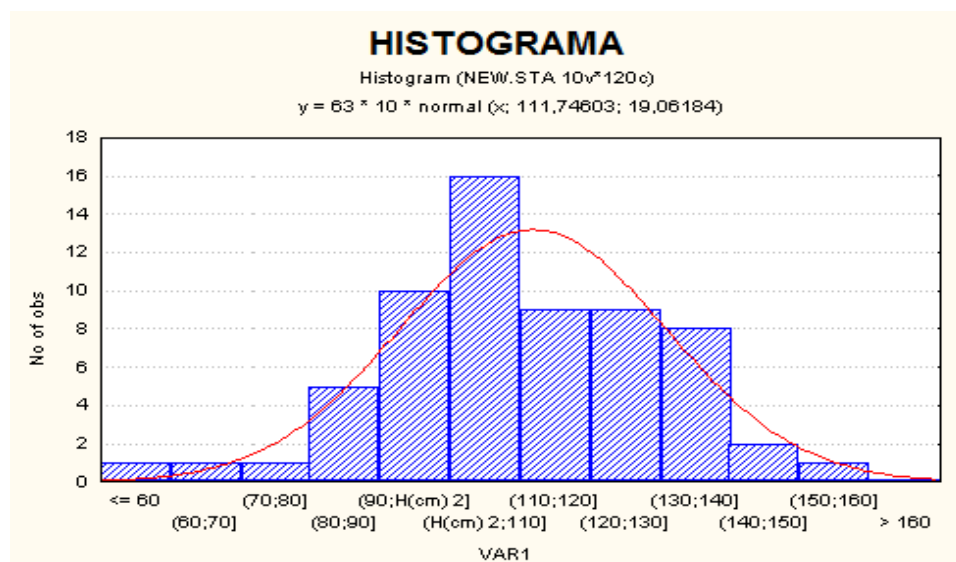


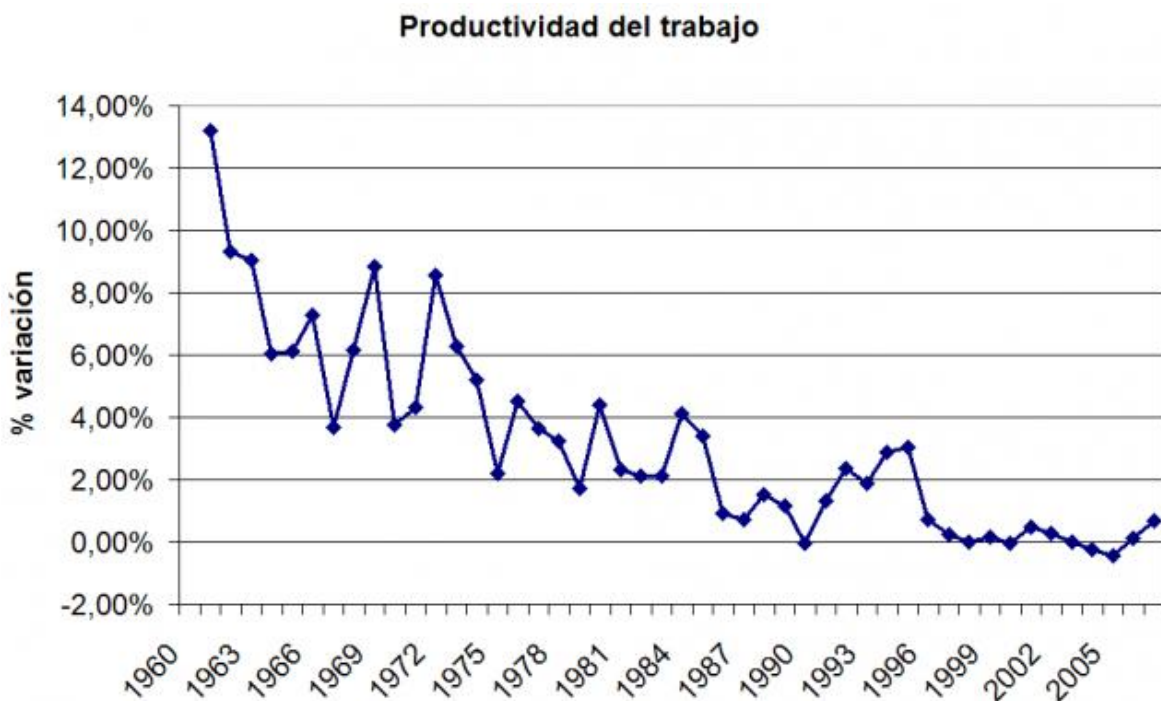
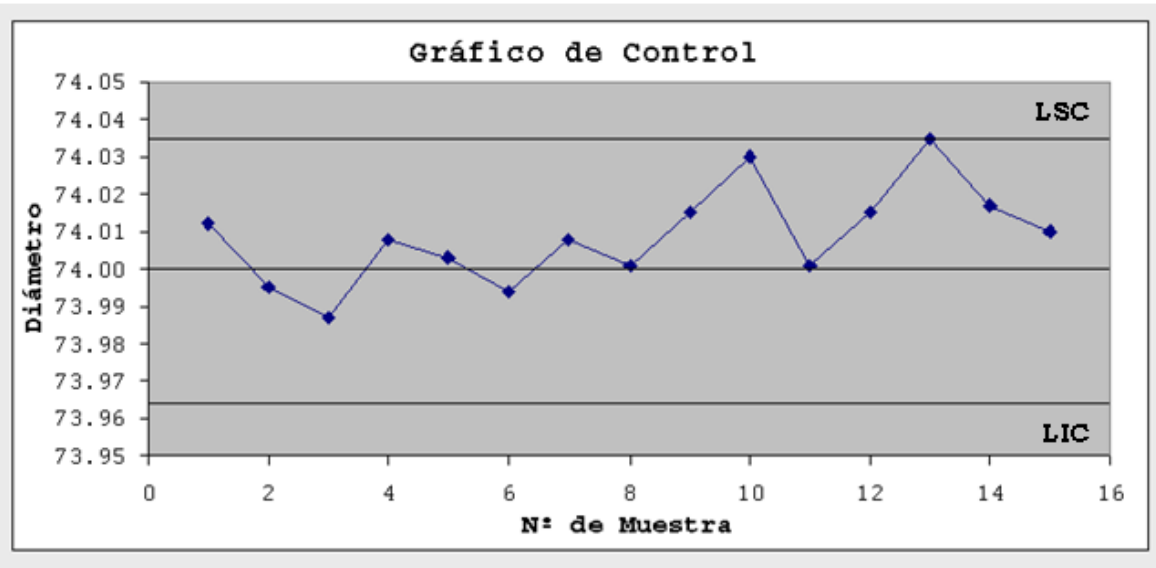


✓ VERIFICACIÓN

Se pueden utilizar las mismas técnicas de la fase de planeación. Se busca evidenciar de forma cuantitativa el grado de mejoramiento alcanzado mediante la implementación de las acciones desarrolladas en la fase de ejecución.

- Verificación del éxito de las acciones de mejoramiento





✓ **ACCIÓN (CORRECCIÒN)**

La idea es incorporar al siguiente ciclo de planeación, los ajustes necesarios que se hayan evidenciado en la verificación. Se debe garantizar que la experiencia adquirida sea capitalizada para la solución de problemas futuros. **Método sistemático de mejora de procesos**

El mejoramiento en algunas organizaciones suele aplicarse de manera errónea, pues se concentran esfuerzos en grandes actividades mejoradoras de categoría MESIAS en donde se esperan y se consiguen grandes resultados instantáneos, pero sin la planificación de seguimiento o control en poco tiempo los procesos mejorados recaen en sus ineficiencias creando

un efecto de diente de sierra; por otra parte en el mejoramiento continuo de los procesos a través del ciclo PHVA se adquiere una dinámica no tan diferenciadora pero constante donde con seguimiento periódico y replanteamiento de las metodologías se asegura un mejoramiento con un efecto de escalera.

El Método sistemático de mejora de procesos, Ideado por Kaoru Ishikawa, consiste en una serie de pasos que buscan las causas de los problemas y las posibles soluciones de las mismas o mejoras del proceso. El rasgo más característico de este método sistemático de mejora de procesos, es su continuo recurso a las mediciones, a los datos objetivos, en sus diferentes momentos de desarrollo.

✓ **Etapas del método sistemático de mejora de procesos**

- Identificación de los procesos, elaboración del mapa de procesos y priorización del proceso real.
 - Identificar las necesidades y deseos del cliente
 - Describir el proceso detalladamente
 - Definir las medidas de desempeño adecuadas para el proceso
- Medición y análisis del proceso
 - Estudiar los resultados de las medidas (análisis de los indicadores)
 - Identificar oportunidades de mejora
 - Seleccionar las mejoras que se pueden considerar relevantes
- Identificación de oportunidades de mejora
 - Diseñar y aplicar los cambios para la mejora
 - Medir los resultados y comprobar el impacto real de la mejora en la organización.
- Estabilización del proceso
 - Ajustar las mejoras hasta lograr el resultado estable
 - Documentar las acciones desarrolladas para normalizarlas.
- Plan de revisión y mejora continua
 - Diseñar medidas de seguimiento al proceso
 - Realizar las mediciones y analizar los resultados
 - Actuar para mejorar los resultados

4.2.5 La ruta de la calidad

“Un problema es el resultado no deseado de una tarea”

La solución para un problema es mejorar el resultado deficiente hasta lograr un nivel razonable. Se diseñan y se implementan medidas que contrarresten el problema para evitar que los factores causales vuelvan a presentarse. Este procedimiento es una especie de recuento o representación del control de la calidad, y por eso es llamado ruta de la calidad.

La Ruta de la Calidad es un procedimiento para solucionar problemas. Si estos pasos se clarifican e implementan en el mismo orden, las actividades

de mejora serán lógicamente consistentes y se acumularán establemente. Durante el desarrollo de la ruta de la calidad es necesaria la aplicación del ciclo Deming (PHVA), así como de las herramientas estadísticas de la calidad para recopilación y análisis de datos.

Un problema se soluciona de acuerdo con los siguientes siete pasos:

- 1. Problema:** Identificación del problema
 - 2. Observación:** Reconocimiento de las características del problema
 - 3. Análisis:** búsqueda de las principales causas
 - 4. Acción:** Acción para eliminar las causas
 - 5. Verificación:** Confirmación de la efectividad de la acción
 - 6. Estandarización:** Eliminación permanente de las causas
 - 7. Conclusión:** Revisión de las actividades y planeación del trabajo futuro.
- ✓ **El problema**

Defina el problema con claridad

- a. Muestre que el problema que se está tratando es mucho más importante que cualquier otro.
- b. Muestre cuál es el contexto del problema y qué curso ha seguido hasta el momento.
- c. Exprese en términos concretos solamente los resultados no deseados del desempeño deficiente. Demuestre cuál es la pérdida en el actual desempeño y cuánto necesita mejorarse.
- d. Plantee un tema y una meta y, si es necesario, subtemas.
- e. Proponga a una persona, para que se haga cargo de la tarea oficialmente. Cuando la tarea sea realizada por un equipo, nombre sus miembros y al líder.
- f. Presente un presupuesto estimado para la mejoría.
- g. Haga un cronograma para la mejoría.

✓ **Observación**

Investigue las características específicas del problema desde una amplia gama de puntos de vista

- a. Investigue cuatro puntos (tiempo, lugar, tipo y síntoma) para descubrir las características del problema.
- b. Después investigue desde muchos puntos de vista para descubrir la variación en el resultado.
- c. Vaya al lugar y recoja la información necesaria que no puede ponerse en forma de datos.

✓ **Análisis**

Descubra cuáles son las principales causas

- a. Plantee hipótesis de causas (seleccionando los candidatos más importantes como causas)
- Haga un diagrama de causa-efecto (que contiene todos los elementos que parecen estar relacionados con el problema) con el fin de recoger todo el conocimiento posible sobre las posibles causas.
- Utilice la información obtenida en el paso de observación y excluya todos los elementos que no son claramente relevantes
- En el último diagrama, marque aquellos elementos que parecen tener una alta posibilidad de ser las principales causas.
- b. Someta a prueba las hipótesis (principales causas entre las señaladas)
- Empezando por los elementos que tienen una alta posibilidad de ser causas, diseñe nuevos planes para verificar el efecto de esos elementos sobre el problema.
- Integre toda la información investigada y concluya las principales causas posibles.
- Si es posible, reproduzca el problema intencionalmente.

✓ **Acción**

Realice acciones para eliminar las principales causas

- a. Debe hacerse una distinción estricta entre las acciones realizadas para solucionar fenómenos y las acciones realizadas para eliminar los factores causales
- b. Cerciórese de que las acciones no producen otros problemas
- c. Diseñe varias propuestas diferentes de acción, examine las ventajas y las desventajas de cada una y seleccione aquellas que sean aceptadas por las personas involucradas.

✓ **Verificación**

Asegúrese de que el problema haya sido prevenido desde su raíz

- a. Compare los datos obtenidos sobre el problema (resultados indeseados en el tema), en el mismo formato antes y después de realizadas las acciones.
- b. Convierta el efecto en términos monetarios, y compare el resultado con el valor objetivo.
- c. Haga una lista de cualquier otro efecto, bueno o malo.

✓ **Estandarización**

Elimine permanentemente la causa del problema

- a. Para el trabajo mejorado debe identificarse claramente; quién, cuándo, dónde, qué, por qué y cómo, y usarse como un estándar.
- b. Las preparaciones y comunicaciones necesarias respecto a los estándares deben realizarse correctamente.
- c. Deben implementarse la educación y el entrenamiento.

- d. Debe diseñarse un sistema de responsabilidad para verificar si los estándares se están observando.

✓ **Conclusión**

Revise el procedimiento seguido en la solución del problema y planee el trabajo futuro

- a. Haga una lista de los problemas que permanecen.
- b. Plantee qué hay que hacer para solucionar esos problemas.
- c. Piense sobre lo que ha funcionado bien y lo que no ha funcionado en las actividades de mejoramiento.

✓ **A manera de Conclusión...**

Dicen que una vez, había un ciego sentado en un parque, con una gorra a sus pies y un cartel en el que, escrito con tiza blanca, decía: "POR FAVOR AYÚDEME, SOY CIEGO".

Un creativo de publicidad que pasaba frente a él, se detuvo y observó unas pocas monedas en la gorra. Sin pedirle permiso tomó el cartel, le dio vuelta, tomó una tiza y escribió otro anuncio. Volvió a poner el pedazo de madera sobre los pies del ciego y se fue.

Por la tarde el creativo volvió a pasar frente al ciego que pedía limosna. Ahora su gorra estaba llena de billetes y monedas. El ciego reconociendo sus pasos le preguntó si había sido él quien re-escribió su cartel y sobre todo, que qué era lo que había escrito allí.

El publicista le contestó: -"Nada que no sea tan cierto como tu anuncio, pero con otras palabras".

Sonrió y siguió su camino. El ciego nunca lo supo, pero su nuevo cartel decía: "ESTAMOS EN PRIMAVERA, Y... YO NO PUEDO VERLA"

Cambiamos de estrategia cuando algo no nos sale, y verás que puede que resulte mejor de esa manera.

✓ **Recuerden**

- Todo se puede mejorar
- Lo que no se mide, no se controla
- Lo que no se controla no se puede mejorar

CAPÍTULO 5. APLICACIONES

MODULO 5.1. PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CAPACIDAD

5.1.1. DEFINICIÓN DE CAPACIDAD

Es la cantidad de producto que puede ser obtenido por un centro de trabajo o unidad productiva durante cierto tiempo.

5.1.2. OBJETIVO DE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CAPACIDAD

Tiene como objetivo adecuar permanentemente la capacidad de la planta (contraerla o expandirla) en función de la variación de la demanda; Para el ajuste de la capacidad. Es decir, hay que establecer horizontes de planificación a Largo Plazo, Mediano Plazo, Corto Plazo o Plazo Inmediato para ubicar correctamente el problema de la capacidad.

5.1.3. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

No es tarea fácil, sin duda, llegar a establecer una medida realista de la Capacidad Disponible. Esta puede ser medida del lado del *input (entrada)* o del lado del *output (salida)* y, por desgracia, no puede decirse que exista una unidad universal (validad para la medición de la capacidad en cualquier caso), un ni siquiera una norma genérica sobre ella (ver J. A. D. Machuca y otros, Capítulo 7).

a) Tipos de Capacidad disponible

Se consideran varios conceptos de capacidad disponible en atención a las diferentes fases del estudio de planificación. Así:

Diseñada, Real, Máxima, Demostrada

- **Capacidad diseñada:** es el volumen de producción para el que fue diseñado el recurso. Sería el output máximo bajo condiciones ideales. Se lo trata como algo teórico pues, muchas situaciones ocurren que impiden que se pueda alcanzar esta capacidad.
- **Capacidad real o disponible:** constituye el volumen de producción realmente logrado. Se lo calcula aplicando a la

capacidad diseñada los coeficientes de eficiencia (E) y de utilización (U)

- **Capacidad máxima:** se entiende que es el volumen que se podría obtener operando 24 horas al día, 7 días a la semana. Es un concepto más bien teórico dado a que difícilmente se alcanzarán estas condiciones en la práctica.
- **Capacidad Pico:** Se la conceptúa como la suma de la capacidad que se podría lograr en las circunstancias normales de producción, más la derivada del uso de todas las posibles medidas de aumento transitorio. Este concepto ocurre de manera puntual y no puede sostenerse indefinidamente en el tiempo.
- **Capacidad demostrada:** es la que se ha conseguido en el pasado.

b) Dos Factores Importantes en la Medida de la Capacidad Disponible

Para que la unidad sea, realmente, homogénea y representativa de la Capacidad Disponible y de la Utilizada o de Carga, hay que precisarla en función de los factores de utilización y de eficiencia

➤ **FACTOR DE UTILIZACIÓN, U**

Las horas disponibles durante una jornada de trabajo no se dedican todas a producir (necesidades de mantenimiento periódico de equipos, paradas por desayunos o aseo, absentismo, roturas de maquinas, etc.). Sin embargo, las hora disponibles, que deben compararse con las necesidades, son solo las realmente productivas. Para tener en cuentas este hecho se define el **factor de utilización (U)** como el cociente entre el número de horas productivas desarrolladas (NHP) y el de horas reales (NHR) de jornada por periodo es decir:

$$U = NHP/NHR \quad (1) \quad \text{Donde } NHP = NHR \times U \quad (2)$$

➤ **FACTOR DE EFICIENCIA, E**

Otro importante hecho a considerar es que, indudablemente, los distintos conocimientos, habilidad y rapidez de movimiento de la mano de obra, pueden hacer que distintas personas desarrollen una misma labor empleando distintos tiempos productivos, es decir, con distintas **eficiencia**. Por otra parte un trabajador, en diferentes operaciones de diversos productos, puede desarrollar diferentes eficiencias, lo que hace origina que ni siquiera las horas productivas (NHP) es un factor comparable que permita la medida y comparación de la capacidad disponible y de las necesidades para desarrollar el plan de producción. Para corregir este problema necesitamos utilizar una **medida horaria homogénea**, basada en unos valores de U y E de referencia, la cual llamaremos **horas estándar (h.e.)** *y supone un valor de 1 para los valores de Eficiencia y Utilización.*

Para aclarar lo anterior diremos que, para reducir las horas productivas bastara multiplicarlas por el factor de eficiencia (E) que será:

Donde tenemos

$$E = NHE/NHP \quad (3) \quad \text{Donde} \quad NHE = NHP \times E \quad (4)$$

Con lo cual nos servirá para pasar de horas estándar a horas reales y viceversa.

Si remplazamos don en cuatro tenemos:

$$NHE = NHP \times E = NHR \times U \times E \quad (5)$$

Para la determinación de E. puede realizarse en base a datos históricos de observaciones pasadas para cada operación en un centro de trabajo y determinar cuántas horas productivas empleo.

Ejemplo 1 si el centro de trabajo CT1 desarrollo 100 veces la operación O3 que requiere 0,684 h.e. por unidad empleando 72 horas productivas la eficiencia obtenida fue de.

$$\frac{\text{Numero de unidades} \times \text{Tiempo de carga unitario}}{\text{Tiempo productivo empelado}}$$

$$E = \frac{100 \times 0,684}{72} = 0.95$$

c) Cálculo de la capacidad disponible

Una vez determinada la unidad de medida a emplear y de cara a la determinación de la viabilidad de los planes de producción, sería preciso llegar a establecer la **Capacidad Disponible** para el horizonte de planificación, la cual podría definirse como el volumen de output objetivo para el cual fue diseñada (Meredith, 1992, pág. 176). No obstante, una cuestión es el volumen que teóricamente debería obtenerse y otra el que realmente puede conseguirse en la práctica.

Cuando se estableció la **Capacidad Diseñada**, se hizo para unas ciertas condiciones de producción, es decir, para un cierto número de turnos de trabajo pro jornada, de horas de trabajo, por semana, etc. Pero estas pueden cambiar por los aumentos o reducciones de la demanda (que pueden llegar a aumentar el número de turnos o reducirlos). Esto nos lleva a que la Capacidad Disponible a establecer para la planificación y control de la capacidad a mediano plazo y corto plazo se calcules para unas ciertas condiciones **normales de producción**, para tener una mejor claridad de cómo se determina la Capacidad Disponible se presentara el siguiente ejemplo:

Ejemplo 2 Si se trabajan 2 turnos de 8 horas los 5 días de la semana, y si

$U = 0,9$ y $E = 0,95$, el NHE será:

$$NHE = NHP \times E = NHR \times U \times E$$

$$\text{Capacidad Disponible} = 2 \text{ turnos} \times 8 \text{ horas} \times 5 \text{ dias} \times 0,9 U \times 0,95$$

$$\text{Capacidad Disponible} = 68,4 \text{ h.e. por semana}$$

5.1.2. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE CAPACIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE UN PRODUCTO

Ejemplo 3

Una empresa que fabrica mesas (M) figura 1 y armario (A) figura 2. En la fabricación de M se requiere de cuatro operaciones y en la elaboración de de A se requiere de cinco operaciones adicionalmente el armario requiere cuatro puertas las cuales necesitan de 3 operaciones y una cajonera que necesita de tres operaciones.

En las siguientes figuras se describe las rutas y las operaciones que estas llevan.

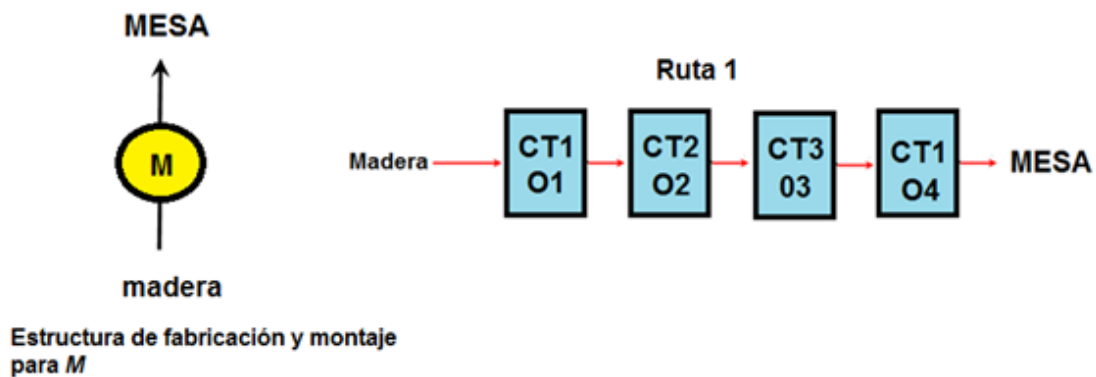


figura 1

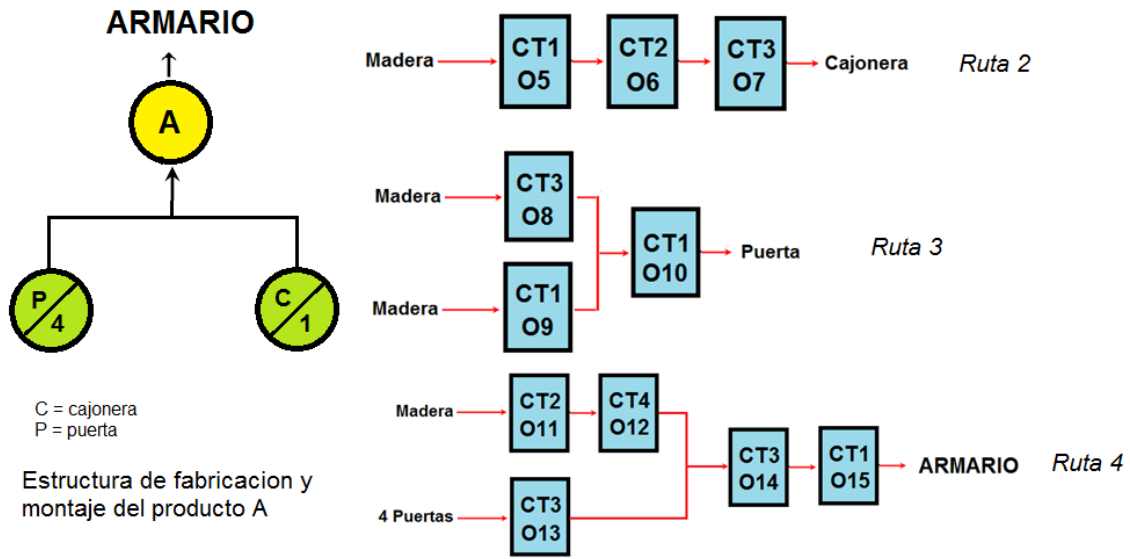


figura 2.

RUTA: la sucesión de varias operaciones en un centro de trabajo para la fabricación de un producto se denomina ruta de trabajo

Las operaciones que se realizan en los diferentes centros de trabajo para fabricar los armarios y las mesas son las siguientes:

01: Pulido de la madera adquirida

02: Cortado y acanalamiento

03: Encolado y montaje de la mesa

04: Barnizado y lacado final

05: pulido de la madera

06: Cortado y acanalamiento

07: Ensamblado

08: Ensamblado de la estructura de madera

09: Pulimento y barnizado de los paños

10: Pegado

11: cortado y acanalado de la madera para la estructura

O12: Pegado de la estructura

O13: Montaje de bisagras y cerraduras en puertas

O14: Montaje de puertas, cajonera y paredes

O15: Pintura y acabado

CT_k	U_k	E_k	Tiempo de preparación en horas estándar
CT1	0,9	0,92	2,5
CT2	0,95	0,85	4
CT3	0,93	0,9	3,8
CT4	0,97	0,88	6

Tabla 1. Datos de los centros de trabajo

a) Los tiempos de ejecución

El tiempo de ejecución es el tiempo que gasta una operación en un centro de trabajo CT_k. Como la disponibilidad de capacidad del CT va a ser medida en horas estándar, el tiempo de ejecución deberá tener las mismas unidades para el cálculo de la carga. Al tiempo de ejecución de la operación *i*, medido en horas estándar, lo denominaremos tiempo estándar (*tei*); cuando este venga medido en horas reales lo llamaremos tiempo real (*tri*).

La determinación del tiempo de ejecución (*tei*) se puede realizar de dos formas:

- Es tomar varias medidas cuando se está desarrollando la operación medido en horas reales.

En nuestro ejemplo supondremos que se observo el desarrollo de la O2 durante 20 días elegidos aleatoriamente obteniéndose los datos de la tabla 2 donde se detalla el número de veces que se realizo la operación en una jornada regular de ocho horas reales. En base a ello el **tiempo real medido** empleando por operación, fue:

Ri : Numero de repeticiones	13	14	15	16	17	18	19
tri (= 8/Ri)	0,62	0,57	0,53	1	0,5	0,44	0,42
fi: frecuencia	1	2	4	6	4	3	1

Tabla 2. Cálculo en función del número de repeticiones de la O2

$$\overline{tr}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{20} (tr_i \times f_i)}{\sum f_i} = 0,504 \text{ horas reales}$$

De la tabla 1 tenemos para el CT2

$$E_2 = 0,85 \text{ y } U_2 = 0,95$$

el correspondiente tiempo estándar te_2 será:

$$te_2 = \overline{tr}_2 \times E_2 \times U_2 = 0,504 \times 0,85 \times 0,95 = 0,407 \text{ h.e.}$$

- La segunda opción es la determinación del tiempo normal o estándar por los procedimientos característico del **estudio de tiempos**. Supongamos que en nuestro ejemplo se han realizado un estudio para la O3 que, para 25 observaciones arrojo los resultados que aparecen en la tabal 3, en que la actividad normal es igual a 100:

Tiempo Observado (toi) en minutos	12	13	14	15	15	16	16
Actividad	110	110	100	100	90	90	80
Frecuencia	2	3	5	2	6	3	4

Tabla 3. Calculo por estudio de tiempos de la Operación O3

Para calcular el tiempo normal de la operación O3 tenemos:

$$tn_i = \frac{\sum_1^N (toi_j \times Actividad_{ij})}{100 \times N}$$

$$tn_3 = \frac{\sum_1^{20}(to_{3j} \times Actividad_{3j})}{100 \times 25} = 13,788 \text{ min. estandar}$$

$$te_3 = 13,788 \text{ min estandar} = 0,23 \text{ h.e.}$$

En la tabla 4 aparecen todos los tiempos para las cuatro primeras operaciones que consideramos conocidas. O1 - O4,

Operación	Tri	tei	Ek	Uk
O1	0,5	0,414	0,92	0,9
O2	0,504	0,407	0,85	0,95
O3	0,26	0,23	0,95	0,93
O4	0,8	0,662	0,92	0,9

Tabla 4. Tiempo reales y estándares de las Operaciones

b) Los tiempos de carga unitarios

No es el tiempo de ejecución el único que genera carga en un centro de trabajo. Existen tres tipos de elementos que consumen tiempo en el desarrollo de procesos productivos (ver el estudio de tiempos en J. A. D Machuca y otros, 1994, capítulo 6):

- **Regulares**, que aparecen cada vez que la operación se realiza y que da origen al tiempo de ejecución.
- **Irregulares o de frecuencia**, que aparece cada cierto número de veces que se realiza la operación, con una frecuencia fija.
- **Aleatorios**, que aparecen con frecuencia variable

El **tiempo de carga**, **tc** será el conjunto formado por los tiempos de ejecución y preparación, el tiempo de preparación podría variar para una operación en función de cuál sea la previamente realizadas por lo que se suele emplear un **tiempo de preparación medio** al que vamos a denominar **tpk** (expresado en horas estándar), siendo k el CT a que

corresponde. A la carga de una operación i que se desarrolla en el CT_k se le deberá asignar un **tiempo de preparación**, al que vamos a denominar tp_{ij} y que será igual a tp_k .

Por supuesto el tp_{ij} que el tiempo de preparación corresponde a un lote completo, lo cual no corresponde a lo que estamos buscando que es el tiempo unitario de carga, por lo cual se introduce el **tiempo unitario de carga generado** al desarrollar la operación i correspondiente a la ruta del producto final o componente j que se realiza en CT_k será:

$$tc_{ijk} = te_i + \frac{tp_{ik}}{Q_j} \quad (\text{Donde } Q_j \text{ es lote a procesar de } j)$$

Dado que el tamaño del lote Q_j puede ser variable. Esto implicaría cálculos diferentes al calcular algunas de las técnicas anteriormente mencionadas. Para corregir este problemas se determina utilizar un tamaño del lote medio de j , $\overline{Q_j}$ y se tiene:

$$tc_{ijk} = te_i + \frac{tp_{ik}}{\overline{Q_j}}$$

Para nuestro ejemplo tenemos que nuestro supuesto lote medio es de 100 unidades de M y nuestros tiempos de carga unitarios serán tabla 5.

Operación	Te_i	tp_{ik}	$tc_{ijk} = te_i + tp_{ik}/100$
O1	0,414	2,5	$tc1m1 = 0,439$
O2	0,407	4	$tc2m2 = 0,447$
O3	0,23	3,8	$tc3m3 = 0,268$
O4	0,662	2,5	$tc4m1 = 0,687$

Tabla 5. Determinación de los tiempos de carga unitarios

c) Tiempo de carga de un ítem y lote en un centro

Una vez conocidos todos los tc_{ijk} de todas las operaciones podremos determinar los **tiempos de carga**, TC_{jk} de cada componente o producto final j en un **Centro de Trabajo k** , este sería el tiempo necesario del CT_k para desarrollar las operación para tener una unidad de un producto final

en una ruta determinada. El tiempo necesario en el CTk se calcula con la siguiente expresión:

$$TC_{jk} = \sum_{i=n}^m tc_{ijk}$$

$$TC_{M1} = \sum_{i=1}^4 tc_{im2} = tc_{1m1} + tc_{2m1} + tc_{3m1} + tc_{4m1} = 0,439 + 0 + 0 + 0,678 \\ = 1,126 \text{ h.e.}$$

$$TC_{M2} = \sum_{i=1}^4 tc_{im2} = tc_{1m2} + tc_{2m2} + tc_{3m2} + tc_{4m2} = 0 + 0,447 + 0 + 0 \\ = 0,447 \text{ h.e.}$$

$$TC_{M3} = \sum_{i=1}^4 tc_{im3} = tc_{1m3} + tc_{2m3} + tc_{3m3} + tc_{4m3} = 0 + 0 + 0,268 + 0 \\ = 0,268 \text{ h.e.}$$

A partir de esta información de un componente o producto j en un CTk **la carga correspondiente a un lote de j de tamaño Q**, TC_{Qjk} seria:

$$TC_{Qjk} = TC_{jk} \times Q$$

$$\mathbf{CT1:} \quad TC_{QM1} = TC_{M1} \times Q = 100 \times 1,126 = 112,6 \text{ h.e.}$$

$$\mathbf{CT2:} \quad TC_{QM2} = TC_{M2} \times Q = 100 \times 0,447 = 44,7 \text{ h.e.}$$

$$\mathbf{CT3:} \quad TC_{QM3} = TC_{M3} \times Q = 100 \times 0,268 = 26,8 \text{ h.e.}$$

d) Consideración de las defectuosas

En la elaboración de un producto se debe considerar el factor de aprovechamiento, ya que cuando se produce un artículo nunca se podrá tener un aprovechamiento del 100% por qué se debe tener en cuenta el **factor de defectuosos (d)** que se presenten en las rutas especialmente en los centros de trabajo, para así tomar las medidas pertinentes de tal forma que garantice que al final de una ruta se logre obtener una unidad de producto bueno.

En el cálculo de los tiempos de ejecución, tiempos de carga unitarios, tiempos de carga de un ítem vistos anteriormente se consideraron solo para ítem buenos, pero en la realidad es que en la obtención de un producto bueno se producen daños que aumentan los tiempos y consume más capacidad.

Lo cierto es que, normalmente, en cada una de las operaciones que forman la ruta de un componente, o de un producto final, se obtienen una cierta proporción de ítems que no cumplen con los requisitos de calidad. Esta proporción se denomina **Factor de Defectuosas (d)** y su complementario ($1-d$), determina el **Factor de Aprovechamiento (a)**.

Para nuestro ejemplo supongamos que los datos de la tabla 6 describen estos factores y muestran la incidencia de los factores de defectuosas en la obtención de una unidad de *M buena*

Operación	tri	tei	Ek	Uk	di	ai
O1	0,5	0,414	0,92	0,9	0,05	0,95
O2	0,504	0,407	0,85	0,95	0,02	0,98
O3	0,26	0,23	0,95	0,93	0,1	0,9
O4	0,8	0,662	0,92	0,9	0,06	0,94

Tabla 6. Datos de Operaciones, incluyendo defectuosas

Ruta para la obtención de la Mesa (M) considerando el aprovechamiento (a_i)

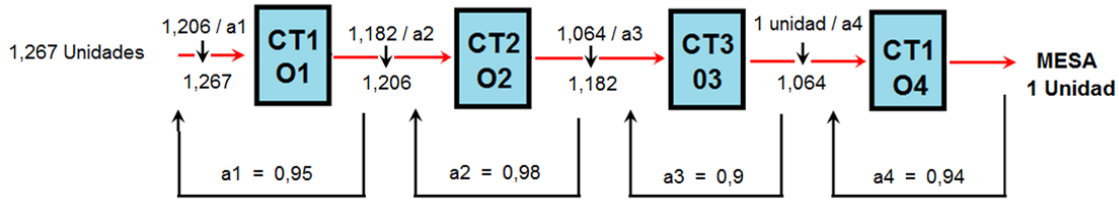


figura 3

Es evidente que los tc_{ijk} , seguirán teniendo el mismo valor. Así el tiempo necesario del CT3 para realizar la operación O3 de la ruta M, tc_{3m3} seguirá siendo de 0,268 h.e.; sin embargo, si cambiarán los centros de trabajo CT_{jk} así, dado que para obtener una unidad de correcta de M en el CT2 es necesario realizar la operación O2 el equivalente a 1,206 veces (ver figura 3), el tiempo de carga correspondiente será:

$$TC_{m2} = \frac{tc_{2M2} \times 1}{a_4 \times a_3 \times a_2} = \frac{0,447 \times 1}{0,94 \times 0,9 \times 0,98} = 0,539 \text{ h.e.}$$

Para realizar dicho calculo, vamos a llamar v_i al aprovechamiento de la operación i multiplicado por el producto de los aprovechamientos de cada una de las operaciones siguientes de su ruta. Según esto:

$$v_4 = a_4 = 0,94$$

$$v_3 = a_3 \times a_4 = 0,846$$

$$v_2 = a_2 \times a_3 \times a_4 = 0,829$$

$$v_1 = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 = 0,787$$

Relacionando los TC_{jk} en función de v_i tenemos

$$TC_{jk} = \frac{\sum_{i=n}^m tc_{ijk}}{v_i}$$

De acuerdo con ello tenemos que:

$$TC_{M1} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{tc_{iM1}}{v_i} \right) = \frac{tc_{1M1}}{v_1} + \frac{tc_{2M1}}{v_2} + \frac{tc_{3M1}}{v_3} + \frac{tc_{4M1}}{v_4}$$

$$TC_{M1} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{tc_{iM1}}{v_i} \right) = \frac{0,439}{0,787} + \frac{0}{0,829} + \frac{0}{0,864} + \frac{0,687}{0,94} = 1,289 \text{ h.e.}$$

$$TC_{M2} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{tc_{iM2}}{v_i} \right) = \frac{tc_{1M2}}{v_1} + \frac{tc_{2M2}}{v_2} + \frac{tc_{3M2}}{v_3} + \frac{tc_{4M2}}{v_4}$$

$$TC_{M2} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{tc_{iM2}}{v_i} \right) = \frac{0}{0,787} + \frac{0,447}{0,829} + \frac{0}{0,864} + \frac{0}{0,94} = 0,539 \text{ h.e.}$$

$$TC_{M3} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{tc_{iM3}}{v_i} \right) = \frac{tc_{1M3}}{v_1} + \frac{tc_{2M3}}{v_2} + \frac{tc_{3M3}}{v_3} + \frac{tc_{4M3}}{v_4}$$

$$TC_{M3} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{tc_{iM1}}{v_i} \right) = \frac{0}{0,787} + \frac{0}{0,829} + \frac{0,268}{0,864} + \frac{0}{0,94} = 0,317 \text{ h.e.}$$

Estos tiempos serian los que habría que emplear para calcular las cargas provocadas por la obtención de un cierto lote de tamaño Q, al igual que antes, la carga que genera la obtención de 100 unidades de M en cada CT. Sería igual:

$$CT1 \rightarrow TC_{QM1} = Q \times TC_{M1} = 100 \times 1,289 = 128,9 \text{ h.e.}$$

$$CT2 \rightarrow TC_{QM2} = Q \times TC_{M2} = 100 \times 0,539 = 53,9 \text{ h.e.}$$

$$CT3 \rightarrow TC_{QM3} = Q \times TC_{M3} = 100 \times 0,317 = 31,7 \text{ h.e.}$$

No obstante debemos tener presente que en la obtención de una unidad buena se involucran perdidas en los diferentes centros de trabajo y como lo que debo garantizar de MESA M es un lote de 100 unidades debo tener presente el factor de aprovechamiento lo cual me generaría una carga inicial de:

$$\text{lote a emitir} = Q_e = \frac{\text{lote a obtener}}{A_M}$$

Donde

$$A_M = \text{es el aprovechamiento de toda la ruta} = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 = 0,787$$

$$\text{lote a emitir} = Q_e = \frac{100}{0,787} = 127 \text{ Unidades}$$

Este último dato nos garantiza que al final de la ruta tendremos 100 unidades de M buenas

MODULO 5.2: BALANCEO DE LINEA

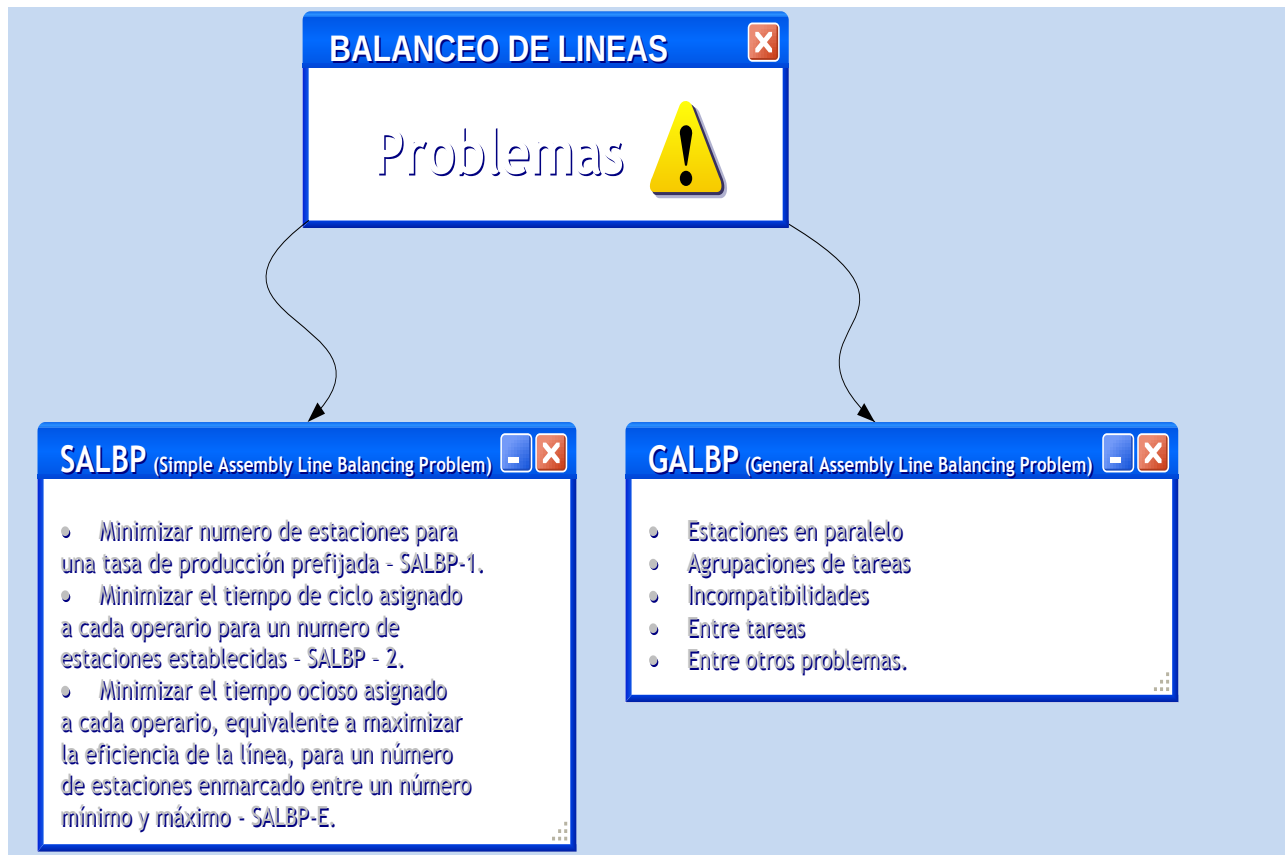
5.2.1 Líneas de ensamble

Una línea de ensamble es un sistema de producción flujo-orientada, donde las unidades de producción son alineadas de forma serial, yendo de estación en estación. Estas “visitas” que realizan las unidades en forma sucesiva a cada estación, normalmente, se hacen a través de sistemas de transporte.

Lo que sigue vigente es que la configuración de una línea de ensamble, es de importancia crítica para la obtención de costos eficientes en el sistema de producción.

Configurar una línea de ensamble incluye muchas tareas, declarándose como básicas la necesidad de obtener el tiempo de ciclo, el número de estaciones necesarias y el número de operarios y equipos requeridos por estación. Sin dejar de un lado, la asignación de tareas y la secuencia de operaciones.

5.2.2 Tipos de problemas de balanceo de líneas



La técnica de balanceo es una aplicación de los estándares de tiempo elementales para fines de:

- ✓ Igualar la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos. No sirve que algún ente haga una unidad más que los otros que entregan o reciben producto.
- ✓ Identificar la operación cuello de botella. Esta operación es necesaria ponerla en equilibrio con el resto de la planta.
- ✓ Establecer la velocidad de la línea de ensamble. Con bandas transportadoras o sin ellas.
- ✓ Determinar el número de estaciones de trabajo. Es la relación del estándar de tiempo con el ritmo de la planta.
- ✓ Establecer el porcentaje de carga de trabajo de cada operario, para saber que tan ocupados están en comparación con la estación cuello de botella.

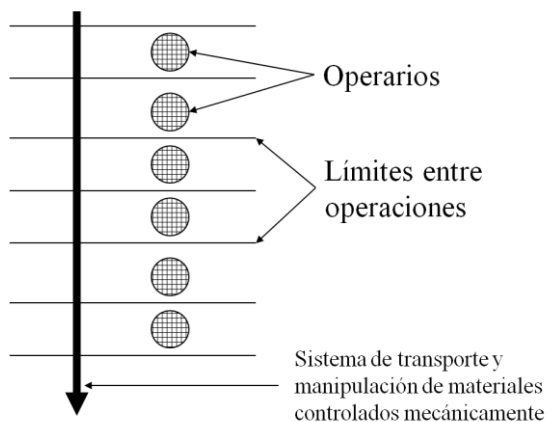
5.2.3 Trabajo de grupo en producción.

La idea de trabajo en grupo es importante para algunos modelos, no para todas las circunstancias. Para algunas estructuras de producción es un esquema excelente, mientras que para otros casos lo mejor es el trabajo individual.

Para utilizar el trabajo en grupo, se va a tener en cuenta:

- a) La línea adaptada al ritmo de máquina.
- b) La línea adaptada al ritmo humano.
- c) El proceso automatizado.
- d) La concentración de operaciones afines.
- e) El grupo por proceso diversificado, El grupo en sector servicios, El grupo en actividades de construcción.

a) La línea adaptada al ritmo de máquina



✓ La manipulación del material es un factor importante y la función siguiente es la predominante. Ejemplo clásico: Montaje final de automóviles.

✓ La manipulación de los materiales está sumamente mecanizada, la circulación de estos y la organización del trabajo están completamente

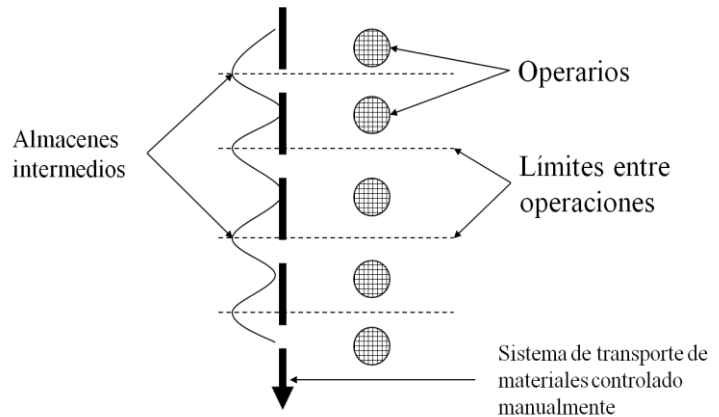
subordinadas al sistema técnico.

- ✓ Su inconveniente es que los trabajos individuales están estrictamente limitados y el ritmo de trabajo totalmente condicionado por el sistema técnico.
- ✓ Los sistemas de este tipo son extremadamente sensibles: La resistencia de una cadena se mide por la de su eslabón más débil. Además, en estas líneas de producción no es fácil cambiar lo establecido.

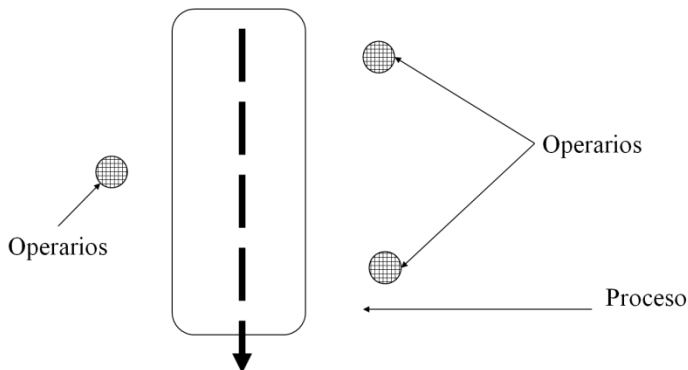
- ✓ Su gran ventaja está en la utilización eficaz de espacio, máquinas y equipo auxiliar. Tiene una alta eficiencia conseguida gracias a una división del trabajo y una especialización extrema (condición propicia para la automatización de tareas).

b) La línea adaptada al ritmo humano

- ✓ Línea de montaje cuyo funcionamiento y velocidad ya no dependen de un sistema mecánico, y además tiene depósitos intermedios entre los puestos de trabajo. Ejemplo: la confección, la metalurgia.



- ✓ En este sistema de producción el control es menos rígido y la existencia de almacenes o espacios intermedios permite adaptar el ritmo de trabajo individual.
- ✓ Aquí es una buena solución organizar el trabajo por grupos de producción. Dentro de una tarea colectiva formada por funciones individuales, los operarios pueden ayudarse mutuamente, a superar las anomalías de funcionamiento, a nivelar los altibajos en el volumen de trabajo y a esforzarse por el resultado común.



El proceso automatizado

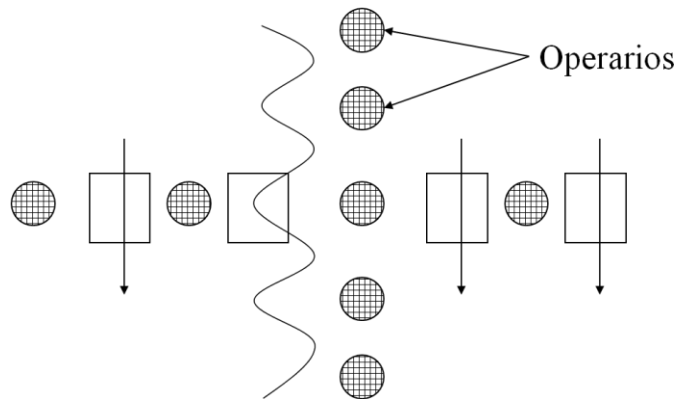
- ✓ Si fuera posible automatizar todas las tareas ejecutadas manualmente en una cadena de montaje tradicional, se obtendría una especie de línea de ejecución de un proceso, y

al trabajador le correspondería primordialmente una función de vigilancia. Este tipo de la organización de la producción por proceso es muy común, sobre todo en la siderurgia, en las industrias químicas y en la del papel.

- ✓ Aquí es frecuente que haya eficacia en el trabajo por grupos. Todos comprende de inmediato que es necesario trabajar juntos para alcanzar la meta.
- ✓ Uno de los factores que a veces dificultan la colaboración dentro del grupo es que sus integrantes están demasiado lejos unos de otros.
- ✓ Otro problema clave es la correlación entre las tareas directas de producción y las de mantenimiento. Cuanto mayor es el grado de mecanización, menos obreros hay en la producción y más en el mantenimiento.

c) Concentración de operaciones afines

- ✓ Los tres sistemas anteriores tienen en común el hecho de que los diferentes tipos de máquinas están agrupados en un orden que corresponde a la secuencia de las operaciones de producción.



- ✓ Si en cambio se agrupan las máquinas de modo que todas las de cierto tipo estén concentradas en un mismo departamento, se concentrarán cada una de las operaciones en un solo lugar, conforme al sistema de distribución funcional. En ese caso el producto de fabricación va pasando por los diferentes departamentos.
- ✓ Este tipo de concentración por operaciones se encuentra frecuentemente en la producción por lotes, donde las series son cortas y los productos variados.
- ✓ Con tal sistema resulta sumamente difícil organizar grupos de trabajo de verdadero interés para los operarios. En la realidad de cada día, el trabajador está supeditado a su propia tarea y puesto de trabajo.

✓

Grupo por proceso diversificado

- ✓ En muchos casos las condiciones permiten elegir un sistema intermedio. De este modo se obtiene un sistema que permite combinar con mucha eficacia la capacidad del sistema en línea para recibir y canalizar un gran volumen de materiales y a la vez la capacidad de agrupación por funciones para ejecutar todas las secuencias concebibles.

Grupo en sector servicio

- ✓ Las funciones de servicio de una unidad de producción tienen que poder adaptarse estrechamente a las necesidades de cada caso, que generalmente exigen tareas de naturaleza variable. Las cargas de trabajo sufren altibajos y es difícil detallar planeada mente el trabajo.

Grupo en actividades de construcción

- ✓ En la producción de este tipo, el trabajo en grupo es el único factible para organizar las actividades. Además, como el trabajo es variado, la adaptación espontánea de la división del trabajo y de la planificación hacen necesario una organización flexible.

5.2.4 Tiempo de ciclo

- ✓ El problema de determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una línea de producción es análogo al de determinar el número de operarios asignados a una estación de trabajo.
- ✓ La situación más elemental del balanceo de líneas es aquella en la que varios operarios, cada uno realizando operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En este caso la **tasa de producción depende del operario más lento.**
- ✓ **Tiempo de ciclo:** Es el tiempo unitario estimado de la línea de trabajo para cubrir una posible demanda.

El tiempo de ciclo define la tasa de producción de la línea

$$\text{Volumen de Producción por período} = \frac{\text{Tiempo Disponible en período}}{\text{Tiempo de Ciclo}}$$

Ejemplo 1

Un producto se elabora en dos operaciones (1 operario cada operación) las cuales requieren un tiempo de 3 y 4 min respectivamente. Determine la cantidad de piezas que se pueden elaborar por turno de 8 horas.

R/Teniendo en cuenta que el operario más lento tarda 4 minutos en una producción de dos operaciones entonces se tiene que:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 4 \text{ min / pieza}$$

$$\text{Turno de 8 horas} = 8 \text{ h} * \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} = 480 \text{ min}$$

$$\text{Volumen de producción} = \frac{480 \text{ min}}{4 \text{ min / pieza}} = 120 \text{ piezas}$$

Ejemplo 2

Suponga que se tiene una línea de 5 trabajadores. Las asignaciones de trabajo específicas dan como resultado:

Operario	Minutos estándar para realizar la operación (ME)	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos (MP)
1	0,52	0,13	0,65
2	0,48	0,17	0,65
3	0,65	0,00	0,65
4	0,41	0,24	0,65
5	0,55	0,10	0,65

$$\sum_{i=1}^5 ME = 2,61$$

$$\sum_{i=1}^5 MP = 3,25$$

$$E = 80,31\%$$

$$\% I = 19,69\%$$

La eficiencia de esta línea se puede calcular como la razón de los minutos estándar reales totales entre los minutos estándar permitidos totales.

$$E = \frac{\sum_1^5 ME}{\sum_1^5 MP} \times 100\% = \frac{2.61}{3.25} \times 100\% = 80\%$$

% de inactividad es el porcentaje que le falta a la eficiencia para que sea el 100%

$$\% \text{ Inactividad} = 100\% - E = 100\% - 80\% = 20\%$$

Si un analista puede ahorrar 0.10 minutos para el operario 3, el ahorro neto por ciclo no será 0.10 minutos, sino 0.10×5 , es decir 0.50 minutos.

✓ **Tiempo ocioso de la línea**

La fracción de tiempo ocioso de la línea se obtiene:

$$TO = \sum_{i=1}^n \frac{(t_c - t_i)}{n \times t_c}$$

Donde n = # estaciones, t_c = tiempo de ciclo (cuello de botella) y t_i = tiempo de la estación i

- La eficiencia de la línea es el complemento del tiempo ocioso.
- Una fracción de tiempo ocioso del 25% indica que se utiliza el 75% de la capacidad de la línea.

Ejemplo 3

El ensamble de un producto requiere de tres operaciones secuenciales. Cada una de las tres operaciones pueden completarse en **0.8, 0.5 y 0.4 min.** Se dispone de 1 turno de 8 horas al día. Las operaciones pueden agruparse:

En una sola estación de trabajo operada por una sola persona, En dos estaciones de trabajo separadas y En 3 estaciones de trabajo, cada una operada por una persona distinta

¿Qué agrupamiento (# de estaciones) permite obtener la máxima tasa de producción?

¿Cuántas estaciones se requieren con el objeto de minimizar el tiempo ocioso?

R/

Una estación

$$\text{Tiempo de ciclo} = 0.8 + 0.5 + 0.4 = 1.7 \text{ min}$$

$$\text{Vol. Producción} = \frac{480 \text{ min}}{\text{día}} = 282.4 \text{ unid / día}$$

$$1.7 \text{ min / unid}$$

$$\% \text{ Tiempo ocioso} = 0$$

Dos estaciones

$$\text{Tiempo de ciclo} = \max. \{0.8, 0.5 + 0.4\} = 0.9 \text{ min}$$

$$\text{Vol. Producción} = \frac{480 \text{ min}}{\text{día}} = 533.3 \text{ unid / día}$$

$$0.9 \text{ min / unid}$$

$$\% \text{ Tiempo ocioso} = \frac{t. \text{ ocioso}}{t. \text{ total}} = \frac{(0.9 - 0.8) + (0.9 - 0.9)}{2 (0.9)} = 0.055$$

$$t. \text{ total} = 2 (0.9)$$

Para este sistema, en resumen se tiene que:

$$0.8 \text{ min} \leq \text{Tiempo de ciclo} \leq 1.7 \text{ min}$$

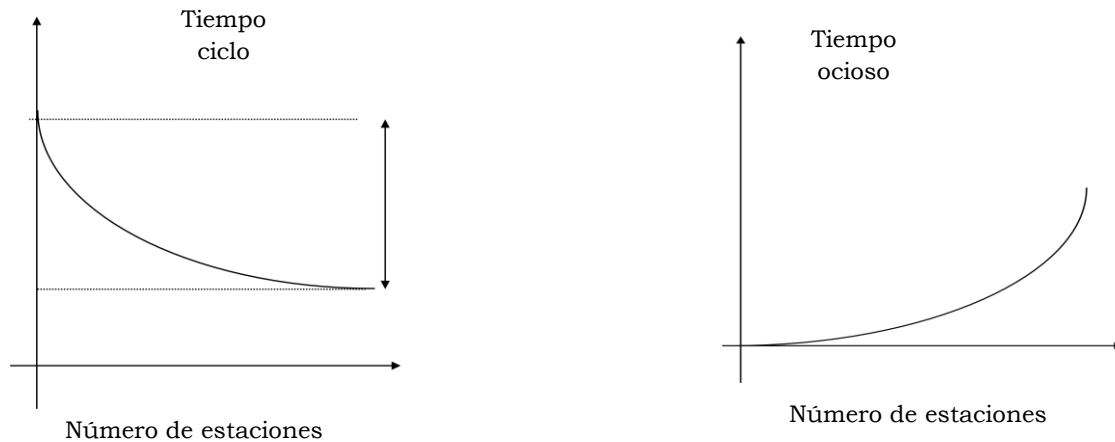
$$600 \text{ unid / día} \geq \text{Volumen producción} \geq 282 \text{ unid / día}$$

$$0.29 \geq \text{Tiempo Ocioso} \geq 0$$

Compruébalo...

Tiempos de Operación (minutos)			Opción 2	2	operario
Operación 1	Operación 2	Operación 3	tiempo de ciclo	0,9	minutos
0,8	0,5	0,4	Volúmen Pn	533,3	unidades
Turno		480	t ocioso	0,1	minutos
			% t ocioso	6%	%
Opción 1	1	operario	Opción 3	3	operario
tiempo de ciclo:	1,7	minutos	tiempo de ciclo	0,8	minutos
Volúmen Pn	282,4	unidades	Volúmen Pn	600,0	unidades
t ocioso	0	minutos	t ocioso	0,7	minutos
% t ocioso	0%	%	% t ocioso	29%	%

Al aumentar el número estaciones el tiempo de ciclo tiende a disminuir mientras que el porcentaje de tiempo ocioso tiende a aumentar



El trabajo total que se desempeña en una estación de trabajo es igual a la **suma de las tareas asignadas** a esa estación.

El problema es cómo asignar la totalidad de las tareas a una **serie de estaciones de trabajo** de manera que cada una de ellas no tenga más trabajo que el que pueda realizar en su tiempo de ciclo y se **minimice el tiempo de inactividad**.

El problema se complica debido a las relaciones que se establecen entre las tareas a causa del diseño del producto y las tecnologías del proceso (**relaciones de precedencia**).

5.2.5 Pasos para balancear una línea de ensamble

Los pasos para balancear una línea de ensamble son:

- ✓ Especificar las relaciones secuenciales entre las tareas utilizando un diagrama de precedencia.
- ✓ Determinar el tiempo requerido del ciclo de la estación de trabajo.

$$\text{Volumen de } P^n \text{ por periodo} = \frac{\text{tiempo disponible en el periodo}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

- ✓ Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo (N_t) que se requieren para cumplir con la restricción del tiempo de ciclo de la estación de trabajo.

$$N_t = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

- ✓ Seleccionar una regla principal para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una regla secundaria para romper los empates.

- El “peso posición” para cada unidad de trabajo. Este cálculo es la suma de cada unidad de trabajo y todas las que deben seguirle.
- Dar prioridad a las tareas a las que les siga un número mayor de otras tareas.
- Dar prioridad a las tareas que requieran el tiempo más largo.

- ✓ Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo, hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo de ciclo de la estación de trabajo, o bien hasta que ninguna otra tarea sea factible debido al tiempo o a las restricciones de la secuencia. Repetir hasta que se hayan asignado todas las tareas.

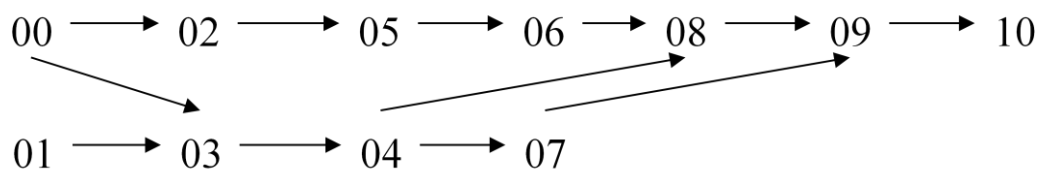
- ✓ Evaluar la eficiencia del balanceo, mediante la siguiente formulación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{)} \times \text{Tiempo de ciclo (T}_c\text{)}}$$

- ✓ Si la eficiencia es insatisfactoria, vuelva a balancear utilizando una regla de decisión diferente.

Ejemplo 4

Para la elaboración de un producto final se tiene:



Tiempo estimado por unidad de trabajo (minutos)	Unidad de trabajo	Unidad de trabajo											
		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
0,46	00			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
0,35	01				x	x			x	x	x	x	
0,25	02						x	x		x	x	x	
0,22	03					x			x	x	x	x	
1,1	04								x	x	x	x	
0,87	05							x		x	x	x	
0,28	06									x	x	x	
0,72	07										x	x	
1,32	08										x	x	
0,49	09											x	
0,55	10												
6,61													

Tiempo disponible

minutos 450

Tiempo de ciclo

minutos 1,50

Volúmen de Pn

unidades 300,0

N_t

estaciones

5

El método de peso posición consiste en estimar el peso posicional de cada tarea como la suma de su tiempo más los tiempos de aquellas que la siguen.

UNIDAD DE TRABAJO	PESO POSICION (minutos)	
00		6,26
01		4,75
02		3,76
03		4,4
04		4,18
05		3,51
06		2,64
07		1,76
08		2,36
09		1,04
10		0,55

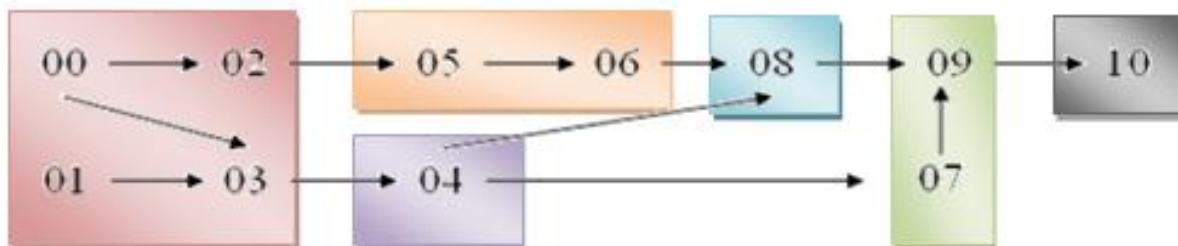
El elemento de trabajo con el peso de posición más alto se asigna a la primera estación y así sucesivamente hasta analizar todos los elementos.

Elementos de trabajo sin ordenar	Tiempo de tarea	Elementos de trabajo ordenados	Peso de posición (minutos)	Predecesores inmediatos
00	0,46	00	6,26	-
01	0,35	01	4,75	-
02	0,25	03	4,40	00, 01
03	0,22	04	4,18	03
04	1,10	02	3,76	00
05	0,87	05	3,51	02
06	0,28	06	2,64	05
07	0,72	08	2,36	04, 06
08	1,32	07	1,76	04
09	0,49	09	1,04	07, 08
10	0,55	10	0,55	09

Luego se agrupan las estaciones por el orden según su peso posición, respetando la precedencia y no sobrepasar el tiempo de ciclo de 1,50 minutos.

Trabajo		Peso de posición	Predecesores inmediatos	Tiempo unidad de trabajo	Tiempo de estación	
Estación	Elemento				Acumulativo	No asignado
1	00	6,26	-	0,46	0,46	1,04
	01	4,75	-	0,35	0,81	0,69
	03	4,40	00, 01	0,22	1,03	0,47
	04	4,18	03	1,10	2,13	-0,63
	02	3,76	00	0,25	1,28	0,22
	05	3,51	02	0,87	2,15	-0,65
2	04	4,18	03	1,10	1,10	0,40
	05	3,51	02	0,87	1,97	-0,47
3	05	3,51	02	0,87	0,87	0,63
	06	2,64	05	0,28	1,15	0,35
	08	2,36	04, 06	1,32	2,47	-0,97
4	08	2,36	04, 06	1,32	1,32	0,18
	07	1,76	04	0,72	2,04	-0,54
5	07	1,76	04	0,72	0,72	0,78
	09	1,04	07, 08	0,49	1,21	0,29
	10	0,55	09	0,55	1,76	-0,26
6	10	0,55	09	0,55	0,55	0,95

Los centros de trabajo quedan así:



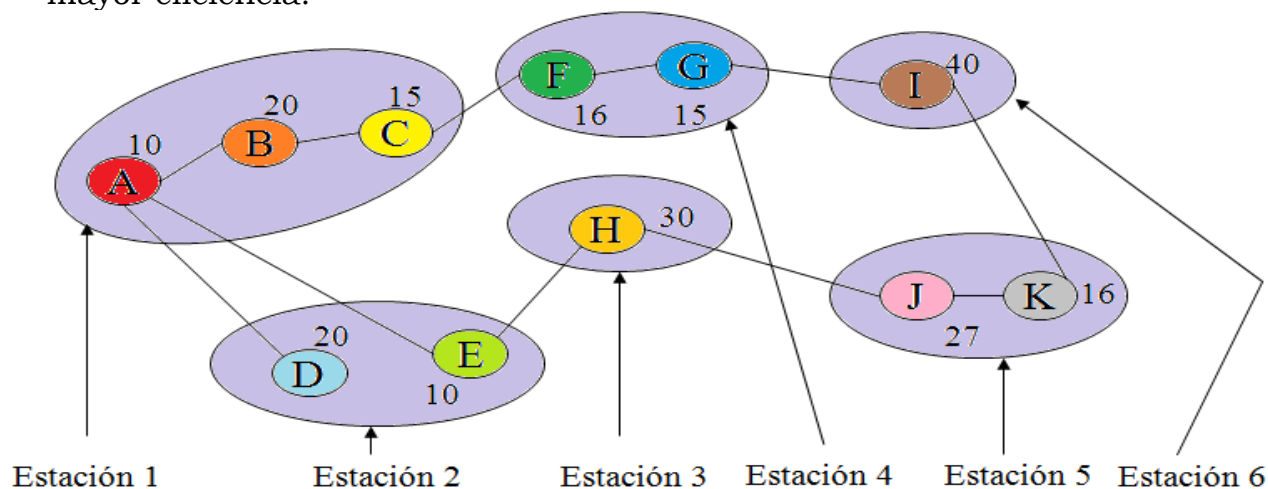
Y se calcula la eficiencia total de la línea según:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{)} \times \text{Tiempo de ciclo (T}_c\text{)}}$$

Tiempo de ciclo	Suma tiempos de las tareas	Estaciones de trabajo
1,50	6,61	6
EFICIENCIA	73,44%	

Si la eficiencia es insatisfactoria, vuelva a balancear utilizando una regla de decisión diferente. Solo una situación inusual tendrá la **línea con balance perfecto**; es decir, en la que los minutos estándar para realizar cada operación sean idénticos para cada miembro del equipo.

Una estrategia importante para balancear la línea de ensamble es compartir los elementos de trabajo. Dos operarios o más con algún tiempo ocioso en su ciclo, pueden compartir el trabajo de otra estación para lograr mayor eficiencia.



Compartir elementos puede **aumentar el manejo de materiales**, por tener que entregar las partes en más de un lugar. Es posible que se aumenten los costos por duplicidad de herramientas. Otra posibilidad para mejorar el balanceo de una línea de ensamble es **dividir un elemento de trabajo**. Siempre y cuando los elementos se puedan dividir, porque si no, resultaría menos económico hacerlo.

Aunque el **diseño del producto** determina la secuencia de ensamble, el cambio de ella puede producir resultados más favorables. Mientras **menos restricciones se impongan en el orden** en que pueden realizarse los elementos de trabajo, mayor será la probabilidad de lograr un balance favorable. (Diseño funcional, métodos de producción, restricciones de zona).

5.2.6 Número de operarios necesarios

El número de trabajadores necesarios para la tasa de producción requerida es igual a:

$$N = R \cdot \sum MP = R \cdot \frac{\sum ME}{E}$$

Donde

N = número de operarios necesarios, R = tasa de producción deseada, ME = Minutos estándar y E = Eficiencia

Los operarios que tienen un tiempo de espera debido a la producción del operario más lento no suelen observarse como en espera. Más bien, reducen el paso de sus movimientos para usar los minutos estándar establecidos por ese operario.

Ejemplo 5

Suponga que se tiene un nuevo diseño y debe establecerse su línea de ensamble. La línea debe producir 700 unidades por día (o $700/480 = 1,458$ unidades por minuto) y como se quiere minimizar el espacio de almacén, no deben producirse más de 700 unidades diarias. Los minutos estándar de las 8 operaciones basados en datos existentes son los siguientes:

Para planear esta línea de ensamble se estima el número de operarios requerido para un nivel de eficiencia del 95%:

$$N = \frac{1,458 \cdot 15,37}{0,95} = 24$$

Operación	Minutos estándar
1	1,25
2	1,38
3	2,58
4	3,84
5	1,27
6	1,29
7	2,48
8	1,28
TOTAL	15,37

El siguiente paso es estimar el número de operarios para cada una de las 8 operaciones. Es necesario producir una unidad en **0.685 minutos**. El número de operarios requeridos para cada una de las operaciones sería:

Para identificar la operación más lenta, se divide el número estimado de operarios entre los minutos estándar para cada una de las 8 operaciones.

Operación	Minutos estándar	Operarios por operación	Tiempo por operario
1	1,25	2	0,625
2	1,38	2	0,69
3	2,58	4	0,645
4	3,84	6	0,64
5	1,27	2	0,635
6	1,29	2	0,645
7	2,48	4	0,62
8	1,28	2	0,64
TOTAL	15,37	24	0,69

La operación 2 determina la producción:

$$\frac{2 \text{ operarios} \cdot 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}}{1,38 \frac{\text{minutos standar}}{\text{pieza}}} = 87 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}, \text{ o } 696 \frac{\text{piezas}}{\text{dia}}$$

Si esta tasa de producción es inadecuada, será necesario aumentar la producción del operario 2. Esto se puede lograr mediante:

- ✓ Uno o ambos operarios de la segunda operación trabajando tiempo extra para acumular un pequeño inventario en esta estación de trabajo.

- ✓ La utilización de los servicios de un tercer trabajador de tiempo parcial en la estación de trabajo 2.
- ✓ La reasignación de parte del trabajo de la 2 a la 1 o a la 3.
- ✓ La mejora del método en la operación 2 para disminuir el tiempo de ciclo en esa estación de trabajo.

A manera de conclusión:

Dados el tiempo de ciclo y los tiempos de operación, un analista puede **determinar el número de operarios necesarios** para cada operación de modo que se cumplan con un programa de producción deseado.

TALLER 1

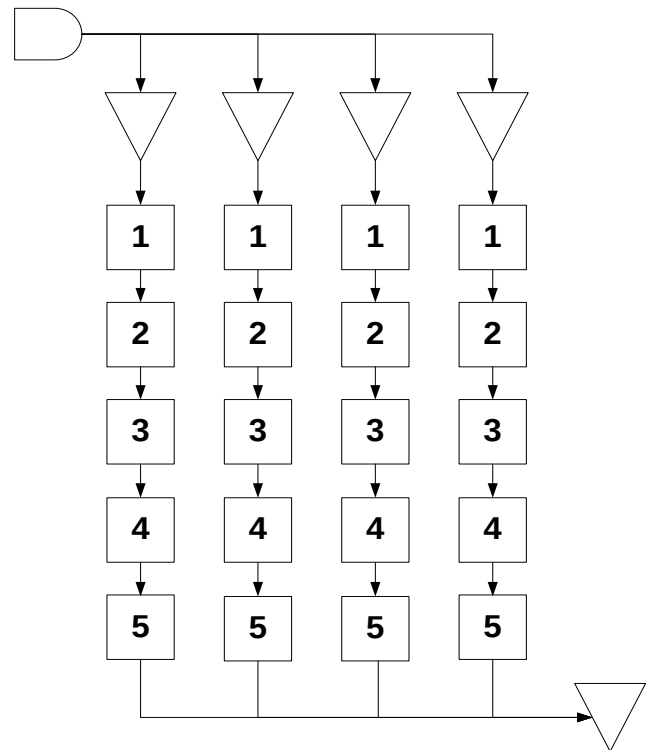
4 LINEAS ¹

La siguiente figura muestra la sección de una empresa compuesta por 4 líneas de producción iguales. Cada una consta de 5 máquinas.

Los tiempos de operación de cada máquina son

los siguientes:

Maquina	Tiempo operación
1	2,100
2	3,414
3	1,700
4	1,700
5	1,600



Las siguientes son las operaciones que se realizan secuencialmente y los tiempos en minutos/pieza (estandarizados) que emplea cada operario.

Las actividades que se deben realizar con la máquina parada son:
Descargar,

limpiar viruta y cargar. El resto se puede hacer con la máquina en marcha.

	1/0	Operario 1	Operario 2	Operario 3, 4 y 5
Ir y volver del almacén	1	0,080	-	-
Descargar la máquina	0	0,385	0,385	0,314
Limpiar viruta	0	0,137	0,137	-
Cargar	0	0,792	0,792	0,340
Inspeccionar	1	0,062	0,062	0,062
Llevar a siguiente estación	1	0,077	0,077	0,077
Regresar	1	0,055	0,055	0,055

1. Calcular para el método actual:

- a.** Los tiempos de trabajo de cada operario mientras la máquina está en marcha (MM) y mientras está parada (MP).
- b.** El tiempo de trabajo total de cada operario (TT) y el tiempo de ciclo (Tc). La estación cuello de botella.
- c.** Las demoras (tiempo ocioso) de cada estación de trabajo (frente a las otras) y las demoras de cada operario (frente a su máquina).
- d.** La capacidad de producción total de la sección en piezas/hora.

2. Propuesta: Manteniendo la capacidad de producción total de la sección, proponer mejoras que reduzcan las demoras de cada estación de trabajo y reasignar operarios a las máquinas en cada estación de forma que se reduzcan las demoras por operario.

Nota: Considere un tiempo de desplazamiento entre dos máquinas de 0.05 min en el caso que un operario deba atender más de una máquina.

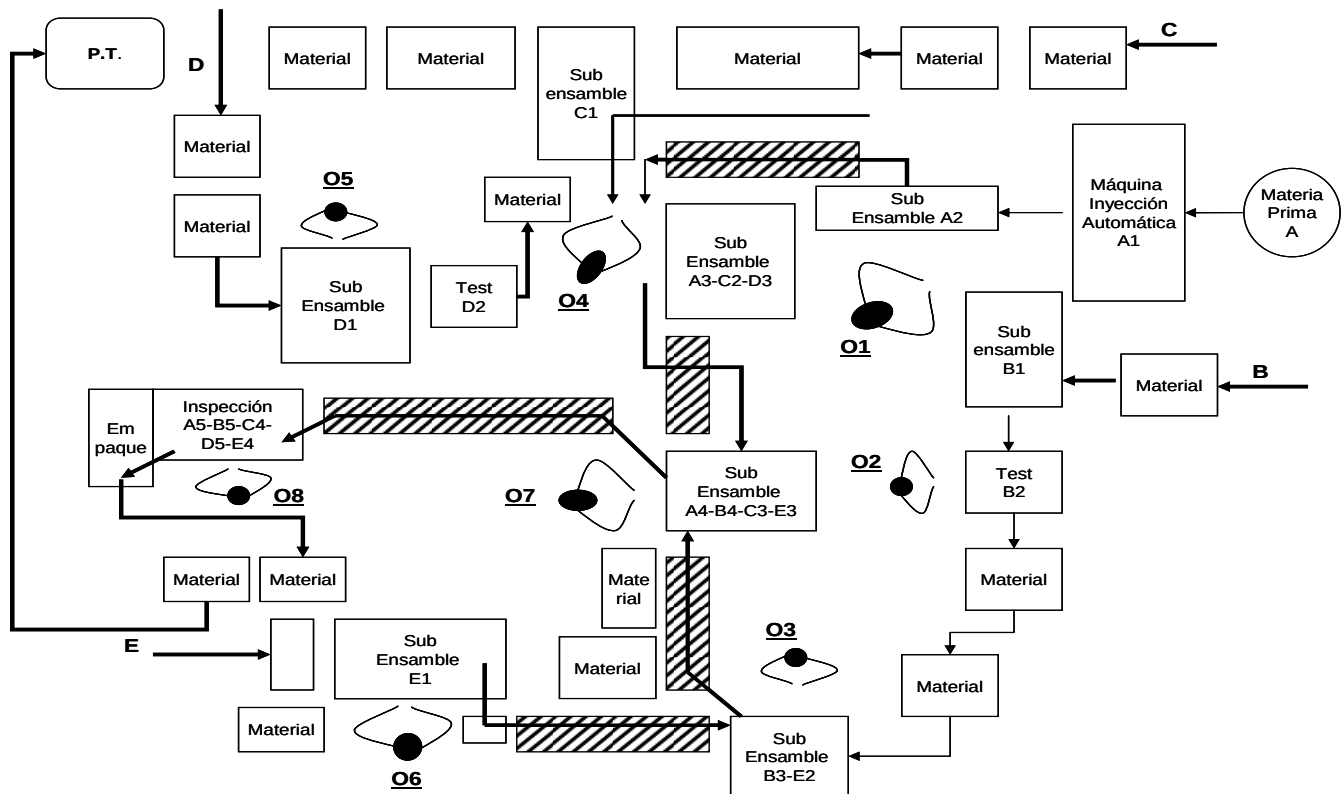
¹ Basado en SEMPERE, Francisca R., Cristóbal Miralles Insa, Carlos Andrés Romano y Eduardo Vicena Sarlot. *Aplicaciones de Mejora de Métodos de Trabajo y Medición de Tiempos*. Departamento de Organización de Empresas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia, 2004

TALLER 2

CASO: BOMBA CARABOMBA²

Esta compañía es fabricante de bombas de inyección para motores de ciclo Diesel de alta y media cilindrada. En estos momentos se encuentra inmersa en un gran proceso de expansión que le va a llevar a introducirse en el segmento de mercado de los inyectores para motores de baja cilindrada. Esto implica entrar en el competitivo sector del automóvil donde hay que reducir los costos de producción continuamente para poder afrontar las reducciones anuales de precio solicitado por los clientes.

Todo esto, ha obligado a la empresa a reestructurar todos sus procesos con la finalidad de eliminar los desperdicios posibles y además generar espacio libre en planta para albergar las nuevas líneas de montaje para la nueva gama de productos. El nuevo proceso definido es el que aparece en la siguiente figura:



El gráfico muestra una máquina de inyección automática (operación A1) cuyo tiempo de ciclo es de 1.6 minutos para dos piezas terminadas y que deposita para su continuación en la operación A2.

El conjunto de 8 operarios, que según la disposición actual, aparecen en la figura actúan siguiendo los métodos que a continuación se describen:

Operario 1 – O1	Tiempo estándar (min)
Realiza el submontaje A2 y lo empuja a la banda	0.8
Gira a la zona B y coge el material	0.1
Realiza el submontaje B1	0.3
Vuelve a la zona A	0.05
Operario 2 – O2	Tiempo estándar (min)
Coloca el submontaje para el test B2	0.3
Lleva el submontaje terminado a la zona de material	0.1
La máquina realiza automáticamente el test	0.5
Quita el submontaje anterior del test B2	0.3
Operario 3 – O3	Tiempo estándar (min)
Coge el material B y lo coloca	0.5
Coge el material E y lo coloca	0.5
Termina el submontaje B3 – E2	0.3
Coloca el submontaje B3-E2 en la banda y vuelve a la zona de subensamble	0.05
Operario 4 – O4	Tiempo estándar (min)
Coge el material A y lo coloca en la estación A3 – C2 – D3	0.3
Realiza el submontaje C1	0.5
Lleva el submontaje C1 y lo coloca en la estación A3-C2-D3	0.2
Gira, coge el material D y lo coloca en la estación A3-C2-D3	0.3
Termina el montaje en la estación y lo coloca en la banda	0.2
Operario 5 – O5	Tiempo estándar (min)
Coge el material D y lo coloca en la estación D1	0.1
Realiza el submontaje D1	0.7
Quita el submontaje D1 del test y lo almacena	0.2
Coloca el submontaje D para el test y lo pone en funcionamiento	0.3
Tiempo de funcionamiento del test automático	0.9
Vuelve a la estación de submontaje D1	0.05
Operario 6 – O6	Tiempo estándar (min)
Coge el material E y lo coloca en la estación E1	0.1
Realiza el submontaje E1	0.5
Pulsa pedal y lo mantiene pulsado mientras se realiza el sellado automático	0.4
Quita el submontaje E1, lo coloca en la banda y vuelve	0.2
Operario 7 – O7	Tiempo estándar (min)
Coge el material A-C-D y lo coloca en la estación	0.2
Coge el material B-E y lo coloca en la estación	0.2
Realiza el montaje final	0.5
Quita el producto terminado, lo coloca en la banda y vuelve	0.2
Operario 8 – O8	Tiempo estándar (min)
Coge el producto final de la banda y lo coloca en la estación	0.2
Inspecciona el producto final	0.6
Gira y realiza el empaquetado colocándolo en el contenedor especial	0.3
El contenedor lleno lo lleva a su zona de material (6 piezas)	0.3

- ✓ Operario 1: Realiza las operaciones A2 y B1
- ✓ Operario 2: Realiza las operaciones del test B2
- ✓ Operario 3: Realiza las operaciones B3 – E2
- ✓ Operario 4: Realiza la operación C1 y el submontaje A3-C2-D3
- ✓ Operario 5: Realiza la operación D1 y el test D2
- ✓ Operario 6: Realiza la operación E1
- ✓ Operario 7: Realiza el montaje final (operación A4-B4-C3-D4-E3)
- ✓ Operario 8: Realiza la verificación final (A5-B5-C4-D5-E4)

Bajo estas condiciones de trabajo se pide:

- ✓ Determinar la capacidad de producción de la línea de montaje de bombas y su tiempo de ciclo (en minutos/pieza).

² Basado en **Aplicaciones de mejora de métodos de trabajo y medición de tiempos**. Sempere Francisca y otros. Departamento de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia. 2004.

Enviar los ejercicios solucionados en un archivo de Excel explicando los procedimientos al correo del curso.