

2. Estaciones que tienen echas de entrada y salida: representan las operaciones de manufactura y ensamble que se llevan a cabo en el proceso productivo.
3. Estaciones que no tienen flechas de salida: representan las operaciones finales del proceso y se les coloca una circulo conectado Con una flecha que representa la demanda. grupos como:

Por otra parte las plantas manufactureras se pueden clasificar en cuatro grandes:

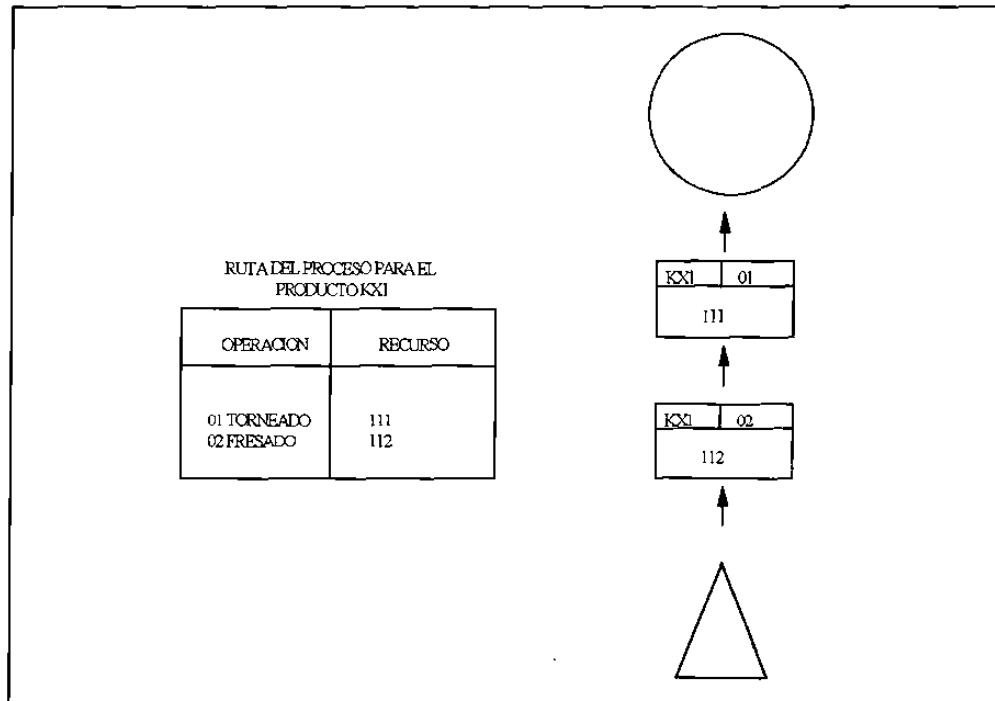


Figura 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO

1. Productores basicos: utilizan recursos naturales como materias primas y los refinan o separan en productos que utilizara como insumo de materiales los productores transformadores.
2. Productores transformadores: utilizan los materiales abastecidos por los productores básicos a procesos diferentes con el fin de producir bienes de consumo o artículos que puedan ser utilizados por una mayor variedad de productores conocidos como fabricantes.

3. Productores fabricantes: producen bienes de consumo o partes de componentes para la clase de productores conocidos como ensambladores o armadores.
4. Productores ensambladores: combinan diferentes componentes fabricados para producir productos terminados los cuales se venden directamente al consumidor.

El diagrama de flujo del producto para la mayoría de las operaciones de las empresas manufactureras tienen una gran variedad de interacciones entre productos y recursos, sin embargo solo algunas dominan el comportamiento del sistema productivo.

Por lo cual si algunas de las plantas tienen el mismo tipo de interacciones dominantes tendrán características y problemas similares y será posible agruparlas.

De esta manera de acuerdo con el diagrama de flujo del producto todas las empresas de manufactura se pueden clasificar dependiendo de los productos y procesos en uno de tres tipos o en una combinación de estos, los cuales se designan como V, A y T

LAS PLANTAS TIPO “V”.

Las plantas manufactureras conocidas como V están formadas por productores básicos, transformadores y fabricantes. Algunos ejemplos de estos los constituyen las plantas textiles, las productoras de papel y las laminadores de acero.

En este tipo de plantas dominan las interacciones entre recursos y productos donde un producto terminando de una estación se puede pasar a procesos distintos y de esta manera transformarse en productos distintos durante la siguiente etapa. A este tipo de interacciones entre las estaciones se les conoce como puntos divergentes y son la característica principal de las plantas tipo V (figura 4.3).

Para comprender de una mejor manera la forma de trabajar de este tipo de planta se han hecho algunos análisis comparativos los cuales han establecido sus características, sus problemas, el comportamiento de sus niveles de inventario, las causas que los generan así como algunas acciones correctas tal y como se presenta a continuación.

Las características de las plantas tipo V son:

- Existe un gran número de productos finales en comparación con el número de materias primas.
- Los productos utilizan esencialmente la misma secuencia y los mismos procesos.
- Existe un número limitado de rutas.
- En general cada pieza pasa por un recurso una sola vez.
- Se pueden producir un gran número de piezas en poco tiempo.
- El espacio total disponible en las instalaciones se convierte en el único límite para acumular el inventario.
- Los cambios significativos en los procesos requieren una fuerte inversión de recursos.

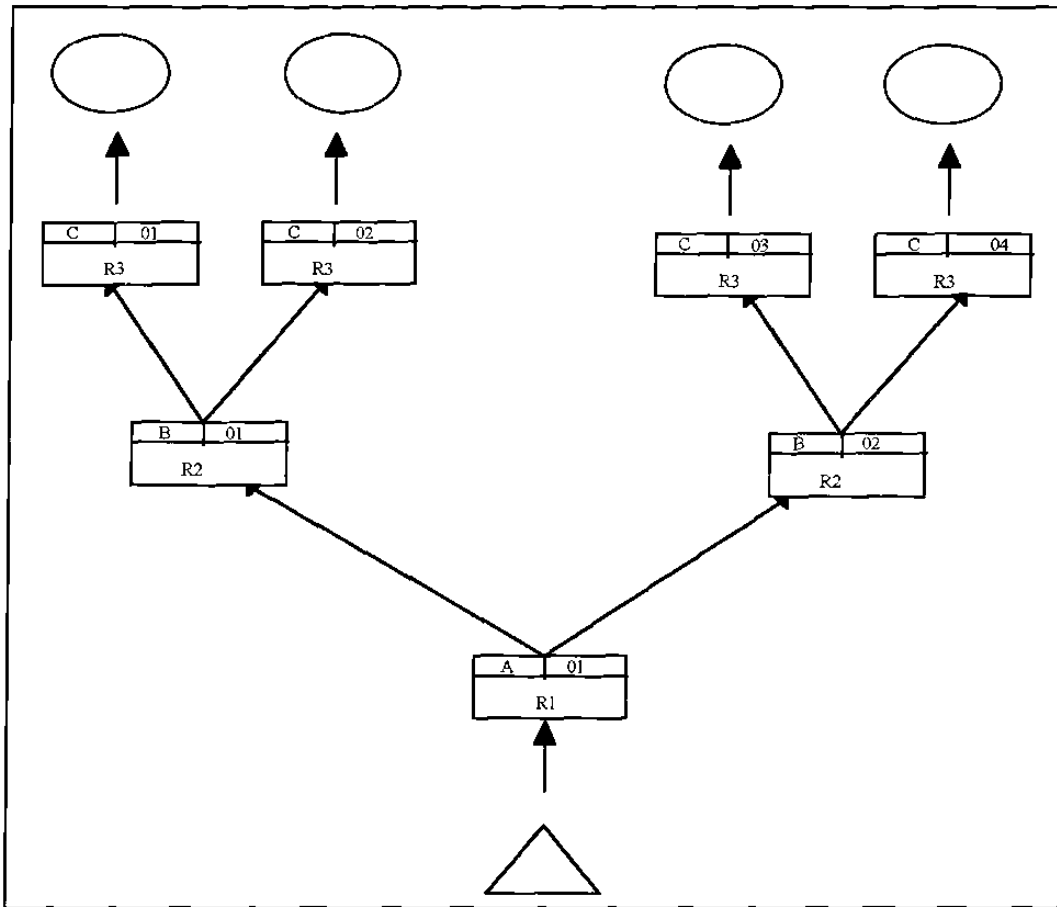


FIGURA 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO TÍPICO DE UNA PLANTA TIPO "V".

Los problemas principales que se presentan son:

- Para poder ser efectivos se tiene intervalos de productos terminados demasiado grandes
- El servicio al cliente es deficiente.
- Los gerentes de producción se quejan de que la demanda cambia constantemente.
- Los gerentes de ventas se quejan de que la producción tarda mucho en responder.
- Son comunes los conflictos entre departamentos.
- No se puede predecir el tiempo de entrega con exactitud.

Las características de los niveles de inventario son:

Si hay un cuello de botella:

- Existe mucho inventario (por lo general de artículos incorrectos) frente al cuello de botella. Este inventario se debe a la mala asignación y la sobreproducción antes del cuello de botella.
- La gerencia culpa a los cambios en la demanda como la causa del inventario erróneo.
- La empresa no puede responder al mercado debido al cambio excesivo.
- Se perciben pocas colas después del cuello de botella debido a que existe exceso de capacidad.
- Se acumula inventario de los bienes terminados de productos equivocados.
- Si no hay cuello de botella:
- Existe mucho inventario de bienes terminado de productos incorrectos.

Las causas de los problemas Son:

- Los tamaño de los lotes son demasiado grande, ya que la planta tiene demasiada inversión en capital y los tiempos de preparación son demasiado grandes.
- Los materiales son liberados a producción antes de tiempo para obtener niveles de utilización mas altos.
- Se mide a los supervisores con base en la utilización.
- Se combinan trabajos para obtener lotes de mayor tamaño y se agrupan familias de productos.
- Existe mucha producción pendiente antes de el cuello de botella.

Las acciones correctivas son:

- Reducir los tiempos de entrega de producción. Esto mejora la precisión de los pronósticos y su capacidad para reaccionar ante cambios en la demanda.
- Aumentar el servicio a los clientes estableciendo fechas de entrega confiables y reduciendo las fechas de entrega de la producción.
- Reducir los costos de producción vendiendo mas productos, reduciendo los niveles de inventario y centrándose en mejorar la calidad.

En conclusión las plantas tipo V se caracterizan por un mal servicio al cliente, entregas deficientes y mucho inventario de producto terminado, lo cual ocurre como resultado de un esfuerzo exagerado por alcanzar altos niveles de utilización, lo que ocasiona tamaño de lote demasiado grandes.

LAS PLANTAS TIPO “A”.

Las plantas manufactureras conocidas como A están formadas por productores ensambladores. Estas plantas fabrican relativamente pocos productos distintivos, los cuales están compuestos por diferentes componentes que solo pueden ser utilizados para ensamblar un producto. algunos ejemplos de estos los constituyen los productores de equipo pesado o especializado como generadores o motores para aeronaves.

En este tipo de plantas dominan las interacciones entre recursos y productos donde un producto terminado de una estación solo puede pasar a una única estación donde son ensamblados dos o mas componentes y de esta manera transformarse en un solo producto terminado. A este tipo de interacciones entre las estaciones se les conoce como puntos convergentes y son la característica principal de las plantas tipo A (figura4.4).

Es importante hacer notar que tanto las empresas de manufactura tipo A y T esta constituidas por productores ensambladores, su diferencia radica en que en las plantas tipo A el producto de una estación solo puede ser construida por otra estación, mientras que en una planta tipo T este puede ser requerido por varias estaciones.

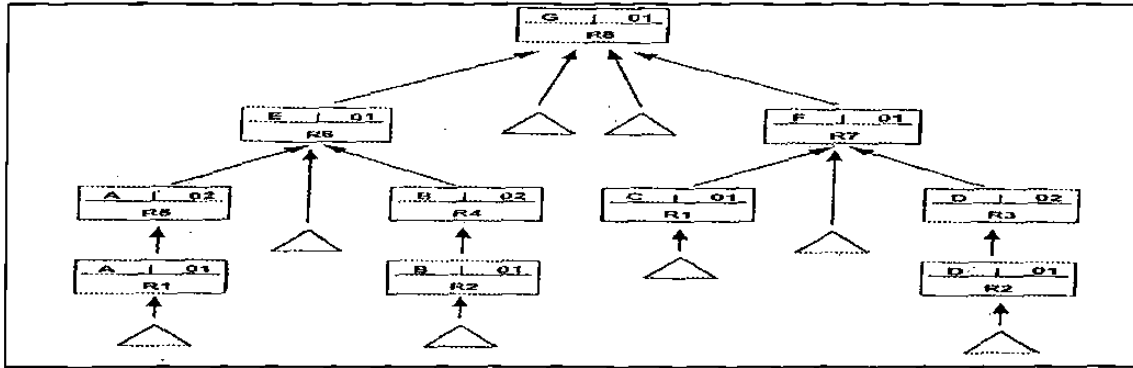


FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO TÍPICO DE UNA PLANTA TIPO A

Con el fin de comprender de una mejor manera la forma de trabajar de este tipo de planta se han hecho algunos análisis comparativos. Los cuales han establecido sus características, sus problemas, las causas que los generan así como algunas posibles soluciones tal y como se muestra a continuación.

Las principales características de las plantas tipo A son:

- La característica dominante es el ensamble de una gran cantidad de piezas en un número relativamente pequeño de productos terminados.
- Las máquinas que se utilizan tienden a ser de propósitos genéricos.
- Tiende a ser largo el tiempo de ensamble.
- Los recursos se comparten dentro de las rutas y entre ellas.
- La eficiencia de los recursos es menor al 100%, con horas extraordinarias no planeadas.
- Existen grandes inventarios de productos terminados pero también existe escasez de otras piezas.
- El tiempo de proceso típicamente es menor que el tiempo de entrega de producción.
- Se presentan cuellos de botella flotantes.
- El departamento de producción se queja constantemente de los cambios en la demanda, lo que ocasiona un caos en la planta y un mal rendimiento de los proveedores.
- Los gastos operativos representan un punto crítico (en especial el tiempo extraordinario no previsto).

- Lo mas probable es que las piezas problemáticas no sean comunes para varios montajes.
- Relativamente son pocas las piezas que cruzan el cuello de botella.
- Se considera que el problema principal es la falta de control.
- Existen quejas debido a la escasez y a la falta de ajuste de las piezas durante el proceso.
- La producción se designa en las primeras etapas del proceso (al contrario de una planta tipo V).
- El personal considera el problema como una escasez de piezas.
- Pueden variar mucho las rutas, mientras una parte puede requerir muchas operaciones otra del mismo montaje puede requerir solo unas cuantas.
- Dentro de la ruta que sigue una parte puede requerir el uso de la misma maquina varias veces.
- Las piezas dentro del proceso son exclusivas para productos filiales específicos (a diferencia de las plantas tipo V y T).
- Existen pocas oportunidades de asignar mal las piezas, debido a que son específicas para los productos filiales.

Estrategias convencionales colectivas en las plantas tipo A:

- Reducir el costo unitario por medio una reducción del tiempo extraordinario (la gerencia cree que se abusa del tiempo extraordinario, por lo cual la restricción de su empleo empeora la situación), automatización del proceso (esto solo empeora el asunto ya que se pierde flexibilidad con la automatización) y por ultimo mejor planificación de las necesidades de mano de obra (esto como resultado de la resultado de que existen demasiados trabajadores).
- Mejorar el control mediante un sistema integrado de producción (El principal problema consiste en que las partes de la planta operan de manera diferente, por lo cual existen pocas probabilidades de que un sistema satisfaga todas las necesidades).

- Las causas reales de los problemas son:
- Los tamaños de lote son muy grandes y se liberan antes de tiempo los materiales lo que trae como consecuencia los cuellos de botella flotantes, la baja utilización, el uso frecuente de tiempo extraordinario así como el hecho de que no se cuente al mismo tiempo con todas las piezas que son necesarias para el ensamble y consecuentemente requisiciones urgentes para obtener con rapidez las piezas faltantes.

Soluciones:

- Reducir el tamaño del lote.

En conclusión las plantas tipo A se caracterizan por sus bajas eficiencias en el equipo de trabajo, los tiempos extra no planeado son muy altos, en las estaciones de ensamble generalmente se puede agotar un componente, existe la impresión de que aparecen cuellos de botella en cualquier parte y todo esto trae como consecuencia que se tenga una imagen generalizada de que el proceso productivo se encuentra fuera de control.

LAS PLANTAS TIPO “T”.

Las plantas manufactureras conocidas como T están formadas por productores ensambladores (al igual que las plantas tipo A). Estas plantas se pueden encontrar en ambientes donde se ensambla sobre pedido, en los que el tiempo de entrega requeridos por los clientes son relativamente cortos, el abastecimiento de componentes y los tiempos de proceso son relativamente largos, y la demanda de productos específicos es difícil de pronosticar. Las plantas tipo T incluyen a la mayoría de los fabricantes de electrodomésticos, pequeños aparatos y utensilios para el hogar y a las plantas armadores de automóviles.

En este tipo de plantas dominan las interacciones entre recursos y productos donde un producto terminado de una estación puede pasar a varias estaciones donde son ensamblados dos o mas componentes y de esta manera transformarse en un solo producto

terminado. A este tipo de interacciones entre las estaciones se les conoce como puntos de ensamble divergentes y son la característica principal de estas plantas (figura 4.5).

Existen evidencias [1, 2, 3, 4] que muestran que se han hecho alguno análisis en diferentes plantas tipo T, mediante los cuales se han establecido sus características, sus problemas, las causas que lo generan así como algunas posibles soluciones tal y como se muestra a continuación.

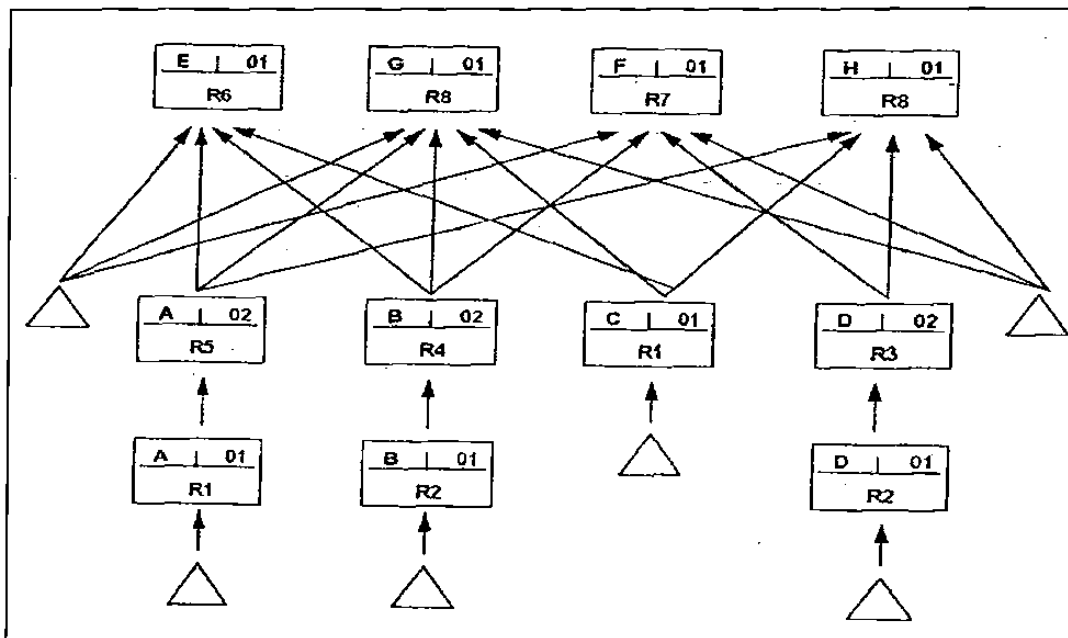


FIGURA 4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO PARA UNA PLANTA TIPO "T".

Las características de las plantas tipo T son:

- Existen dos flujos y procesos distintos: Fabricación y ensamble.
- Es deficiente el cumplimiento en las fechas de entrega, ya que unas piezas se entregan antes y otras después.
- El tiempo extraordinario es frecuente e impredecible.
- Existen una gran cantidad de piezas comunes.
- La asignación de piezas adicionales ocurre ya cuando se encuentra muy avanzado el proceso de producción.

- La fabricación se lleva a cabo en lotes muy grandes.
- Existe una gran cantidad de inventario entre la fabricación y el ensamble.

Las causas de los problemas son:

- Se intenta mejorar el cumplimiento de las fechas de entrega, con mucho apoyo en inventarios, tanto de productos en proceso como productos terminados.
- El esfuerzo por ser productivos en cada estación anterior al ensamble afecta los objetivos de las actividades de submontaje de cumplir con las fechas de entrega y hacer montajes sobre pedidos, afecta el objetivo de las actividades de fabricación de compras y producción de acuerdo con el pronóstico y finalmente ocasiona una mala asignación intencional de las piezas y el "canibalismo" en las áreas de trabajo.

Los problemas fundamentales son:

- Es deficiente el cumplimiento en las fechas de entrega y al parecer la gerencia no puede hacer nada al respecto.

Las soluciones son:

- Reducir los tamaños de lote en la fabricación.
- Sincronizar las operaciones.
- Evitar el robo de piezas y componentes durante el montaje.

De esta manera las plantas tipo T se caracterizan porque el ensamble de componentes se realiza utilizando piezas que son comunes a muchos tipos de ensambles, cada ensamble tiene componentes comunes, las rutas de fabricación de los componentes son muy distintas y el equipo productivo es del tipo de uso general.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIPOS DE EMPRESAS Y LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO NECESARIOS PARA MEJORAR Y CONTROLAR SU PRODUCTIVIDAD.

Tal y como se había mencionado en el capítulo 2 para que un empresa pueda definir sus indicadores de desempeño es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Establecer la misión, objetivos, estrategias y factores críticos de éxito.
2. Definir la unidad de análisis sobre la cual se desarrollara el sistema de medición del desempeño. Esta puede ser a nivel departamento, planta, división o corporación.
3. Identificar el proceso que se lleva a cabo.
4. Identificar las principales causas que afectan al logro de los objetivos, estrategias y factores críticos de éxito para la unidad de análisis.
5. Establecer los indicadores de desempeño necesarios de tal manera que permitan medir los principales factores que afectan el logro de los objetivos, estrategias y factores críticos de éxito. Buscando en todo momento que cumplan con las características necesarias de acuerdo a la MCM.

Ante esta situación si la misión de una planta manufacturera se define como el producir bienes que satisfagan las necesidades del consumidor utilizando la menor cantidad de recursos, se puede definir el concepto de productividad de las plantas manufactureras como la relación que existe entre los productos vendidos y los recursos utilizados en un periodo de tiempo definido. De esta manera dadas las características y los problemas de las plantas V, A y T es posible identificar de manera general su proceso así como las principales causas que impiden el logro de su misión y de sus factores críticos de éxito (tabla 4.1) y de esta manera establecer los indicadores de desempeño que pueden ser utilizados por estas plantas (tabla 4.2) con el fin de controlar y mejorar su productividad.

FACTORES CLAVE DE ÉXITO						
TIPO DE PLANTA	ENFOQUE DE LAS CAUSAS	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
TIPO V	AL PROCESO PRODUCTIVO, AL PRODUCTO Y AL CLIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos del proceso. • Falta de control del proceso. • Alto costo de los cambios en el proceso. • Exceso de inventario. • Cambios en la demanda de cada familia de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Falta de control del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Tiempos muertos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos. • Exceso de inventario en el proceso. • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de preparación de las máquinas. • Falta de componentes estándar por familia de productos. • Baja cantidad de productos por familia de productos.
TIPO A	A LAS MATERIAS PRIMAS, AL PROVEEDOR Y AL PROCESO PRODUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos del proceso. • Falta de control del proceso. • Exceso de inventario. • Exceso de gastos operativos. • Mal servicio de los proveedores. • Falta de sincronización de las operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mala calidad de las materias. • Variabilidad del proceso. • Falta de control del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Tiempos muertos. • Falta de materias primas. • Mal servicio de los proveedores. • Falta de sincronización de las operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos. • Exceso de inventario en el proceso. • Falta de materias primas. • Mal servicio de los proveedores. • Falta de sincronización de las operaciones. • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de preparación de las máquinas. • Falta de componentes y procesos estándar. • Falta de materias primas. • Mal servicio de los proveedores
TIPO I	AL PROCESO PRODUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos del proceso. • Falta de control del proceso. • Exceso de inventario. • Exceso de tiempo extra • Falta de sincronización de las operaciones (entre la fabricación y el ensamble). 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Falta de control del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Tiempos muertos. • Falta de sincronización de las operaciones (entre la fabricación y el ensamble). 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos. • Exceso de inventario (sobretodo entre la fabricación y el ensamble). • Falta de sincronización de las operaciones (entre la fabricación y el ensamble). • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de preparación de las máquinas. • Falta de componentes estándar para el ensamble

Tabla 4.1 causas que impiden el logro de los factores claves de éxito para cada tipo de planta de acuerdo a sus características.

FACTORES CLAVE DE ÉXITO					
TIPO DE PLANTA	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
TIPO V	<ul style="list-style-type: none"> Costo de los desperdicios (Tiempo muertos, esperas, producciones defectuosas, etc.) Costo de la materia prima utilizada / costo estimado de la materia prima Costo de los servicios que agregan valor / costo total de la producción. Costo de la producción total / costo de unidades producidas. Costo de insumos en el proceso vs los suavos. Costo de los insumos en proceso y de los productos terminados. Valor de las ventas de cada familia de productos / valor de la producción que se puede fabricar por cada familia de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> % de variación promedio de los productos de acuerdo a las especificaciones. Tasa de defectos por causa. Total de productos de primera calidad / total de producción fabricada. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos terminados a tiempo / productos programados. Días de variación promedio vs la fecha de entrega respecto a lo programado. Tempo promedio de producción. % de pedidos que no reciben el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo que no agregan valor al producto por tipo de tiempo. Tiempo total productivo / tiempo total dentro de la planta. Espacio dedicado a inventarios: proceso. Desviación estándar de tiempo de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de tiempo dedicado a la preparación de cada máquina en un periodo de tiempo. Tiempo promedio de la preparación de cada máquina. Nº. de componentes diferentes por familia de producto. Nº. de productos terminados por familia de producto.
TIPO A	<ul style="list-style-type: none"> Costo de los desperdicios (Tiempo muertos, esperas, producciones defectuosas, etc.) Costo de la materia prima utilizada / costo estimado de la materia prima. Costo de las actividades que agregan valor / costo total de la producción. Costo de la producción total / costo de unidades producidas. Costo del tiempo extra. Costo de tener una máquina parada debido a la falta de inventario de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> % de variación promedio de buena calidad. % de proveedores que cumplen con la calidad establecida. % de variación promedio de los productos de acuerdo a las especificaciones. Tasa de defectos por causa. Total de productos de primera calidad / total de producción fabricada. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos terminados a tiempo / productos programados. Días de variación promedio vs la fecha de entrega respecto a lo programado. Tempo promedio de producción. % de pedidos que no reciben el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía % de proveedores que cumplen la entrega de los pedidos. % de pedidos de buena calidad entregados por proveedor. % de cumplimiento en entrega por proveedor. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo que no agregan valor al producto por tipo de tiempo. Tiempo total productivo / tiempo total dentro de la planta. Espacio dedicado a inventarios: proceso, de materia prima y de producto terminado. % de pedidos que no pueden ser programados por falta de materia prima. Tempo promedio de respuesta por proveedor. Desviación estándar del tiempo de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de tiempo dedicado a la preparación de cada máquina en un periodo de tiempo. Tiempo promedio de la preparación de cada máquina. Nº. de procesos ensamblados por tipo de componente. Nº. de productos terminados que utilizan un determinado componente. Nº. de productos terminados diferentes / Nº. de componentes diferentes.
TIPO T	<ul style="list-style-type: none"> Costo de los desperdicios (Tiempo muertos, esperas, producciones defectuosas, etc.) Costo de la materia prima utilizada / costo estimado de la materia prima. Costo de las actividades que agregan valor / costo total de la producción. Costo de la producción total / costo de unidades producidas. Costo del tiempo extra. Costo de tener una máquina parada debido a la falta de inventario de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> % de variación promedio de los productos de acuerdo a las especificaciones. Tasa de defectos por causa. Total de productos de primera calidad / total de producción fabricada. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos terminados a tiempo / productos programados. Días de variación promedio vs la fecha de entrega respecto a lo programado. Tempo promedio de producción. % de pedidos que no reciben el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo que no agregan valor al producto por tipo de tiempo. Tiempo total productivo / tiempo total dentro de la planta. Espacio dedicado a inventarios: proceso y espacio dedicado al inventario entre la fabricación y el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía % de productos en espera de ser ensamblados por falta de un componente. Desviación estándar del tiempo de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de tiempo dedicado a la preparación de cada máquina en un periodo de tiempo. Tiempo promedio de la preparación de cada máquina. Nº. de productos que utilizan un determinado componente durante el ensamble. Nº. de productos ensamblados diferentes / Nº. de componentes diferentes antes de ensamblar.

Tabla 4.2 Indicadores de desempeño que pueden utilizar cada uno de los tipos de planta en función de sus factores de éxito.

Es importante mencionar que los indicadores de desempeño que se proponer para ser utilizados por cada uno de los tipos de planta no son los únicos que pueden ser utilizados, ya que las características particulares de cada proceso no han sido contempladas dentro de esta clasificación de las empresas, por lo cual deberán de agregarse los indicadores de desempeño necesarios de acuerdo a la empresa.

Finalmente cabe recalcar que en la realidad las empresas manufactureras pueden llegar a tener dentro de su proceso mezclas de los tipos de empresas mencionadas (V, A y T) y por lo tanto será necesario que cada parte del proceso evalúe su desempeño de manera diferente.

CAPITULO 5

DESARROLLO DEL CASO PRACTICO Y METODOLOGIA PROPUESTA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO EN PRODUCTIVIDAD.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta metodología consiste en una serie de pasos que ayudarán a cualquier empresa y cualquiera de los niveles de la organización a definir sus índices de productividad e indicadores de desempeño, así como a evaluar el impacto de estos indicadores de

desempeño en la productividad (índices de productividad) del sistema con el fin de encontrar aquellos cuyo cambio tiene un mayor impacto y así poder orientar a la organización en ese sentido.

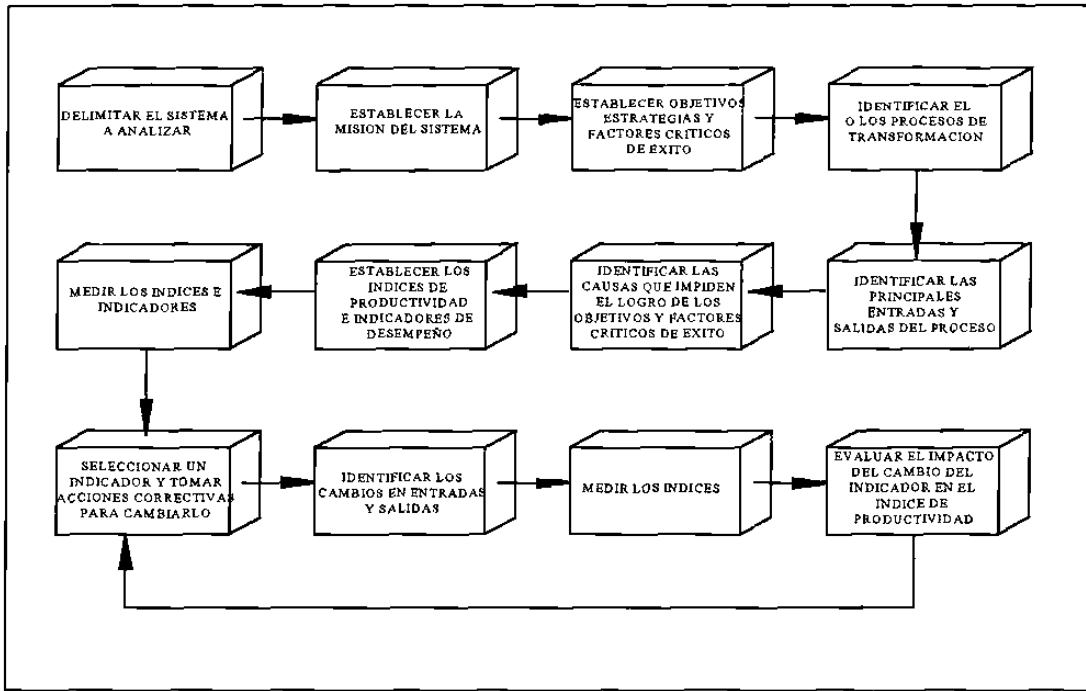


FIGURA 5.1 METODOLOGIA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE ALGUNOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA

De acuerdo con la metodología propuesta, los pasos para evaluar el impacto de ciertos indicadores de desempeño son los siguientes:

DELIMITAR EL SISTEMA A ANALIZAR

Todo empresa manufacturera, así como todo departamento debe de generar algo y para ello debe de utilizar ciertos recursos. Por lo cual es necesario delimitar el sistema a analizar, identificando el punto donde comienza el proceso y el punto donde termina.

Si se analizara una empresa manufacturera mediante un diagrama general de su proceso de transformación (figura5.2) se podría observar que existen varios puntos donde es posible delimitar el sistema ya que es posible definir el inicio del sistema como

la entrada de insumos y el final del sistema como la satisfacción del cliente o definir el inicio del sistema como la entrada de insumos y el final como las ventas obtenidas.

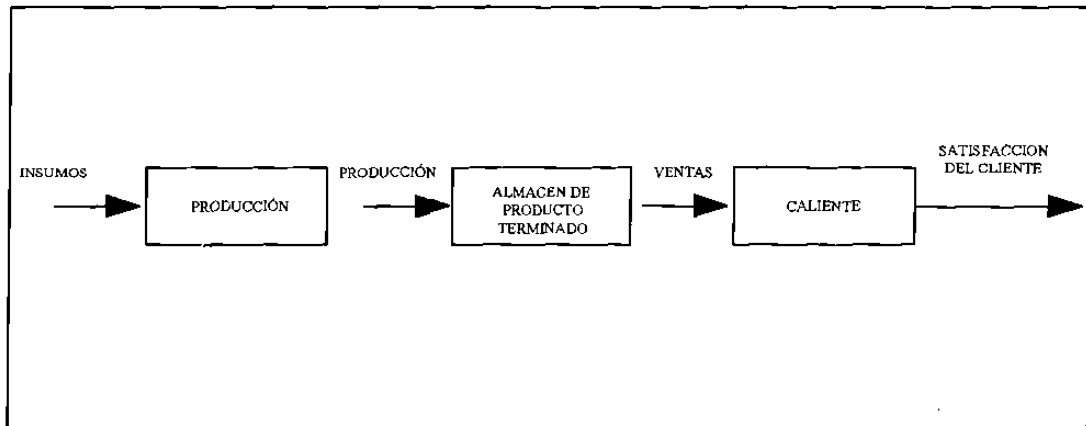


FIGURA 5.2 DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE TRANSFORMACION EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA

Dentro de una organización existen diferentes departamentos y niveles jerárquicos por lo cual cada uno delimitara de una manera diferente su sistema particular, como consecuencia de que su objetivo dentro de la organización sea diferente en cada caso.

ESTABLECER LA MISIÓN DEL SISTEMA

En una empresa la misión se puede definir como el objetivo principal que busca alcanzar la organización y que representa la razón por la cual fue creada.

La misión de un sistema puede ser definida tomando como base la delimitación del mismo. De esta manera si se definió que el inicio del sistema era la entrada de insumos y el final del sistema era la satisfacción del cliente, su misión podrá ser definida como el satisfacer las necesidades del cliente utilizando la menor cantidad de recursos.

Con base en la misión será posible identificar el concepto de productividad del sistema, el cual será de gran utilidad para conocer que tanto se ha avanzado en la organización hacia en el logro de la misma.

ESTABLECER LOS OBJETIVOS, METAS, ESTRATEGIAS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

En toda empresa manufacturera la visión que tiene la alta administración es trasladada en objetivos y estrategias para los mandos intermedios y factores críticos de éxito y planes de acción para los mandos básicos (figura 5.3).

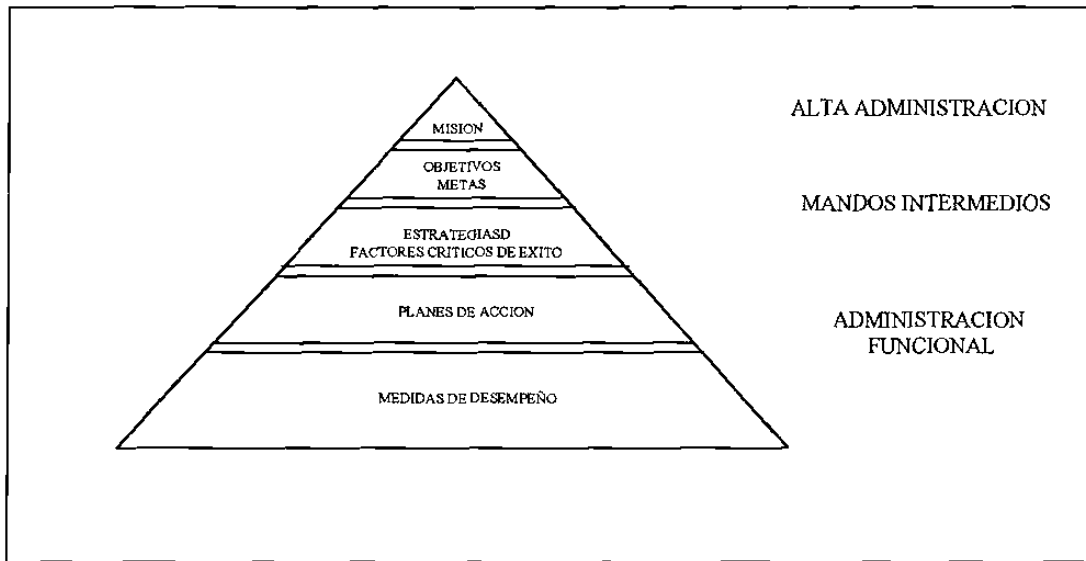


FIGURA 5.3 DESGLOSÉ DE LA VISIÓN CORPORATIVA A LO LARGO DE LA ORGANIZACIÓN

La alta administración en conjunto con los mandos intermedios establecen los objetivos y las metas. Los objetivos representan aspectos generales de la organización que se desean lograr, mientras que las metas representan los aspectos concretos que indican hasta donde se desea llegar.

Finalmente la alta dirección, los mandos intermedios y la administración funcional establecen las estrategias y los factores críticos de éxito de la organización.

Las estrategias las acciones generales a seguir para lograr cumplir con la misión, objetivos y metas, mientras que los factores críticos de éxito representan la manera en la que cada departamento funcional cumplirá con las estrategias e indicaran el status que desea tener la empresa ante el mercado y sus competidores.

Estrategias y factores críticos de éxito de la organización, es debido a que un sistema de medición del desempeño de una empresa manufacturera de Clase Mundial deberá de soportarlos y de proveer información para la toma de decisiones administrativa.

IDENTIFICAR EL O LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

Antes de definir el sistema de medición del desempeño es necesario conocer el proceso de transformación detalladamente con el objetivo de identificar las causas que impiden el logro de los objetivos, metas, estrategias y factores críticos de éxito.

La clasificación de la empresa manufacturera de acuerdo con su diagrama de flujo del producto en uno de los tres tipos principales V, A o T, la construcción de dichos diagramas y la construcción de un diagrama del proceso ayudará a definir el proceso de transformación de tal manera que con base en estos se pueda definir un sistema de medición del desempeño de acuerdo a las necesidades que se tengan.

IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO

Tomando como base los diagramas del proceso o los diagramas de flujo del producto es posible listar las entradas y salidas del proceso de transformación, ya que con base en estas será posible medir la productividad.

En este punto es se debe recordar que es importante listar la mayor parte de las entradas y salidas del proceso, sin embargo es posible que el valor agregado de realizar tal trabajo no tenga una contribución importante, por lo que cabe recalcar que es posible identificar únicamente las mas importantes siempre y cuando el impacto que pueda tener el hecho de no considerarlas sea despreciable.

IDENTIFICAR LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS, METAS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Para poder identificar las causas que impiden el logro de los objetivos, metas y factores críticos de éxito es necesario primeramente identificar las áreas del proceso de transformación que impiden que estos sean alcanzados. En caso de que el sistema de medición del desempeño sea realizado a nivel planta será posible identificar ciertas partes del proceso o ciertas maquinas que impiden el logro de estos, mientras que si el sistema de medición del desempeño es realizado a nivel empresa entonces será posible identificar ciertas áreas funcionales dentro de la empresa.

Una vez identificadas las áreas del proceso de transformación que impiden el logro de los objetivos y factores críticos de éxito entonces se deben de identificar las actividades o causas que lo impiden, identificando en todo momento las mas importantes de la lista ya que sobre estas deberá de ponerse mayor atención.

ESTABLECER LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Con base en las entradas y salidas del sistema, y de acuerdo con el concepto de productividad de la empresa, es posible definir un índice global el cual puede utilizar todas las entradas y salidas (índice total de productividad) o únicamente las principales entradas y todas las salidas (índice múltiple de productividad). Además para aquellas entradas mas importantes es posible definir indices parcial de productividad para cada una de ellas y de esta manera mantener un control mas estricto.

Cuando el objetivo que se persigue es simplemente el de identificar dentro de algunos indicadores de desempeño aquel cuyo cambio tenga un mayor impacto en la productividad de la empresa, será posible utilizar un índice múltiple de productividad siempre y cuando dentro de ese índice se consideren aquellos insumos (entradas) y productos (salidas) del sistema que vayan a presentar un cambio en su consumo o

utilización como resultado del cambio en alguno de los indicadores de desempeño seleccionado.

Los indicadores de desempeño deberán de monitorear al proceso y las causas que impiden que este logre cumplir con sus objetivos, metas, estrategias y factores críticos de éxito, buscando en todo momento controlar las más importantes.

Para definir los indicadores de desempeño se debe buscar el balancear un conjunto de características y elementos, los cuales son importantes considerar antes de iniciar el desarrollo de las medidas de desempeño:

1. Medidas de costos vs. medidas operativas

Las medidas de desempeño deben de proveer una temprana retroalimentación de tal manera que si todas las medidas reflejan resultados positivos los resultados financieros deberán de ser positivos, de lo contrario las medidas de desempeño no serán las adecuadas. Ante esta situación se debe de hacer hincapié en la participación de todos los niveles de mando de la organización con el fin de asegurarse de que el sistema de medición del desempeño sea exitoso.

2. Medidas internas y benchmarking externo.

Las medidas internas son aquellas que se evalúan dentro de la organización y que representan aspectos propios del proceso. Sin embargo es importante que dentro del sistema de medición del desempeño existan ciertos indicadores de que permitan a la empresa compararse con otras, de tal manera que le sirva de retroalimentación para definir nuevamente sus metas y estrategias, y de esta manera sobrevivir y ofrecer ventajas competitivas al mercado.

3. Medir los resultados y los procesos.

Las medidas sobre los resultados son las que proveen retroalimentación sobre las metas y los objetivos de la empresa. Estos resultados deberán de ser medidos contra las metas pero balanceados con una medición del proceso que los genera (ejemplo: defectos por partes de millón o % de envíos a tiempo).

Por otra parte medir el proceso es crítico ya que en base a este se obtienen los resultados. Las medidas de los procesos Son indicadores para los bajos mandos que proporcionan retroalimentación sobre los factores críticos de éxito y sobre los planes de acción (ejemplo: capacidad de maquinaria, consistencia del programa, número de proveedores, tiempo de preparación de las máquinas o tiempos muertos)

4. Retroalimentación y mejoramiento continuo.

Las retroalimentación que se obtiene mediante los indicadores de desempeño son herramientas que permiten observar la manera en la que se ha comportado el sistema en el logro de sus objetivos, metas y estrategias, de tal manera que permiten tomar acciones correctivas y/o asegurar que las áreas funcionales están cumpliendo.

Por lo cual el sistema de medición del desempeño se convierte en la base sobre la cual sostiene el proceso de mejora continua de la organización.

Finalmente se deben de definir los indicadores de desempeño que van a ser utilizados buscando en todo momento monitorear y controlar las principales causas que impiden el logro de los objetivos, las metas y los factores críticos de éxito, asignándole al área que proporcione esta causa la responsabilidad de monitorear y controlar el indicador definido.

MEDIR LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

En esta etapa se deben de medir los índices de productividad e indicadores de desempeño definidos de tal manera que la situación actual de la empresa pueda ser utilizada como base para posteriormente evaluar el impacto de cambiar ciertos indicadores de desempeño.

SELECCIONAR UN INDICADOR Y TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIARLO

En esta etapa se debe de seleccionar el indicador del cual se desea evaluar el impacto de su cambio en la productividad, definir las acciones colectivas necesarias y simular la operación del sistema de acuerdo a las nuevas condiciones de operación.

IDENTIFICAR LOS CAMBIOS EN ENTRADAS Y SALIDAS

En esta etapa se debe de monitorear las entradas y salidas durante la simulación del sistema de acuerdo a las nuevas condiciones de operación de tal manera que permitan medir los índices de productividad definidos.

MEDIR LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

En esta etapa se obtiene con base en las entradas y salidas obtenidas de la simulación los nuevos índices de productividad para las nuevas condiciones de operación.

EVALUAR EL IMPACTO DEL CAMBIO DEL INDICADOR DE DESEMPEÑO EN LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

En esta etapa se evalúa el impacto del cambio del indicador de desempeño en la productividad del sistema.

Para la evaluación se deben de comparar los índices de productividad de acuerdo a las nuevas condiciones de operación con los índices de productividad iniciales de la siguiente manera:

$$\left[\frac{\text{indice de productividad nuevo}}{\text{indice de productividad actual}} \times 100 \right] - 100 = \text{\% de incremento o decremento de la productividad}$$

De esta forma si el resultado es positivo indicara un incremento en la productividad al modificar el indicador de desempeño y por lo tanto será conveniente realizar el cambio. Por el contrario si el resultado es negativo indicara un decremento en la productividad y por lo tanto se deberá de monitorear dicho indicador y no permitir que este sea modificado.

De esta manera será necesario seleccionar otro indicador (regresar al punto 5.2.9) y repetir el proceso para cada uno de los indicadores importantes de la empresa con el objetivo de que la administración puede conocer el impacto de estos indicadores y así tomar las acciones necesarias para controlarlos y mejorarlos.

CAPITULO 6

ANALISIS DE LA INFORMACION DEL CASO PRACTICO Y APLICACION DE LA METODOLOGIA PROPUESTA

DELIMITACION DEL SISTEMA A ANALIZAR

En los tres casos que se muestran a continuación se hace análisis del sistema productivo de una empresa, por lo tanto la delimitación del sistema (figura 6.1) será de la siguiente manera: el inicio del sistema será considerado como la recepción de la materia prima al inicio del primer proceso y el final del sistema será considerado como el producto terminado que es vendido de acuerdo a la demanda.

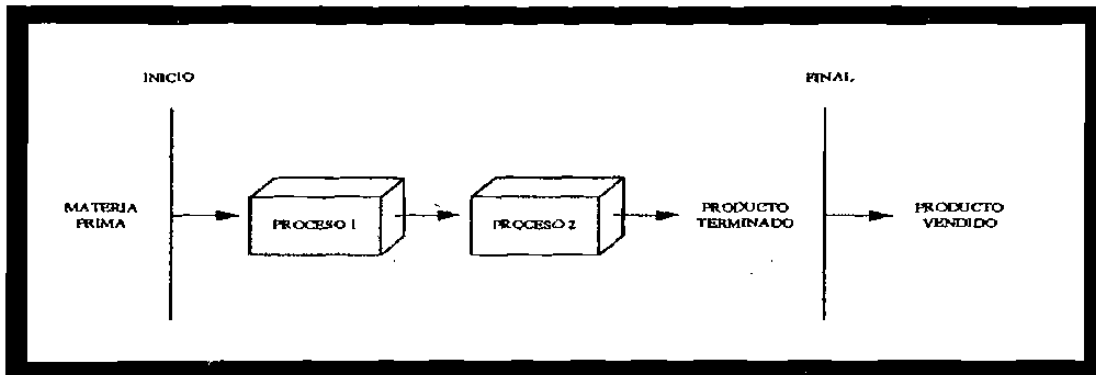


FIGURA 6.1 DELIMITACION DEL SISTEMA A ANALIZAR.

ESTABLECIMIENTO DE LA MISIÓN DEL SISTEMA A ANALIZAR

La misión del área productiva de la empresa manufacturera será la de fabricar los productos requeridos de acuerdo a la demanda uniendo la menor cantidad de recursos.

Por lo tanto el concepto de productividad que se tiene será la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados.

ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS, METAS, ESTRATEGIAS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

El objetivo que se persigue es el de aumentar la productividad de la empresa. La estrategia que se sigue será la de identificar el indicador de desempeño que tenga mayor impacto, a fin de guiar a la organización hacia la mejora del mismo. Para lo cual se considera que los factores críticos de éxito serán el costo, el servicio, el tiempo de entrega, la flexibilidad y la calidad, a fin de permitir identificar aquel cuyo impacto sea mayor en la organización.

EL CASO DE UNA EMPRESA TIPO “V”.

En esta sección analizó el caso de una empresa tipo V para lo cual se ha seleccionado una empresa productora de cepillos de polipropileno. El caso específico que se muestra corresponde a un caso hipotético, sin embargo los datos que se muestran corresponden a las condiciones de operación de una empresa fabricante de cepillos de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACION

El proceso de producción de cepillos de polipropileno (figura 6.2) inicia con la mezcla de polipropileno y pigmentos, posteriormente esta mezcla pasa a la inyectora ó a la extrusora. La inyectora produce dos tipos de blocks o mangos para los cepillos, mientras que la extrusora produce un solo tipo de monofilamento. Finalmente la insertadora 1 utiliza los blocks tipo 1 y monofilamento para producir los cepillos del tipo 1, mientras que la insertadora 2 utiliza los blocks tipo 2 y monofilamento para producir los cepillos T2.

Las condiciones de operación bajo las cuales trabaja cada una de las maquilas en este caso se muestran a continuación (tabla 6.1). Aquí se puede observar el tramo del lote de la materia prima que se recibe en cada proceso, el tamaño del lote de producción por cada corrida, el tiempo de proceso de cada corrida, el tiempo promedio de preparación (tiempo para cambiar de producir una pieza a otra), la frecuencia de fallas (probabilidad de que la máquina falle en una hora específica, la duración promedio de las fallas, el desperdicio de productos durante el proceso y el desperdicio de materia prima debido al proceso de producción.

MAQUINA	TAMAÑO DEL LOTE DE MATERIA PRIMA	TAMAÑO DEL LOTE DE PRODUCCION POR CORRIDA	TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION	FRECUENCIA DE FALLAS	DURACION PROMEDIO DE LAS FALLAS	DESPERDICIO DE PRODUCTOS	DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA
REV.	45 KG DE POLIP. Y 5 KG DE PIGMENTO	50 KG DE POLIP. Y PIGM.	$\mu=10$ MIN $\sigma=3$ MIN	-	-	-	-	-
INYECTORA	50 KG DE POLIP. Y PIGM.	BLOCK T1: 3 PZAS 95 GRS/PZA BLOCK T2: 3 PZAS 91 GRS/PZA	TIPO 1: $\mu=70$ SEG $\sigma=2$ SEG TIPO 2: $\mu=70$ SEG $\sigma=2$ SEG	$\mu=4$ HORAS $\sigma=1$ HORA	0.01% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	3 HRS	4%	3% EN EL PROCESO DE FABRICACION
EXTRUSORA	50 KG DE POLIP. Y PIGM.	MONOFILA: 1 PZA 24.75 GRS/PZA	$\mu=10$ SEG $\sigma=2$ SEG	-	0.05% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	5 HRS	3%	1% EN EL PROCESO DE FABRICACION
INSERT. 1	30 BLOCK T1 Y 30 PZAS MONOFILA	2 PZAS CEPILLO T1	$\mu=90$ SEG $\sigma=20$ SEG	-	0.001% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA	2 HRS	1%	-
INSERT. 2	30 BLOCK T2 Y 30 PZAS MONOFILA	2 PZAS CEPILLO T2	$\mu=90$ SEG $\sigma=20$ SEG	-	0.001% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA	2 HRS	1%	-

TABLA 6.1 CONDICIONES DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEPILLOS DE POLIPROPILENO (PLANTA TIPO V).

Para los análisis posteriores se harán las siguientes consideraciones basadas en estudios anteriores: la materia prima dentro del proceso se procesará por lotes tal y como se indicó anteriormente; la materia prima será surtida a la primera estación conforme ésta lo demande y de acuerdo al tramo del lote; el tiempo de proceso de cada lote tiene una distribución normal con una media igual al tiempo de proceso por pieza por el número de piezas del lote y una varianza igual a la varianza por pieza por el número de piezas del lote; el tiempo de preparación de cada máquina tiene una distribución normal; el tiempo entre fallas tiene una distribución exponencial y la duración promedio de las fallas tiene una distribución exponencial; los desperdicios de productos ocultos de manera uniforme; los desperdicios de materia prima ocurrirán constantemente en cada corrida; la demanda de productos será de un lote del cepillo T1 y un lote del cepillo T2 al mismo tiempo y toda la producción que cumpla esta condición será absorbida por la demanda.

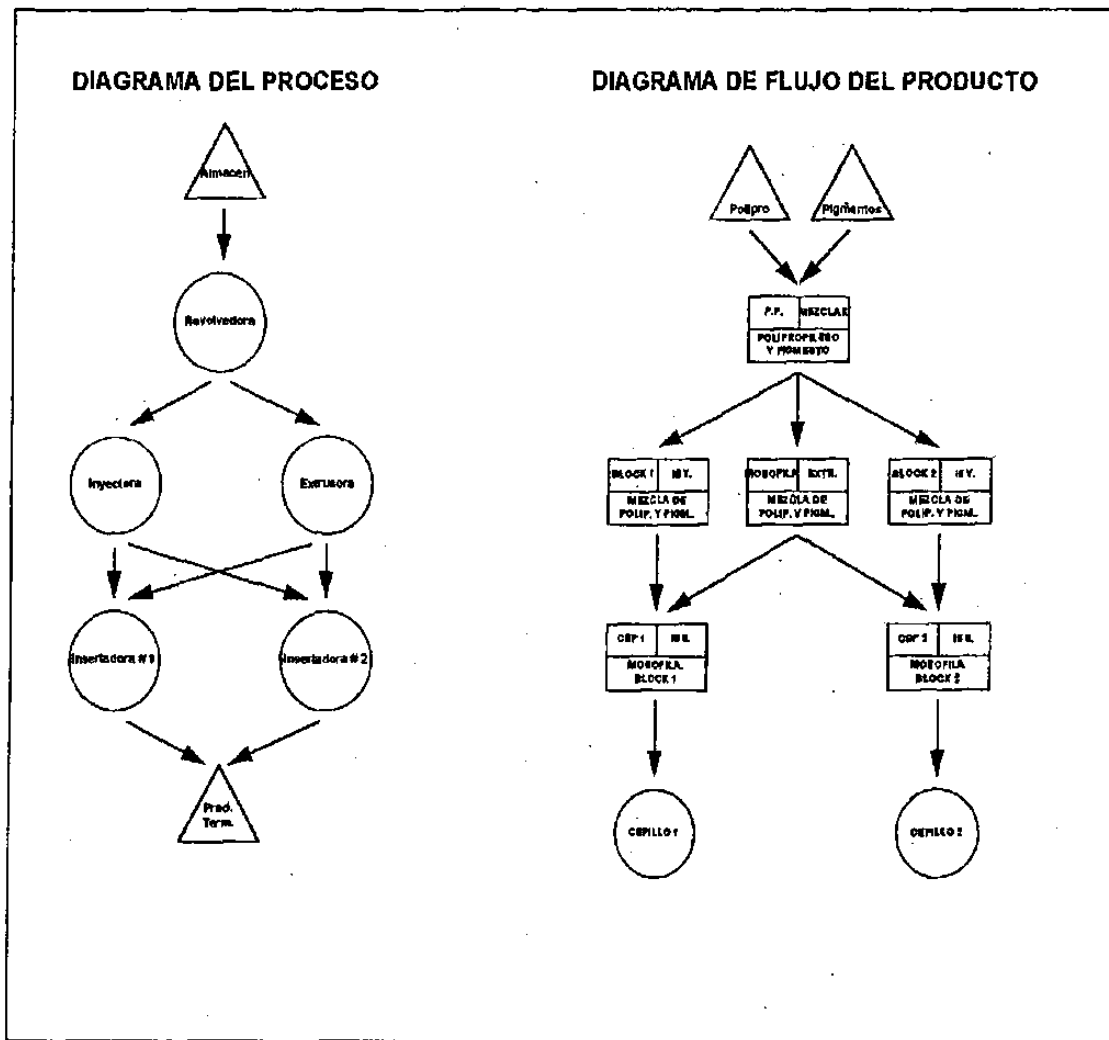


FIGURA 6.2 PROCESO DE FABRICACION DE CEPILLOS.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las principales entradas del proceso productivo son: el capital fijo (máquinas), el capital de trabajo (inventario de materia prima y producto en proceso) y la materia prima consumida. Mientras que las salidas del proceso productivo son: los cepillos producidos.

IDENTIFICAR LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito en cada parte del proceso se muestran a continuación (tabla 6.2):

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
MEZCLAR EN REVOLVEDORA	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	-TIEMPO DE PREPARACION
INYECCION	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO -CAMBIOS EN LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS T1 Y T2	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	-TIEMPO DE PREPARACION
EXTRUSION	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
INSERTAR CEP. T1	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO -CAMBIOS EN LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS T1 Y T2	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
INSERTAR CEP. T2	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO -CAMBIOS EN LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS T1 Y T2	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	

TABLA 6.2 CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ESTABLECIMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para este caso la productividad se define como la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados, por lo tanto el índice de productividad total estará dado por la relación que existe entre los cepillos producidos y los recursos utilizados (capital de trabajo, capital fijo, mano de obra, etc.).

Sin embargo para cumplir con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa y con la estrategia de identificar aquellos indicadores que tengan un mayor impacto en la productividad a fin de guiar a la empresa hacia la mejora de los mismos, es

posible utilizar un índice de productividad múltiple mucho mas simple que el índice total de productividad, de tal manera que incluya en su medición únicamente aquellos insumos mas importantes y cuyo uso será modificado con el cambio de los indicadores de desempeño cuando todas las demás condiciones de operación permanecen iguales. Por tal motivo el índice múltiple de productividad que será utilizado para evaluar en algunos indicadores de desempeño en la productividad de la empresa será:

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE CEPILLOS VENDIDOS}}{\text{MATERIA PRIMA CONSUMIDA} + \text{CAPITAL FIJO (MAQUINARIA)} + \text{CAPITAL DE TRABAJO (INVENTARIO EN PROCESO)}}$$

Por otra parte dadas las causas dentro del proceso que impiden el logro de los factores críticos de éxito, es posible definir un indicador de desempeño por cada factor critico de éxito para aquella causa que impidan en una mayor proporción el logro este factor de éxito. Estos indicadores de desempeño se muestran continuación (tabla 6.3).

FACTORES CRITICOS DE EXITO \ PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
MEZCLAR EN REVOLVEDORA	-	-	-	-	-
INYECCION	-	PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR DIA	-	-	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION
EXTRUCCION	-	-	-	PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA POR DIA	-
INSERTAR CEP. T1	PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS T1 POR DIA	-	PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO / PRODUCTOS PROG. POR DIA	-	-
INSERTAR CEP. T2	-	-	-	-	-

TABLA 6.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA EVALUAR SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para medir los índices de productividad e indicadores de desempeño es necesario establecer los costos de las entradas que serán consideradas en la evaluación y de las salidas del sistema tal y como se muestra a continuación (tabla 6.4):

DESCRIPCION	COSTO EN PESOS
SALIDAS:	
CEPILLOS TIPO 1	8
CEPILLOS TIPO 2	7
ENTRADAS:	
FOLIOPROPILENO (KG)	2
PIGMENTO (KG)	2
REVOLVEDORA	70,000
EXTRUSORA	15000
INYECTORA	120,000
INSERTADORA 1	300,000
INSERTADORA 2	300,000

TABLA 6.4 COSTOS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS A UTILIZAR EN LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

La planta productora de cepillos de polipropileno será simulada bajo las condiciones de operación presentadas anteriormente y trabajando bajo el sistema de manufactura tradicional el basado en Justo a tiempo y el basado en Teoría de Restricciones. Para el sistema basado en Teoría de Restricciones el nivel máximo de inventario permisible entre cada estación de trabajo será de un lote a excepción de la estación cuello de botella que esta integrada por las insertadoras en donde se permitirá la existencia de un nivel máximo de inventario igual a 505.8 minutos de producción o 14 lotes de block y de monofilamento de tal manera que se absorban los contratiempos que puedan existir y su producción será en base a la demanda. Por otra parte para el sistema

basado en Justo a Tiempo el nivel máximo de inventario entre cada estación será de un lote y su producción será en base a la demanda. Finalmente cuando se trabaja bajo el sistema tradicional de manufactura el tamaño del lote máximo permisible entre cada estación será de 1 semana de producción de las insertadoras equivalente a 13440 piezas de producto en proceso y la inyectora cambiará al inicio de cada semana el tipo de block que fabrica.

De esta manera después de que se simuló el desempeño de la planta por un periodo de 1 año (8760 horas) trabajando bajo cada uno de los sistemas de manufactura mencionados el índice de productividad y los indicadores de desempeño se comportaron de la siguiente manera (tabla 6. 5).

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
INDICE DE PRODUCTIVIDAD	8.03	6.55	1.32
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS TI POR DIA	\$ 5,244,000.00	\$ 3,929,200.00	\$ 652,800
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	148.8 pza/día	115 pza/día	19.7 pza/día
PROMEDIO CEPILLOS TI TERM. A TIEMPO/CEPILLOS TI PROG. POR DIA	53	52	52
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	312.5 min/día	298.8 min/día	268.16 min/día
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	37.19 min/día	698.9 min/día	1099.3 min/día

TABLA 6.5 CONDICIONES INICIALES DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO A ANALIZAR

Para modificar los indicadores de desempeño y evaluar su impacto en la productividad se tomaran las siguientes acciones correctivas en cada caso: para evaluar el impacto del promedio de ventas de los productos T1 se considerará que no existe venta de este producto; para evaluar el impacto del promedio de los productos defectuosos de la inyectora por día se considerará que no se producen defectos; para evaluar el impacto del promedio de los cepillos T1 terminados a tiempo, los cepillos T1 programados se considerará que todo lo que se programa se termina a tiempo (es decir que no existe variación en el tiempo de proceso en la insertadora 1); para evaluar el impacto del promedio de tiempo de paro por falla en la extrusora se considerará que no existen paros por falla; para evaluar el impacto del tiempo promedio de preparación de la extrusora se considerara que el tiempo de preparación es cero.

IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS EN ENTRADAS Y SALIDAS

Los cambios en las entradas y salidas debido al cambio en cada uno de los indicadores de desempeño se muestran a continuacion (tabla 6.6)

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS T1 POR DIA	E= \$ 5,424,800.00 S= \$ 1,131,821.50	E= \$ 5,404,800.76 S= \$ 1,118,357.76	E= \$ 4,402,400.00 S= \$ 1,084,667.50
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	E= \$ 10,514,400.00 S= \$ 1,296,138.90	E= \$ 7,980,000.00 S= \$ 1,194,455.00	E= \$ 1,324,000.00 S= \$ 982,574.70
PROMEDIO CEPILLOS T1 TERM. A TIEMPO/CEPILLOS T1 PROG. POR DIA	E= \$ 10,562,400.00 S= \$ 1,308,859.02	E= \$ 7,961,200.00 S= \$ 1,201,012.20	E= \$ 657,600.00 S= \$ 983,575.90
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	E= \$ 10,481,600.00 S= \$ 1,305,631.74	E= \$ 7,989,600.00 S= \$ 1,202,860.88	E= \$ 736,400.00 S= \$ 988,674.97
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	E= \$ 10,647,200.00 S= \$ 1,310,516.26	E= \$ 9,240,800.00 S= \$ 1,243,985.77	E= \$ 6,701,600.00 S= \$ 1,160,276.76

TABLA 6.6 CAMBIOS EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

MEDICION DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Los cambios en el índice de productividad como consecuencia de los cambios en los indicadores de desempeño son (tabla 6.7)

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS TI POR DIA	4.79	4.83	4.05
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	8.11	6.68	1.34
PROMEDIO CEPILLOS TI TERM. A TIEMPO/CEPILLOS TI PROG. POR DIA	8.06	6.62	1.33
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	8.02	6.64	1.48
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	8.12	7.42	5.77

TABLA 6.7 CAMBIOS EN EN EL INDICE DE PRODUCTIVIDAD COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE CADA INDICADOR EN LA PRODUCTIVIDAD

El impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad de la empresa se muestra a continuación (tabla 6.8):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS TI POR DIA	-40%	-26.27%	-20.67%
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	-99%	-1.93%	-1.48%
PROMEDIO CEPILLOS TI TERM. A TIEMPO/CEPILLOS TI PROG. POR DIA	-47%	-1.13%	-70%
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	-96%	-1.34%	-12.19%
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	-1.14%	-13.33%	-34.99%

TABLA 6.8 EVALUACION DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD

EL CASO DE UNA EMPRESA TIPO A

En ésta sección se analiza el caso de una empresa tipo A, para lo cual se ha seleccionado una empresa productora de motores eléctricos. El caso específico que se muestra corresponde a un caso hipotético, sin embargo los datos que se muestran contribuyen a las condiciones de operación de una empresa fabricante de motores eléctricos.

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

El proceso de producción de motores eléctricos (figura 6.3) inicia con el torneado del cuerpo, el torneado de los soportes y la fabricación del embobinado. El cuerpo del motor es hecho de hierro gris y es torneado en el torno 1. Los soportes delanteros y traseros son de hierro gris y son torneados en el torno 2. El embobinado está hecho de alambre de cobre en una máquina embobinadora, el cual es colocado dentro del estator y posteriormente es barnizado dentro del mismo proceso. Posteriormente el cuerpo y el estator con el embobinado pasan a una prensa donde se ensamblan. Finalmente se ensamblan el cuerpo-estator, el rotor y los soportes para obtener un tipo de motor eléctrico.

Las condiciones de operación bajo las cuales trabaja cada una de las estaciones de trabajo en este caso se muestran a continuación (tabla 6.9). Aquí se puede observar el tamaño del lote de la materia prima que se recibe en cada proceso.

ESTACION DE TRABAJO	TAMAÑO DEL LOTE DE MATERIA PRIMA	TAMAÑO DEL LOTE DE PRODUCCION POR CORRIDA	TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION	FRECUENCIA DE FALLAS	DURACION PROMEDIO DE LAS FALLAS	DESPERDICIO DE PRODUCTOS
TORNO 1 (CUERPOS)	20 CUERPOS	1 CUERPO	$\mu=7.8$ MIN $\sigma=2$ MIN	-	0.00023% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	6 HORAS	2.9 %
TORNO 2 (SOPORTES)	20 SOPORTES DELANTEROS O TRASEROS	1 SOPORTE	SOP. DEL. $\mu=6.5$ MIN $\sigma=0.5$ MIN SOP. TRA. $\mu=6.5$ MIN $\sigma=0.5$ MIN	$\mu=15$ MIN $\sigma=10$ MIN	0.00023% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	3 HRS	2.6 %
EMBOBINADO	1 CARRETE DE ALAMBRE DE COBRE Y 20 ESTADORES	1 ESTAT.-EMB. (1 CARRETE PARA LOS 20 ESTADORES)	$\mu=22.5$ MIN $\sigma=4$ MIN	-	-	-	1.4 %
PRENSA DE ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO	20 ESTAT-EMB. Y 20 CUERPOS	1 ENSAMBLE EST.-CUERPO	$\mu=6.4$ MIN $\sigma=0.5$ MIN	-	0.0001% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA	8 HRS	-
ENSAMBLE FINAL	20 ENSAM. EST-CUERPO, 20 SOPORTES TRAS., 20 SOPORTES DEL Y 20 ROTORES-FLECHA	1 MOTOR ELECTRICO	$\mu=19.7$ MIN $\sigma=5$ MIN	-	-	-	9.9 %

TABLA 6.9 CONDICIONES DE OPERACION DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MOTORES ELECTRICOS (PLANTA TIPO A).

El tamaño del lote de producción por cada corrida, el tiempo de proceso de cada corrida, el tiempo promedio de preparación (tiempo para cambiar de producir una pieza a otra), la frecuencia de fallas (probabilidad de que la máquina falle en una hora específica), la duración promedio de las fallas y el desperdicio de productos durante el proceso. Para los análisis posteriores se harán las siguientes consideraciones basadas en estudios anteriores: la materia prima dentro del proceso se procesará por lotes tal y como se indicó anteriormente; la materia prima será surtida a las primeras estaciones conforme estas lo demanden y de acuerdo al tamaño del lote; el tiempo de proceso de cada lote tiene una distribución normal con una media igual al tiempo de proceso por pieza por el número de piezas del lote y una varianza igual a la varianza por pieza por el número de piezas del lote; el tiempo de preparación de cada máquina tiene una distribución exponencial; la frecuencia de fallas tiene una distribución exponencial y la duración promedio de las fallas tiene una distribución exponencial; los desperdicios de productos ocurrirán de manera uniforme; la demanda de productos será igual al total de lotes que pueda fabricar la planta.

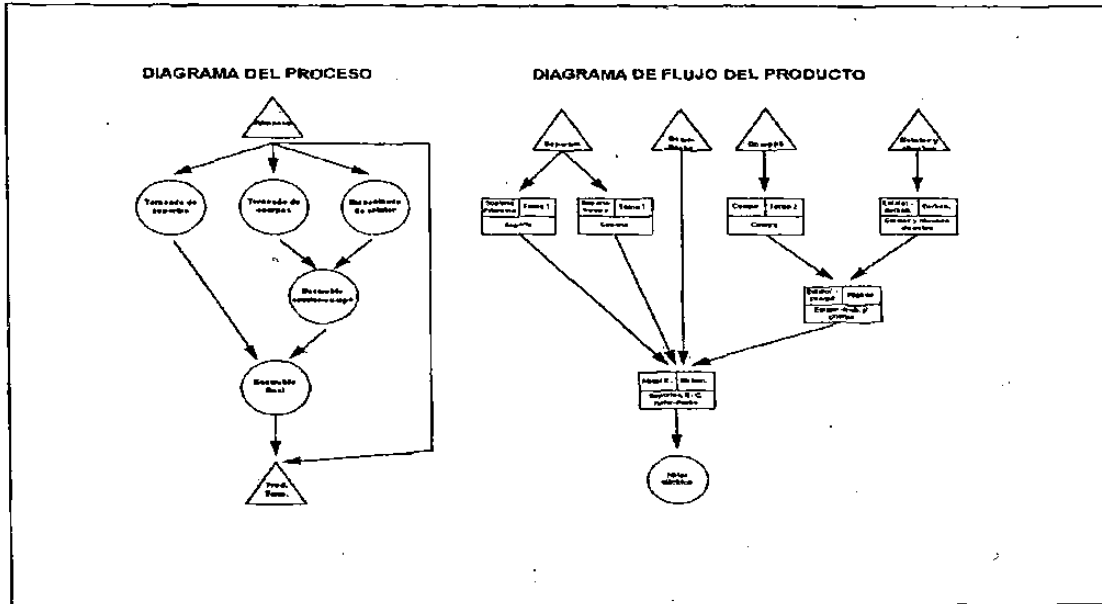


FIGURA 6.3 PROCESO DE FABRICACION DE MOTORES ELECTRICOS.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las principales entradas del proceso productivo son: el capital fijo (máquinas) el capital de trabajo (inventario de materia prima y producto en proceso) y la materia prima consumida; Mientras que las salidas del proceso productivo son: los motores producidos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito en cada parte del proceso se muestran a continuación (tabla 6.10):

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO					
PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
TORNO 1 (CUERPOS)	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
TORNO 2 (SOPORTES)	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	-TIEMPO DE PREPARACION
EMBOBINADO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	
PRENSA DE ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
ENSAMBLE FINAL	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	

TABLA 6.10 CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ESTABLECIMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para este caso la productividad se define como la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados, por lo tanto el índice de productividad total estará dado por la relación que existe entre los motores producidos y los recursos utilizados (capital de trabajo, capital fijo, mano de obra, etc.).

Sin embargo para cumplir con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa y con la estrategia de identificar aquellos indicadores que tengan mayor impacto en la productividad a fin de guiar a la empresa hacia la mejora de los mismos, es posible utilizar un índice de productividad múltiple mucho más simple que el índice total de

productividad, de tal manera que incluya en su medición únicamente aquellos insumos más importantes y cuyo uso será modificado con el cambio de los indicadores de desempeño, cuando todas las demás condiciones de operación permanecen iguales. Por tal motivo el índice múltiple de productividad que será utilizado para evaluar el impacto de algunos indicadores de desempeño en la productividad de la empresa será:

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE MOTORES VENDIDOS}}{\text{MATERIA PRIMA CONSUMIDA} + \text{CAPITAL FIJO (MAQUINARIA)} + \text{CAPITAL DE TRABAJO (INVENTARIO EN PROCESO)}}$$

Por otra parte, dadas las causas dentro del proceso que impiden el logro de los factores críticos de éxito, es posible definir un indicador de desempeño por cada factor crítico de éxito para aquella causa que impida en una mayor proporción el logro este factor de éxito. Estos indicadores de desempeño se muestra continuación (tabla 6.11).

FACTORES CRITICOS DE EXITO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
PROCESO					
TORNO 1 (CUERPOS)				PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA POR DIA	
TORNO 2 (SOPORTES)					TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION
EMBOBINADO					
PRENSA DE ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO	COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA MAQUINA POR FALLA				
ENSAMBLE FINAL		PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR DIA	PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO / PRODUCTOS PROG. POR DIA		

TABLA 6.11 INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA EVALUAR SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para medir los índices de productividad e indicadores de desempeño es necesario establecer los costos de las entradas que serán consideradas en la evaluación y de las salidas del sistema tal y como se muestra a continuación (tabla 6.12):

DESCRIPCION	COSTO EN PESOS
SALIDAS:	
MOTOR ELECTRICO	3500
ENTRADAS:	
CUERPO	300
SOORTE	100
ROTOR-FLECHA	350
ALAMBRE DE COBRE PARA EL EMOBINADO DEL MOTOR	220
TORNO 1	350,000
TORNO 2	600,000
EMBOBINADORA	200,000
PRESNA DE ENSAMBLE	70,000

TABLA 6.11 COSTOS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS A UTILIZAR EN LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

La planta productora de motores eléctricos será simulada bajo las condiciones de operación presentadas anteriormente y trabajando bajo el sistema de manufactura tradicional, el basado en Justo a Tiempo y el basado en Teoría de Restricciones. Para el sistema basado en Teoría de Restricciones el nivel máximo de inventario posible entre cada estación de trabajo será de un lote, en este caso la estación cuello de botella que es el embobinado no tendrá inventario dado que la materia prima que requiere está disponible en todo momento y será surtido en base a la demanda. Por otra parte para el sistema basado en Justo a Tiempo el nivel máximo de inventario entre cada estación será de un lote y su producción será en base a la demanda. Finalmente cuando se trabaja bajo el sistema adicional de manufactura el tamaño del lote máximo permisible entre cada estación será de 2 días de producción de la estación de embobinado es decir de 7 lotes de

producto en proceso, en este caso el torno que fabrica los soportes producirá un día el soporte delantero y otro día el soporte trasero.

De ésta manera después de que se simuló el desempeño de la planta por un período de 1 año (8760 horas) trabajando bajo cada uno de los sistemas de manufactura mencionados el índice de productividad y los indicadores de desempeño se comportaron de la siguiente manera (tabla 6.13).

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
INDICE DE PRODUCTIVIDAD	2.10	2.11	2.09
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA PRENSA POR FALLA	\$9,900	\$8,900	\$15,100
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	5.6 pza/día	5.7 pza/día	6.7 pza/día
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROG. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	0.51	0.5	0.52
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EL TORNO 1 POR DIA	5.9 min/día	4.3 min/día	1.4 min/día
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2 POR DIA	0.25 min/día	4.9 min/día	6.34 min/día

TABLA 6.13 CONDICIONES INICIALES DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIAR LOS INDICADORAS DE DESEMPEÑO A ANALIZAR

Para modificar los indicadores de desempeño y evaluar su impacto en la productividad se tomarán las siguientes acciones correctivas en cada caso: para evaluar el impacto del costo promedio diario debido al paro de la prensa por falla se considerará que no existen fallas; para evaluar el impacto del promedio de los productos defectuosos en ensamble final por día se considerará que no se producen defectos; para evaluar el impacto del promedio de partes terminados a tiempo, las partes programadas se considerará que todo lo que se programa se termina a tiempo (es decir que no existe variación en el tiempo de proceso en el ensamble final); para evaluar el impacto del

promedio de tiempo de paro por falla del torno 1 se considerará que no existen paros por falla; para evaluar el impacto del tiempo promedio de preparación del torno 2 se considerará que el tiempo de preparación cero.

IDENTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS EN ENTRADAS Y SALIDAS

Los cambios en las entradas y salidas debido al cambio en cada uno de los indicadores es de desempeño se muestran a continuación (tabla 6. 14):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA FRENSA POR FALLA	E= \$ 34,233,082 S= \$ 71,960,000	E= \$ 34,173,918 S= \$ 71,470,000	E= \$ 33,633,171 S= \$ 71,890,000
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	E= \$ 34,295,509 S= \$ 79,830,000	E= \$ 34,103,516 S= \$ 78,960,000	E= \$ 33,844,469 S= \$ 79,178,000
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROG. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	E= \$ 34,295,509 S= \$ 79,830,000	E= \$ 34,103,516 S= \$ 71,680,000	E= \$ 33,844,469 S= \$ 70,910,000
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EN EL TORNO 1 POR DIA	E= \$ 34,310,974 S= \$ 71,190,000	E= \$ 34,026,092 S= \$ 70,350,000	E= \$ 33,776,514 S= \$ 69,790,000
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2	E= \$ 34,127,567 S= \$ 71,610,000	E= \$ 34,417,985 S= \$ 71,960,000	E= \$ 33,665,981 S= \$ 71,890,000

TABLA 6.14 CAMBIOS EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Los cambios en el índice de productividad como consecuencia de los cambios e los indicadores de desempeño son (tabla 6.15):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA FRENSA POR FALLA	2.10	2.09	2.14
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	2.30	2.32	2.30
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROC. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	2.10	2.10	2.10
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EN EL TORNO 1 POR DIA	2.07	2.07	2.07
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2	2.10	2.09	2.14

TABLA 6.15 CAMBIOS EN EN EL INDICE DE PRODUCTIVIDAD COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE CADA INDICADOR EN LA PRODUCTIVIDAD

El impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad de la empresa se muestra a continuación (tabla 6.16):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA PRENSA POR FALLA	0.18%	-0.69%	2.22%
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	9.82%	9.94%	11.87%
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROG. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	0.19%	-0.19%	0.20%
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EN EL TORNO 1 POR DIA	-1.11%	-1.82%	-1.19%
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2	0%	-0.72%	2.12%

TABLA 6.16 EVALUACION DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD

EL CASO DE UNA EMPRESA TIPO T

En esta sección se analiza el caso de una empresa tipo T, para lo cual se ha seleccionado una empresa que fabrica mangos para escoba. El caso específico que se muestra corresponde a un caso hipotético, sin embargo los datos que se muestra corresponden a las condiciones de operación de una empresa fabricante de mangos para escoba.

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

El proceso de producción de mangos para escoba (figura 6.4) inicia con el cabeceado de los mangos, posteriormente pasa al lijado y sellado y finalmente se pinta.

Los mangos son recibidos en bultos de 50 mangos, los cuales son cabeceados en una máquina cabeceadora. Posteriormente son colocados en una lijadora automática y al salir de ésta se aplica un sellador a los mangos. Finalmente los mangos pasan a una de las dos estaciones de pintura, donde los mangos se pueden pintar en uno de los tres colores disponibles en cada estación.

Las condiciones de operación bajo las cuales trabaja cada una de las estaciones desde de trabajo en este caso se muestran a continuación (tabla 6.17). Aquí se puede observar el tamaño del lote de la materia prima que se recibe en cada proceso, el tamaño del lote de producción por cada corrida, el tiempo de proceso de cada colada, el tiempo promedio de preparación (tiempo para cambiar de producir una pieza a otra), la frecuencia de fallas (probabilidad de que la máquina falle en una hora específica), la duración promedio de las fallas y el desperdicio de productos durante el proceso.

ESTACION DE TRABAJO	TAMAÑO DEL LOTE DE MATERIA PRIMA	TAMAÑO DEL LOTE DE PRODUCCION POR CORRIDA	TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION	FRECUENCIA DE FALLAS	DURACION PROMEDIO DE LAS FALLAS	DESPERDICIO DE PRODUCTOS
CABECEADO	50 MANGOS	1 MANGO	$\mu=4$ SEG $\sigma=0.3$ SEG	-	0.00137% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	2 HORAS	-
LIJADO Y SELLADO	50 MANGOS	1 MANGO	$\mu=15$ SEG $\sigma=0.3$ SEG	-	0.0027% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	30 MIN	4%
PINTADO MANUAL ESTACION 1 Y 2	50 MANGOS Y 20 LTS DE PINTURA	1 MANGO (60 MANGOS POR LITRO)	$\mu=7$ SEG $\sigma=1$ SEG	45 MIN POR CADA CAMBIO DE COLOR	-	-	-

TABLA 6.17 CONDICIONES DE OPERACION DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MANGOS PARA ESCOBA (PLANTA TIPO T).

Para los análisis posteriores se harán las siguientes consideraciones basadas en estudios anteriores: la materia prima dentro del proceso se procesará por lotes tal y como se indicó anteriormente; la materia prima será surtida a las primeras estaciones conforme éstas lo demanden y de acuerdo al tamaño del lote; el tiempo de proceso de cada lote tiene una distribución normal con una media igual al tiempo de proceso por pieza por el número de piezas del lote y una varianza igual a la varianza por pieza por el número de piezas del lote; el tiempo de preparación de cada máquina tiene una distribución normal; el tiempo entre fallas tiene una distribución exponencial y la duración promedio de las fallas tiene una distribución exponencial; los desperdicios de productos ocurrirán de manera uniforme; la demanda de productos será igual al total de lotes que pueda fabricar la planta de tal manera que surta un lote de cada uno de los tres colores al mismo tiempo.

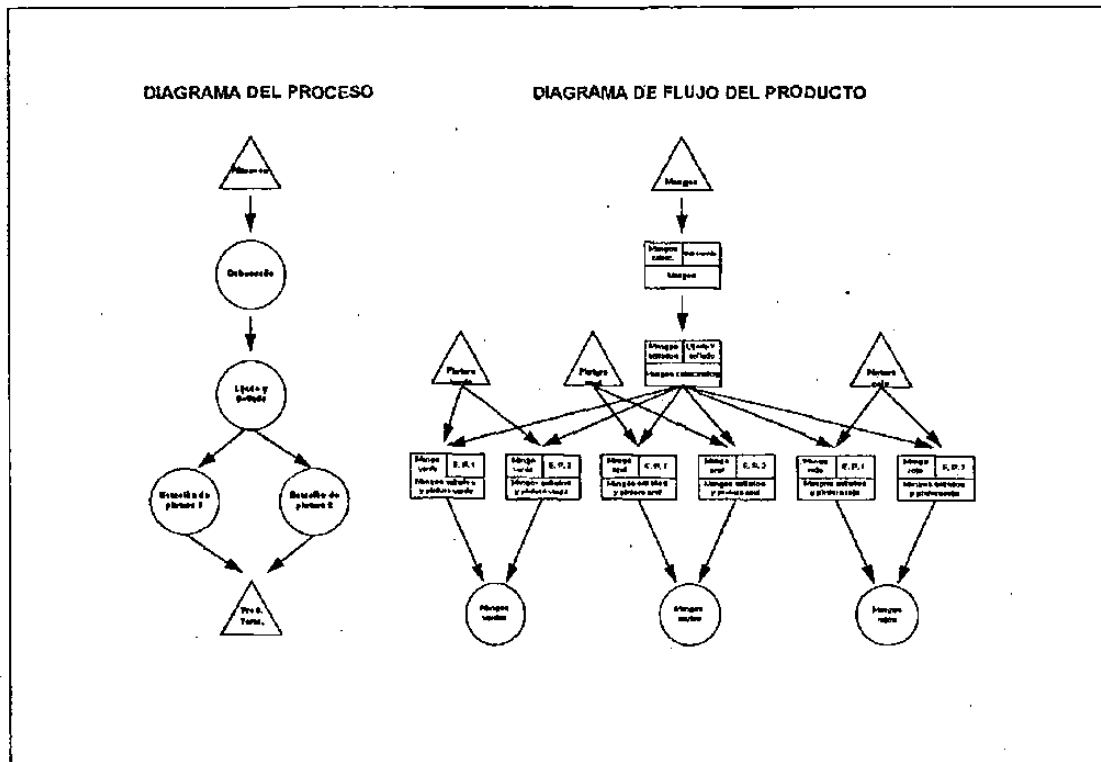


FIGURA 6.4 PROCESO DE FABRICACION DE MANGOS DE ESCOBA.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las principales entradas del proceso productivo son: el capital fijo (máquinas) el capital de trabajo (inventario de materia prima y producto en proceso) y la materia prima consumida. Mientras que las salidas del proceso productivo son: los mangos vendidos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito en cada parte del proceso se muestran a continuación (tabla 6.18):

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO					
PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
CABECEADO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		•VARIABILIDAD DEL PROCESO •TIEMPOS MUERTOS	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA •TIEMPOS MUERTOS	
LIJADO Y SELLADO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	•FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	•VARIABILIDAD DEL PROCESO •TIEMPOS MUERTOS	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA •TIEMPOS MUERTOS	
PINTADO MANUAL ESTACION 1	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		•VARIABILIDAD DEL PROCESO	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	•TIEMPO DE PREPARACION
PINTADO MANUAL ESTACION 2	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		•VARIABILIDAD DEL PROCESO	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	•TIEMPO DE PREPARACION

TABLA 6.18 CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para este caso la productividad se define como la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados, por lo tanto el índice de productividad total estará dado por la relación que existe entre los mangos vendidos y los recursos utilizados (capital de trabajo, capital fijo, mano de obra, etc.).

Sin embargo para cumplir con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa y con la estrategia de identificar aquellos indicadores que tengan un mayor impacto en la productividad a fin de guiar a la empresa hacia la mejora de los mismos, es posible utilizar un índice de productividad múltiple mucho más simple que el índice total de productividad, de tal manera que incluya en su medición únicamente aquellos insumos más importantes y cuyo uso será modificado con el cambio de los indicadores de desempeño cuando todas las demás condiciones de operación permanecen iguales. Por tal motivo el índice múltiple de productividad que será utilizado para evaluar el impacto de los indicadores de desempeño en la productividad de la empresa será:

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE MANGOS VENDIDOS}}{\text{MATERIA PRIMA CONSUMIDA + CAPITAL FIJO (MAQUINARIA) + CAPITAL DE TRABAJO (INVENTARIO EN PROCESO)}}$$

Por otra parte dadas las causas dentro del proceso que impiden el logro de los factores críticos de éxito, es posible definir un indicador de desempeño por cada factor crítico de éxito para aquella causa que impidan en una mayor proporción el logro de este factor de éxito. Estos indicadores de desempeño se muestran continuación (tabla 6.19).

FACTORES CRITICOS DE EXITO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
PROCESO					
CABECEADO	-COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA CABECEADORA POR FALLA				
LIJADO Y SELLADO		-% PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR DIA	-PROMEDIO DIARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS A TIEMPO PROGRAMADOS	-PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA POR DIA	
PINTADO MANUAL ESTACION 1					-TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION

TABLA 6.19 INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA EVALUAR SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

MEDICION DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para medir los índices de productividad e indicadores de desempeño es necesario establecer los costos de las entradas que serán consideradas en la evaluación y de las salidas del sistema tal y como se muestra a continuación (tabla 6.20):

DESCRIPCION	COSTO EN PESOS
SALIDAS:	
MANGOS DE ESCOBA PINTADOS	25
ENTRADAS:	
MANGOS	0.90
PINTURA (20 LITROS)	180
CADECEADORA	15,000
LIJADORA	35,000

TABLA 6.20 COSTOS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS A UTILIZAR EN LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

La planta productora de mangos para escoba será simulada bajo las condiciones de operación presentadas anteriormente y trabajando bajo el sistema de manufactura tradicional, el basado en Justo a Tiempo y el basado en Teoría de Restricciones. Para el sistema basado en Teoría de Restricciones el nivel máximo de inventario permisible entre cada estación de trabajo será de un lote, en este caso en la estación cuello de botella que es la lijadora y selladora, el inventario máximo permisible será 2.06 horas ó 10 lotes de mangos cabeceados. Por otra parte para el sistema basado en Justo a Tiempo el nivel máximo de inventario entre cada estación será de un lote y su producción será en base a la demanda. Finalmente cuando se trabajó el sistema tradicional de manufactura el tamaño del lote máximo permisible entre cada estación será de 2 días de producción de la estación de lijado y sellado es decir de 116 lotes de producto en proceso.

De esta manera después de que se simuló el desempeño de la planta por un periodo de 1 año (8760 horas), trabajando bajo cada uno de los sistemas de manufactura mencionados el índice de productividad y los indicadores de desempeño, se comportaron de una manera específica.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO A ANALIZAR

Para modificar los indicadores de desempeño y evaluar su impacto en la productividad se tomaran las siguientes acciones colectivas en cada caso: para evaluar el impacto del costo promedio diario debido al paro de la cabeceadora por falla se considerará que no existen fallas; para evaluar el impacto del promedio de los productos defectuosos en el proceso de lijado y sellado por día se considerara que no se producen defectos; para evaluar el impacto del promedio de partes terminadas a tiempo, las partes programadas en el proceso de lijado y sellado se considerará que todo lo que se programa se termina a tiempo (es decir que no existe variación en el tiempo de proceso de lijado y sellado); para evaluar el impacto del promedio de tiempo de paro por falla en el proceso de lijado y sellado se considerara que no existen paros por falla; para evaluar el impacto del tiempo promedio de preparación en la estación 1 de pilotado manual se considerara que el tiempo de preparación es cero.

ANALISIS DEL IMPACTO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD

En el caso de la empresa productora de cepillos de polipropileno (planta tipo V) se puede observar que al evaluar el impacto del cambio de las ventas de los cepillos T1 en la productividad, ésta disminuye en el sistema tradicional y en el sistema basado en Teoría de Restricciones, sin embargo aumenta drásticamente bajo el sistema basado en Justo a Tiempo. Este hecho se debe principalmente a que las preparaciones de la máquina inyectora de plástico, bajo el sistema Justo a Tiempo, se hacen después de

producir un lote lo que disminuye la producción del sistema, mientras que en los otros casos se trataba de amortiguar la preparación con inventario en proceso, lo que aumentaba la producción.

Por otra parte para este caso, al evaluar el impacto del tiempo de preparación de la inyectora se puede observar que bajo el sistema basado en Justo a Tiempo se incrementa drásticamente su productividad comparado con los otros dos. Este resultado se debe principalmente a la cantidad de cambios necesarios que se deben de hacer bajo este sistema para producir en base a la demanda y sin generar exceso de inventario dentro del proceso.

Finalmente los indicadores de desempeño restantes para este caso tiene impacto mucho menor en la productividad y por lo tanto el cambio de estos mediante proceso de mejora resulta menos importante.

En el caso de la empresa productora de motores eléctricos (planta tipo A) el cambio en el promedio de productos defectuosos por día en el ensamble final representó el impacto mayor en la productividad en los tres sistemas de manufactura, ya que de ésta estación depende directamente el resultado final. Por otra parte la mejora del resto de los indicadores de desempeño evaluados corresponden a indicadores de desempeño de las primeras estaciones, las cuales producen en paralelo y como consecuencia la mejora de una de estas estaciones no elimina los desperdicios de la otra y por lo tanto no contribuye al resultado final.

En el caso de la empresa productora de mangos de escoba (planta tipo T) el indicador que tiene un mayor impacto en la productividad es sin lugar a duda el promedio de productos defectuosos en el lijado y sellado por día, en cualquiera de los sistemas de manufactura ya que ésta estación es la estación cuello de botella por lo cual cualquier mejora en la efectividad de la misma se puede ver reflejada en una mejora en la productividad global de la empresa. La mayoría de los indicadores de desempeño restantes tienen un impacto mucho mayor en el sistema de manufactura basado en Justo a Tiempo y en el basado en Teoría de Restricciones ya que el inventario en estos sistemas esta restringido y cualquier problema se refleja en el resultado final.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El concepto de productividad en las empresas de manufactura a evolucionado con el paso de los años. Si se parte del hecho de que la productividad se define como la propiedad de un sistema de generar ó producir algo de tal manera que permite apreciarlo como igual, mejor ó peor a los restantes de su especie, entonces es posible que cada sistema tendrá una manera de apreciarse que es diferente a los restantes de su especie ya que la misión de cada uno puede ser diferente. En otras palabras una empresa cuya misión sea la de satisfacer necesidades de dichos clientes, podrá saber que es más productiva en la medida que satisfaga en una mayor proporción las necesidades de dichos clientes, por otra parte una empresa cuya misión sea la de fabricar productos, apreciará que es más productiva en la medida en la que fabrique una mayor cantidad de productos. De esta manera el concepto de productividad que tenga cada empresa será diferente y estará en función propiamente de su misión. Una empresa buscará

compararse con aquellas empresas que tengan su misma misión, en virtud de que dichas empresas representarán su competencia. Por otra parte aquellas empresas cuyo propósito ó misión sea diferente no pondrán compararse a través de su medición de productividad respectiva, debido a que no persiguen lo mismo y por lo tanto no representan competencia alguna entre sí, lo cual indica que no tendrán necesidad de compararse.

Actualmente la misión de las empresas manufactureras esta enfocada a producir algo en función de utilizar la menor cantidad de recursos posibles, por lo cual la productividad es medida estableciendo la relación entre el **output** (salidas) y el **input** (entradas) del sistema que se este analizando, en un periodo determinado de tiempo.

Por otra parte la manera de administrar la productividad en las empresas de manufactura a cambiado radicalmente. Dicha administración de la productividad se debe de llevar a cabo mediante el proceso de medición, evaluación, planeación y mejoramiento. Bajo el esquema tradicional la administración de la productividad es llevada a cabo mediante el uso de índices de productividad, sin embargo esto constituye un gran obstáculo para aquellas empresas que desean convertirse en empresas de clase mundial. Primeramente porque la administración tradicional basada en información contable y financiera ya no es, del todo, relevante ni de utilidad para este tipo de empresas. En segundo lugar por que los clientes requieren cada vez más altos niveles de calidad, desempeño y flexibilidad, teniendo que los sistemas tradicionales de medición no evalúan estos puntos y finalmente por que las técnicas de administración de utilizadas en las plantas productivas han cambiado significativamente y es imposible e improcedente utilizar los sistemas tradicionales de administración para lograr una **mejora continua** y rápida, lo cual es la base fundamental para lograr que una empresa sea considerada de clase mundial. De acuerdo con la **manufactura de clase mundial** la administración de la productividad debe de hacerse mediante un sistema de medición de desempeño, basándose precisamente en indicadores de desempeño. Dichos indicadores se encuentran directamente relacionados con la estrategia de manufactura y con los factores críticos de éxito, utilizando principalmente mediciones no contables ni financieras, así mismo son diferentes para cada empresa, cambiando con el tiempo de acuerdo a las necesidades que se tengan, siendo simples y fáciles de utilizar ó poner en

práctica, proporcionando información rápida al personal operativo así como a los directivos para propiciar la **mejora continua** y no solo para monitorearla.

Las tres filosofías de manufactura actuales proporcionan tres conceptos diferentes de productividad y por lo tanto tres maneras diferentes de mejorarla. Para el sistema tradicional de manufactura la productividad es la relación que existe entre la producción obtenida y las máquinas ó personas utilizadas para ello y su estrategia de mejora se basa en controlar la producción de tal manera que se aumente la utilización de los recursos (máquinas ó personas). Por otra parte para el sistema de manufactura basado en **Justo a Tiempo** la productividad es la relación que existe entre las ventas y los recursos utilizados, y su estrategia para mejorarla se basa en la eliminación de todos los desperdicios. Finalmente para el sistema de manufactura basado en **Teoría de Restricciones** la productividad es la relación que existe entre el **troughtput** y los gastos de operación y su estrategia de mejora se basa en la administración de los cuellos de botella. Sin embargo debido a que cada empresa tiene una misión diferente, un concepto diferente de productividad y problemas diferentes, es casi imposible que trate de aplicar por completo una de estas filosofías, por lo que una alternativa diferente que le permitirá a cualquier empresa, con cualquier misión, con cualquier concepto de productividad y con cualquier tipo de problemas, identificar la manera de ser más productivo, es mediante la aplicación de la metodología para evaluar el impacto de ciertos indicadores de desempeño en la productividad de las empresas manufactureras que se muestra en este trabajo de Tesis.

Una de las partes más importantes en el establecimiento de un sistema de medición del desempeño es el análisis del proceso, ya que en base a este se identificarán las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito y finalmente se definirán los indicadores de desempeño. Por lo cual con la construcción de un diagrama del producto será posible conocer la secuencia de operaciones y con la construcción del diagrama de flujo del producto será posible conocer el flujo del producto por las diferentes estaciones y las interacciones que ocurren durante el proceso, identificando de esta manera los problemas de planeación y control de la producción que existe en la planta. Con ambos diagramas del proceso es posible identificar más fácilmente las causas que impiden el

logro de los factores críticos de éxito y por lo tanto constituyen una herramienta de gran importancia en el proceso de definición de indicadores de desempeño.

La clasificación “V”, “A” y “T” de las empresas manufactureras de acuerdo con su diagrama de flujo del producto permite visualizar los problemas de control y planeación de la producción dentro del proceso, cada una de este tipo de empresas presentan problemas característicos, por lo cual es posible orientar a la organización de una manera más sencilla durante el proceso de definición de indicadores de desempeño.

La metodología propuesta en esta Tesis permite a las empresas manufactureras definir su concepto de productividad, identificar los indicadores de desempeño de acuerdo a sus características particulares, identificar aquellos indicadores de desempeño cuyo cambio tiene un mayor impacto en su productividad y finalmente ayuda a las empresas manufactureras a orientar sus esfuerzos de mejora de la productividad.

En los casos específicos que analizaron de las empresas “V”, “A” y “T” se puede observar que es posible que el cambio en un indicador de desempeño disminuya la productividad bajo cierto sistema de producción y la aumente bajo otro sistema de producción, por lo cual el hecho de que un indicador de desempeño sea mejorado no implica que se mejore en todos los casos, de aquí la importancia de evaluar el impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad a fin de guiar a la organización en la obtención de resultados.

Cabe recalcar que existen dos factores muy importantes que a fin de cuentas determinan la productividad en una planta manufacturera: las condiciones de operación y el sistema de producción. De aquí la importancia de conocer las condiciones de operación para poder definir el sistema de producción, ya que bajo ciertas condiciones cada uno será mejor que los demás.

RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son:

1. Utilizar la metodología propuesta para desarrollar un diagnóstico general a la medida para una empresa específica.
2. Definir una nueva metodología para evaluar el impacto de los indicadores de desempeño en la productividad de empresas de servicio, basado en la metodología propuesta para empresas manufactureras.
3. Utilizar la metodología propuesta en casos diferentes.

FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

CAPITULO 2

2.1	Representación del concepto actual de productividad y su relación con los enfoques de manufactura y servicios.	18
2.2	desglose de la división corporativa a lo largo de la organización.	22
2.3	Los factores clave de éxito mas importantes en la industria manufacturera de los últimos años.	24
2.4	El proceso de administración de la productividad.	27
2.5	Principales mediciones de efectividad y eficiencia en una empresa manufacturera.	30
2.6	Características de los indicadores de desempeño utilizados en la manufactura de clase mundial a medida que estos son utilizados en un nivel mas bajo de la organización.	44

2.7	Esquema tradicional de desglose de la misión de la empresa y de control de la productividad en una empresa manufacturera.	46
2.8	Esquema de clase mundial de desglose de la misión de la empresa y de control de la productividad en una empresa manufacturera.	47

CAPITULO 4

4.1	Formato utilizado para la representación de una estación en un diagrama de flujo del producto.	64
4.2	Diagrama del producto.	65
4.3	Diagrama de flujo del producto típico de una planta tipo "V".	68
4.4	Diagrama de flujo del producto típico de una planta tipo "A".	71
4.5	Diagrama de flujo del producto para una planta tipo "T".	74

CAPITULO 5

5.1	Metodología para evaluar el impacto de algunos indicadores de desempeño en la productividad de una empresa manufacturera.	81
5.2	Diagrama general del proceso de transformación en una empresa .	82
5.3	Desglose de la visión corporativa a lo largo de la organización.	83

CAPITULO 6

6.1	Delimitación del sistema a analizar.	91
6.2	Proceso de fabricación de cepillos.	94
6.3	Proceso de fabricación de motores eléctricos.	104
6.4	Proceso de fabricación de mangos de escoba.	113

TABLAS

CAPITULO 2

2.1	El concepto de productividad a lo largo del tiempo en una empresa de manufactura en función de su misión.	20
2.2	Las mediciones de productividad en una empresa de manufactura en función de sus factores clave de éxito y de misión en el enfoque de servicio y manufactura.	30
2.3	Los índices de productividad, sus características y los autores que iniciaron su desarrollo.	34
2.4	Indicadores de desempeño propuestos por algunos autores en función de los factores clave de éxito.	43-44

CAPITULO 3

3.1	Las filosofías de manufactura, su concepto de productividad, sus estrategias de mejora y su efecto.	60
3.2	La relación entre las estrategias para mejorar la productividad propuestas por las filosofías de manufactura y los factores clave de éxito de las empresas.	62

CAPITULO 4

4.1	Causas que impiden el logro de los factores clave de éxito para cada tipo de planta de acuerdo a sus características.	77
4.2	Indicadores de desempeño que pueden utilizar cada uno de los tipos de planta en función de sus factores de éxito.	78

CAPITULO 6

6.1	Condiciones de operaciones de una empresa productora de cepillos de polipropileno (planta tipo "V").	93
6.2	Causas que impiden el logro de los factores típicos de éxito.	95
6.3	Indicadores de desempeño seleccionados para evaluar su impacto en la productividad de la empresa.	97
6.4	Costos de las entradas y salidas a utilizar en la medición de la productividad.	98
6.5	Condiciones iniciales del índice de productividad e indicadores de desempeño.	99
6.6	Cambios en las entradas y salidas del proceso como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño.	100
6.7	Cambios en el índice de productividad como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño.	101
6.8	Evaluación del impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad.	101
6.9	Condiciones de operaciones de una empresa productora de motores eléctricos (planta tipo "A").	103
6.10	Causa que impide el logro de los factores críticos de éxito.	105
6.11	Indicadores de desempeño seleccionados para evaluar su impacto en la productividad de la empresa.	106
6.12	Costos de las entradas y salidas a utilizar en la medición de la productividad.	107
6.13	Condiciones iniciales del índice de productividad e indicadores de desempeño.	109

6.14	Cambios de las entradas y salidas del proceso como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño	109
6.15	Cambios en el índice de productividad como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño.	110
6.16	Evaluación del impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad.	111
6.17	Condiciones de operación de una empresa productora de 112 mangos para escoba (planta tipo "T")	112
6.18	Causas que impiden el logro de los factores típicos de éxito.	114
6.19	Indicadores de desempeño seleccionados para evaluar su impacto en la productividad de la empresa.	116
6.20	Costos de las entradas y salidas a utilizar en la medición de la productividad.	117

BIBLIOGRAFIA

1. **Diccionario de la Lengua Española**, editorial Real Academia Española, 1982
2. Brand David, **Productividad: La solución a los problemas de la empresa**, editorial Mc Graw Hill, 1987.
3. Dieck Antonio, Moras Rafael, **Industrial applications of JIT : lessonsto be learned**, Production and Inventory management Journal third quarter, 1992.
4. Edosomwan Johnson A., **The meaning and mensurement of productivity at the company level**, Peopeland product managment in manufacturin, editorial elsevir, 1990.
5. Edosomwan Jonshon A. **Pull and Push Low-Volume Production System**, People and product management in manufacturing, editorial elsevir, 1990.
6. Ciik P. David, **A Simulation Comparison of Traditional, JIT, and TOC Manufacturing Systems in a Flow Shop whit Bottlenecks**, Production an Inventory Management Journal, Frist Quarter, 1994.
7. Sumanth D. J., **Ingenieria y Administración de la productividad**, editorial Mc Graw Hill, 1990.
8. Cristopher William F., Thor Carl G., **Hanbokk for Productivity and Improvement**, editorial Productivity Press, 1993.
9. Schonberger Richard J., **Building a chain of constumers**, editorial The free press, 1990.
10. Maskell Brian H., **Performance measurement for world class manufacturing**, editorial Productivity Press 1991.
11. Kaplan Robert, **Measures for manufacturing excellence**, editorial Harvard Business School Press, 1990.
12. Riggs James L., **Production Systems: Planing, Analysis and Control**, editorial Waveland Press Inc., 1987.
13. Mail Paul., **Improving Total Productivity**, editorial Wiley intercience, 1978.
14. Mundel Marvin E., **Improving Productivity and Efectivencess**, editorial Prentice Hall, 1983.

15. Norsworthy J. R. Jang S. L., **Empirical measurement and analysis of productivity and technological change**, editorial Elsevier Science, 1992.
16. Hayes Robert H., Eheelwrigth Steven C., Clark Kim B., **Dynamic manufacturing**, editorial The Free Press, 1988.
17. Edosomwan Johnson A., **The meaning and measurement of productivity at the company level**, People and product management in manufacturing, editorial Elsevir Siencie, 1990.
18. Dogramaci Ali, Adam Nabil R., **Managerial issues in productivity analysis**, editorial Kluwer - Nijhoff, 1985.
19. Schonberger Richard J., **World Century Manufacturing**, editorial The Free Press, 1986.
20. Gunn, Thomas G., **21st Century Manufacturing: Winning Busines Performance**, editorial Harvard Nusiness School Press, 1992.
21. Schonberger Richard, **The Kanban System**, IFS Publications Ltd, 1987.
22. Hay Edward J., **Justo a Tiempo**, Editorial Norma, 1988.
23. Wantuck A. Kenneth, **The Japanese Approach to Productivity**, The Bendix Corporation, 1981.
24. Wantuck A. Kenneth, **Just in Time for America**, Primera edición, Editorial KWA Media, 1989.
25. Shingo, Shingeo, **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**, Productivity press, 1985.
26. Shingo, Shingeo, **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka Yoke System**, Productivity press, 1985.
27. Imai, Masaaki, **Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japones**, editorial Continental, 1989.
28. Japan Management Association, Tokio, **Kanaban Just in Time at Toyota**, Productivity press 1986.
29. Goldratt, Eliyahu M., **Teory of Constrains**, North River Press Inc, 1990.
30. Chase Richard B y Aquilano Nicolas J., **Dirección y administración de la producción y de las operaciones**, Editorial Iberoamericana S.A. 1994.

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Candidato para el Grado de :

Maestría en Ciencias de la Administración

**Tesis : PRODUCTIVIDAD EN LA MANUFACTURA E IMPACTO
DE CIERTOS INDICADORES DE DESEMPEÑO.**

Campo de Estudio ó rama Profesional :

Licenciatura en Ing. Mecanico Administrador.

Lugar y fecha de nacimiento :

Monterrey, Nuevo León, México; el 29 de Septiembre de 1952.

Nombre de los Padres :

Sr. Enrique Alvarado Paredes (+) y la Sra. Olimpia Ramírez Garza.

Escuela y Universidad cursada :

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Grado de Estudios y Título obtenido :

Licenciatura, Ingeniero Mecánico Administrador

Experiencia Profesional :

Experiencia Práctica de 18 años, en las siguientes áreas de desempeño de la Industria Privada : 1) Producción, 2)Control de Calidad,3)Control de Producción,4) Mantenimiento General de Planta, 5)Mantenimiento de Equipo de Transporte (ligero y Pesado), 6)Seguridad Industrial, 7)Asuntos Viales, 8)Infraestructura y Construcción (Obra Civil y Electromecánica), 9)Ingeniería, Fabricación, Instalación y Mantenimiento de Equipo de Refrigeración y 10) Diseño y fabricación de partes y equipos especiales (Maquinado, Pailería y Soldadura)

Experiencia Docente de 6 años, en las siguientes áreas de desempeño de la F.I.M.E.- U.A.N.L.: Clases de 1)Taller Eléctrico y Mecánico, 2)Introducción a la Ingeniería, 3)Control de Producción, 4)Física I, 5)Física III, 6)Algebra, 7)Estadística I, 8)Administración de Mantenimiento.

Clase y Laboratorio de : a)Procesos de Manufactura y b)Administración de la Producción.

Cursos Técnicos en el D.E.C. : a)Electricidad Básica y b)Instalaciones Eléctricas .

Organizaciones Profesionales a que pertenezco:

Asociación de Ingenieros Mecánicos Administradores.



3. Productores fabricantes: producen bienes de consumo o partes de componentes para la clase de productores conocidos como ensambladores o armadores.
4. Productores ensambladores: combinan diferentes componentes fabricados para producir productos terminados los cuales se venden directamente al consumidor.

El diagrama de flujo del producto para la mayoría de las operaciones de las empresas manufactureras tienen una gran variedad de interacciones entre productos y recursos, sin embargo solo algunas dominan el comportamiento del sistema productivo.

Por lo cual si algunas de las plantas tienen el mismo tipo de interacciones dominantes tendrán características y problemas similares y será posible agruparlas.

De esta manera de acuerdo con el diagrama de flujo del producto todas las empresas de manufactura se pueden clasificar dependiendo de los productos y procesos en uno de tres tipos o en una combinación de estos, los cuales se designan como V, A y T

LAS PLANTAS TIPO “V”.

Las plantas manufactureras conocidas como V están formadas por productores básicos, transformadores y fabricantes. Algunos ejemplos de estos los constituyen las plantas textiles, las productoras de papel y las laminadores de acero.

En este tipo de plantas dominan las interacciones entre recursos y productos donde un producto terminando de una estación se puede pasar a procesos distintos y de esta manera transformarse en productos distintos durante la siguiente etapa. A este tipo de interacciones entre las estaciones se les conoce como puntos divergentes y son la característica principal de las plantas tipo V (figura 4.3).

Para comprender de una mejor manera la forma de trabajar de este tipo de planta se han hecho algunos análisis comparativos los cuales han establecido sus características, sus problemas, el comportamiento de sus niveles de inventario, las causas que los generan así como algunas acciones correctas tal y como se presenta a continuación.

Las características de las plantas tipo V son:

- Existe un gran número de productos finales en comparación con el número de materias primas.
- Los productos utilizan esencialmente la misma secuencia y los mismos procesos.
- Existe un número limitado de rutas.
- En general cada pieza pasa por un recurso una sola vez.
- Se pueden producir un gran número de piezas en poco tiempo.
- El espacio total disponible en las instalaciones se convierte en el único límite para acumular el inventario.
- Los cambios significativos en los procesos requieren una fuerte inversión de recursos.

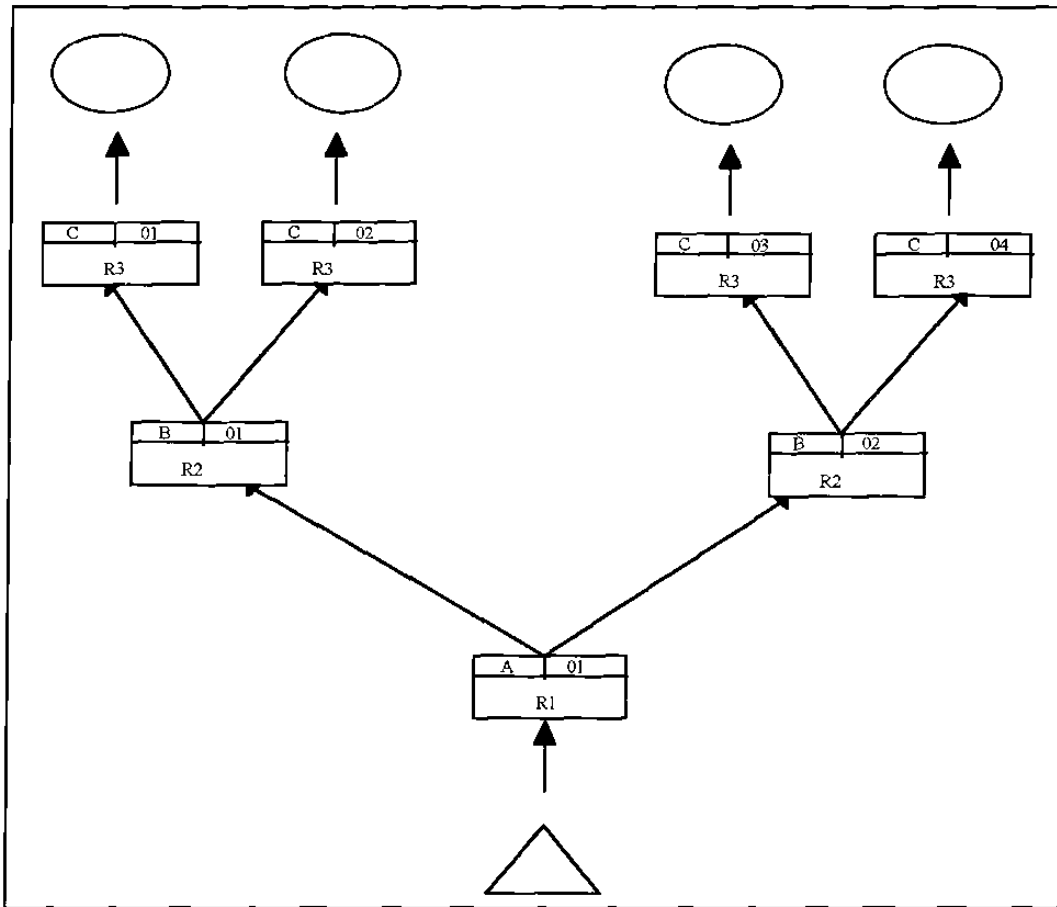


FIGURA 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO TÍPICO DE UNA PLANTA TIPO "V".

Los problemas principales que se presentan son:

- Para poder ser efectivos se tiene intervalos de productos terminados demasiado grandes
- El servicio al cliente es deficiente.
- Los gerentes de producción se quejan de que la demanda cambia constantemente.
- Los gerentes de ventas se quejan de que la producción tarda mucho en responder.
- Son comunes los conflictos entre departamentos.
- No se puede predecir el tiempo de entrega con exactitud.

Las características de los niveles de inventario son:

Si hay un cuello de botella:

- Existe mucho inventario (por lo general de artículos incorrectos) frente al cuello de botella. Este inventario se debe a la mala asignación y la sobreproducción antes del cuello de botella.
- La gerencia culpa a los cambios en la demanda como la causa del inventario erróneo.
- La empresa no puede responder al mercado debido al cambio excesivo.
- Se perciben pocas colas después del cuello de botella debido a que existe exceso de capacidad.
- Se acumula inventario de los bienes terminados de productos equivocados.
- Si no hay cuello de botella:
- Existe mucho inventario de bienes terminado de productos incorrectos.

Las causas de los problemas Son:

- Los tamaño de los lotes son demasiado grande, ya que la planta tiene demasiada inversión en capital y los tiempos de preparación son demasiado grandes.
- Los materiales son liberados a producción antes de tiempo para obtener niveles de utilización mas altos.
- Se mide a los supervisores con base en la utilización.
- Se combinan trabajos para obtener lotes de mayor tamaño y se agrupan familias de productos.
- Existe mucha producción pendiente antes de el cuello de botella.

Las acciones correctivas son:

- Reducir los tiempos de entrega de producción. Esto mejora la precisión de los pronósticos y su capacidad para reaccionar ante cambios en la demanda.
- Aumentar el servicio a los clientes estableciendo fechas de entrega confiables y reduciendo las fechas de entrega de la producción.
- Reducir los costos de producción vendiendo mas productos, reduciendo los niveles de inventario y centrándose en mejorar la calidad.

En conclusión las plantas tipo V se caracterizan por un mal servicio al cliente, entregas deficientes y mucho inventario de producto terminado, lo cual ocurre como resultado de un esfuerzo exagerado por alcanzar altos niveles de utilización, lo que ocasiona tamaño de lote demasiado grandes.

LAS PLANTAS TIPO “A”.

Las plantas manufactureras conocidas como A están formadas por productores ensambladores. Estas plantas fabrican relativamente pocos productos distintivos, los cuales están compuestos por diferentes componentes que solo pueden ser utilizados para ensamblar un producto. algunos ejemplos de estos los constituyen los productores de equipo pesado o especializado como generadores o motores para aeronaves.

En este tipo de plantas dominan las interacciones entre recursos y productos donde un producto terminado de una estación solo puede pasar a una única estación donde son ensamblados dos o mas componentes y de esta manera transformarse en un solo producto terminado. A este tipo de interacciones entre las estaciones se les conoce como puntos convergentes y son la característica principal de las plantas tipo A (figura4.4).

Es importante hacer notar que tanto las empresas de manufactura tipo A y T esta constituidas por productores ensambladores, su diferencia radica en que en las plantas tipo A el producto de una estación solo puede ser construida por otra estación, mientras que en una planta tipo T este puede ser requerido por varias estaciones.

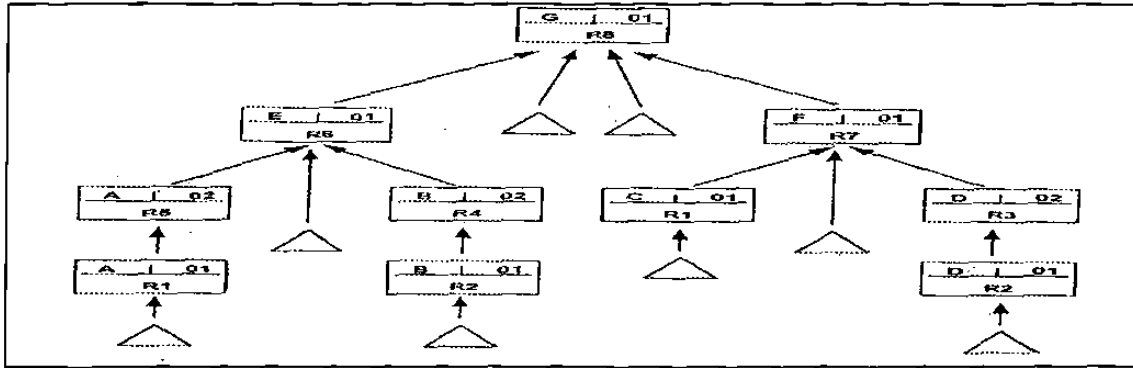


FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO TÍPICO DE UNA PLANTA TIPO A

Con el fin de comprender de una mejor manera la forma de trabajar de este tipo de planta se han hecho algunos análisis comparativos. Los cuales han establecido sus características, sus problemas, las causas que los generan así como algunas posibles soluciones tal y como se muestra a continuación.

Las principales características de las plantas tipo A son:

- La característica dominante es el ensamble de una gran cantidad de piezas en un número relativamente pequeño de productos terminados.
- Las máquinas que se utilizan tienden a ser de propósitos genéricos.
- Tiende a ser largo el tiempo de ensamble.
- Los recursos se comparten dentro de las rutas y entre ellas.
- La eficiencia de los recursos es menor al 100%, con horas extraordinarias no planeadas.
- Existen grandes inventarios de productos terminados pero también existe escasez de otras piezas.
- El tiempo de proceso típicamente es menor que el tiempo de entrega de producción.
- Se presentan cuellos de botella flotantes.
- El departamento de producción se queja constantemente de los cambios en la demanda, lo que ocasiona un caos en la planta y un mal rendimiento de los proveedores.
- Los gastos operativos representan un punto crítico (en especial el tiempo extraordinario no previsto).

- Lo mas probable es que las piezas problemáticas no sean comunes para varios montajes.
- Relativamente son pocas las piezas que cruzan el cuello de botella.
- Se considera que el problema principal es la falta de control.
- Existen quejas debido a la escasez y a la falta de ajuste de las piezas durante el proceso.
- La producción se designa en las primeras etapas del proceso (al contrario de una planta tipo V).
- El personal considera el problema como una escasez de piezas.
- Pueden variar mucho las rutas, mientras una parte puede requerir muchas operaciones otra del mismo montaje puede requerir solo unas cuantas.
- Dentro de la ruta que sigue una parte puede requerir el uso de la misma maquina varias veces.
- Las piezas dentro del proceso son exclusivas para productos filiales específicos (a diferencia de las plantas tipo V y T).
- Existen pocas oportunidades de asignar mal las piezas, debido a que son específicas para los productos filiales.

Estrategias convencionales colectivas en las plantas tipo A:

- Reducir el costo unitario por medio una reducción del tiempo extraordinario (la gerencia cree que se abusa del tiempo extraordinario, por lo cual la restricción de su empleo empeora la situación), automatización del proceso (esto solo empeora el asunto ya que se pierde flexibilidad con la automatización) y por ultimo mejor planificación de las necesidades de mano de obra (esto como resultado de la resultado de que existen demasiados trabajadores).
- Mejorar el control mediante un sistema integrado de producción (El principal problema consiste en que las partes de la planta operan de manera diferente, por lo cual existen pocas probabilidades de que un sistema satisfaga todas las necesidades).

- Las causas reales de los problemas son:
- Los tamaños de lote son muy grandes y se liberan antes de tiempo los materiales lo que trae como consecuencia los cuellos de botella flotantes, la baja utilización, el uso frecuente de tiempo extraordinario así como el hecho de que no se cuente al mismo tiempo con todas las piezas que son necesarias para el ensamble y consecuentemente requisiciones urgentes para obtener con rapidez las piezas faltantes.

Soluciones:

- Reducir el tamaño del lote.

En conclusión las plantas tipo A se caracterizan por sus bajas eficiencias en el equipo de trabajo, los tiempos extra no planeado son muy altos, en las estaciones de ensamble generalmente se puede agotar un componente, existe la impresión de que aparecen cuellos de botella en cualquier parte y todo esto trae como consecuencia que se tenga una imagen generalizada de que el proceso productivo se encuentra fuera de control.

LAS PLANTAS TIPO “T”.

Las plantas manufactureras conocidas como T están formadas por productores ensambladores (al igual que las plantas tipo A). Estas plantas se pueden encontrar en ambientes donde se ensambla sobre pedido, en los que el tiempo de entrega requeridos por los clientes son relativamente cortos, el abastecimiento de componentes y los tiempos de proceso son relativamente largos, y la demanda de productos específicos es difícil de pronosticar. Las plantas tipo T incluyen a la mayoría de los fabricantes de electrodomésticos, pequeños aparatos y utensilios para el hogar y a las plantas armadores de automóviles.

En este tipo de plantas dominan las interacciones entre recursos y productos donde un producto terminado de una estación puede pasar a varias estaciones donde son ensamblados dos o mas componentes y de esta manera transformarse en un solo producto

terminado. A este tipo de interacciones entre las estaciones se les conoce como puntos de ensamble divergentes y son la característica principal de estas plantas (figura 4.5).

Existen evidencias [1, 2, 3, 4] que muestran que se han hecho alguno análisis en diferentes plantas tipo T, mediante los cuales se han establecido sus características, sus problemas, las causas que lo generan así como algunas posibles soluciones tal y como se muestra a continuación.

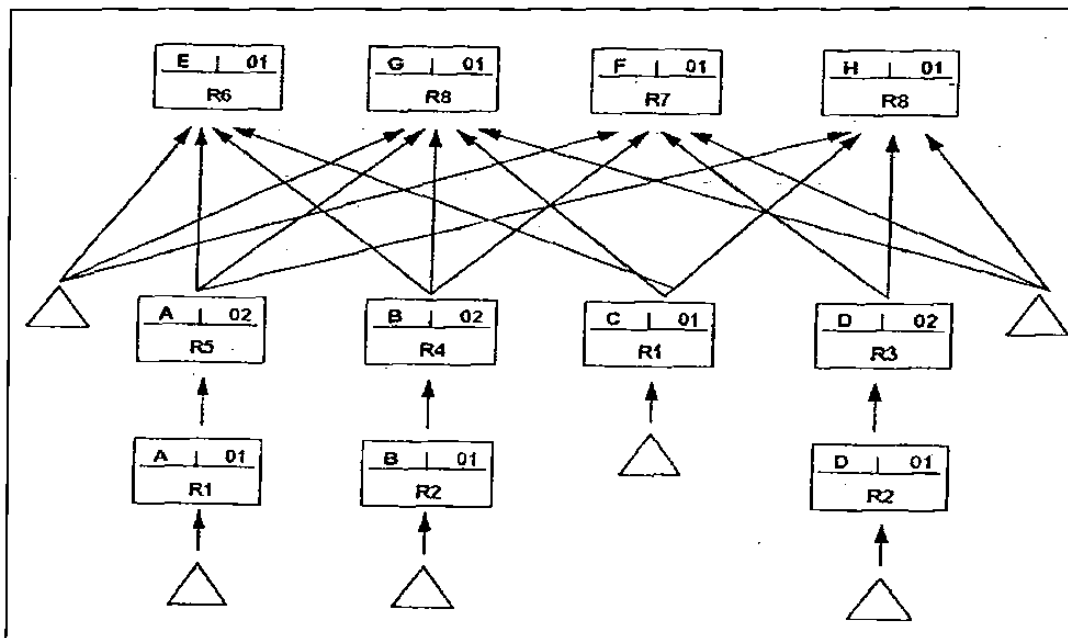


FIGURA 4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO PARA UNA PLANTA TIPO "T".

Las características de las plantas tipo T son:

- Existen dos flujos y procesos distintos: Fabricación y ensamble.
- Es deficiente el cumplimiento en las fechas de entrega, ya que unas piezas se entregan antes y otras después.
- El tiempo extraordinario es frecuente e impredecible.
- Existen una gran cantidad de piezas comunes.
- La asignación de piezas adicionales ocurre ya cuando se encuentra muy avanzado el proceso de producción.

- La fabricación se lleva a cabo en lotes muy grandes.
- Existe una gran cantidad de inventario entre la fabricación y el ensamble.

Las causas de los problemas son:

- Se intenta mejorar el cumplimiento de las fechas de entrega, con mucho apoyo en inventarios, tanto de productos en proceso como productos terminados.
- El esfuerzo por ser productivos en cada estación anterior al ensamble afecta los objetivos de las actividades de submontaje de cumplir con las fechas de entrega y hacer montajes sobre pedidos, afecta el objetivo de las actividades de fabricación de compras y producción de acuerdo con el pronóstico y finalmente ocasiona una mala asignación intencional de las piezas y el "canibalismo" en las áreas de trabajo.

Los problemas fundamentales son:

- Es deficiente el cumplimiento en las fechas de entrega y al parecer la gerencia no puede hacer nada al respecto.

Las soluciones son:

- Reducir los tamaños de lote en la fabricación.
- Sincronizar las operaciones.
- Evitar el robo de piezas y componentes durante el montaje.

De esta manera las plantas tipo T se caracterizan porque el ensamble de componentes se realiza utilizando piezas que son comunes a muchos tipos de ensambles, cada ensamble tiene componentes comunes, las rutas de fabricación de los componentes son muy distintas y el equipo productivo es del tipo de uso general.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIPOS DE EMPRESAS Y LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO NECESARIOS PARA MEJORAR Y CONTROLAR SU PRODUCTIVIDAD.

Tal y como se había mencionado en el capítulo 2 para que un empresa pueda definir sus indicadores de desempeño es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Establecer la misión, objetivos, estrategias y factores críticos de éxito.
2. Definir la unidad de análisis sobre la cual se desarrollara el sistema de medición del desempeño. Esta puede ser a nivel departamento, planta, división o corporación.
3. Identificar el proceso que se lleva a cabo.
4. Identificar las principales causas que afectan al logro de los objetivos, estrategias y factores críticos de éxito para la unidad de análisis.
5. Establecer los indicadores de desempeño necesarios de tal manera que permitan medir los principales factores que afectan el logro de los objetivos, estrategias y factores críticos de éxito. Buscando en todo momento que cumplan con las características necesarias de acuerdo a la MCM.

Ante esta situación si la misión de una planta manufacturera se define como el producir bienes que satisfagan las necesidades del consumidor utilizando la menor cantidad de recursos, se puede definir el concepto de productividad de las plantas manufactureras como la relación que existe entre los productos vendidos y los recursos utilizados en un periodo de tiempo definido. De esta manera dadas las características y los problemas de las plantas V, A y T es posible identificar de manera general su proceso así como las principales causas que impiden el logro de su misión y de sus factores críticos de éxito (tabla 4.1) y de esta manera establecer los indicadores de desempeño que pueden ser utilizados por estas plantas (tabla 4.2) con el fin de controlar y mejorar su productividad.

FACTORES CLAVE DE ÉXITO						
TIPO DE PLANTA	ENFOQUE DE LAS CAUSAS	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
TIPO V	AL PROCESO PRODUCTIVO, AL PRODUCTO Y AL CLIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos del proceso. • Falta de control del proceso. • Alto costo de los cambios en el proceso. • Exceso de inventario. • Cambios en la demanda de cada familia de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Falta de control del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Tiempos muertos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos. • Exceso de inventario en el proceso. • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de preparación de las máquinas. • Falta de componentes estándar por familia de productos. • Baja cantidad de productos por familia de productos.
TIPO A	A LAS MATERIAS PRIMAS, AL PROVEEDOR Y AL PROCESO PRODUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos del proceso. • Falta de control del proceso. • Exceso de inventario. • Exceso de gastos operativos. • Mal servicio de los proveedores. • Falta de sincronización de las operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mala calidad de las materias. • Variabilidad del proceso. • Falta de control del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Tiempos muertos. • Falta de materias primas. • Mal servicio de los proveedores. • Falta de sincronización de las operaciones. • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos. • Exceso de inventario en el proceso. • Falta de materias primas. • Mal servicio de los proveedores. • Falta de sincronización de las operaciones. • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de preparación de las máquinas. • Falta de componentes y procesos estándar. • Falta de materias primas. • Mal servicio de los proveedores
TIPO I	AL PROCESO PRODUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos del proceso. • Falta de control del proceso. • Exceso de inventario. • Exceso de tiempo extra • Falta de sincronización de las operaciones (entre la fabricación y el ensamble). 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Falta de control del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad del proceso. • Tiempos muertos. • Falta de sincronización de las operaciones (entre la fabricación y el ensamble). 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos. • Exceso de inventario (sobretodo entre la fabricación y el ensamble). • Falta de sincronización de las operaciones (entre la fabricación y el ensamble). • Variabilidad en los tiempos de proc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de preparación de las máquinas. • Falta de componentes estándar para el ensamble

Tabla 4.1 causas que impiden el logro de los factores claves de éxito para cada tipo de planta de acuerdo a sus características.

FACTORES CLAVE DE ÉXITO					
TIPO DE PLANTA	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
TIPO V	<ul style="list-style-type: none"> Costo de los desperdicios (Tiempo muertos, espumas, productos defectuosos, etc.) Costo de la materia prima utilizada / costo estimado de la materia prima Costo de los servicios que agregan valor / costo total de producción. Costo de la producción total / costo de unidades producidas. Costo de insumos en el proceso vs los suavos. Costo de los insumos en proceso y de productos terminados. Valor de las ventas de cada familia de productos / valor de la producción que se puede fabricar por cada familia de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> % de variación promedio de los productos de acuerdo a las especificaciones. Tasa de defectos por causa. Total de productos de primera calidad / total de producción fabricada. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos terminados a tiempo / productos programados. Días de variación promedio vs la fecha de entrega respecto a lo programado. Tempo promedio de producción. % de pedidos que no reciben el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo que no agregan valor al producto por tipo de tiempo. Tiempo total productivo / tiempo total dentro de la planta. Espacio dedicado a inventarios: proceso. Desviación estándar de tiempo de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de tiempo dedicado a la preparación de cada máquina en un periodo de tiempo. Tiempo promedio de la preparación de cada máquina. Nº. de componentes diferentes por familia de producto. Nº. de productos terminados por familia de producto.
TIPO A	<ul style="list-style-type: none"> Costo de los desperdicios (Tiempo muertos, espumas, productos defectuosos, etc.) Costo de la materia prima utilizada / costo estimado de la materia prima. Costo de las actividades que agregan valor / costo total de producción. Costo de la producción total / costo de unidades producidas. Costo del tiempo extra. Costo de tener una máquina parada debido a la falta de inventario de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> % de variación promedio de buena calidad. % de proveedores que cumplen con la calidad establecida. % de variación promedio de los productos de acuerdo a las especificaciones. Tasa de defectos por causa. Total de productos de primera calidad / total de producción fabricada. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos terminados a tiempo / productos programados. Días de variación promedio vs la fecha de entrega respecto a lo programado. Tempo promedio de producción. % de pedidos que no reciben el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía % de proveedores que cumplen la entrega de los pedidos. % de pedidos de buena calidad entregados por proveedor. % de cumplimiento en entrega por proveedor. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo que no agregan valor al producto por tipo de tiempo. Tiempo total productivo / tiempo total dentro de la planta. Espacio dedicado a inventarios: proceso, de materia prima y de producto terminado. % de pedidos que no pueden ser programados por falta de materia prima. Tempo promedio de respuesta por proveedor. Desviación estándar del tiempo de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de tiempo dedicado a la preparación de cada máquina en un periodo de tiempo. Tiempo promedio de la preparación de cada máquina. Nº. de procesos ensamblados por tipo de componente. Nº. de productos terminados que utilizan un determinado componente. Nº. de productos terminados diferentes / Nº. de componentes diferentes.
TIPO T	<ul style="list-style-type: none"> Costo de los desperdicios (Tiempo muertos, espumas, productos defectuosos, etc.) Costo de la materia prima utilizada / costo estimado de la materia prima. Costo de las actividades que agregan valor / costo total de la producción. Costo de la producción total / costo de unidades producidas. Costo del tiempo extra. Costo de tener una máquina parada debido a la falta de inventario de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> % de variación promedio de los productos de acuerdo a las especificaciones. Tasa de defectos por causa. Total de productos de primera calidad / total de producción fabricada. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos terminados a tiempo / productos programados. Días de variación promedio vs la fecha de entrega respecto a lo programado. Tempo promedio de producción. % de pedidos que no reciben el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo que no agregan valor al producto por tipo de tiempo. Tiempo total productivo / tiempo total dentro de la planta. Espacio dedicado a inventarios: proceso y espacio dedicado al inventario entre la fabricación y el producto / tiempo que se tarda hasta que se recibe una orden hasta que se envía % de productos en espera de ser ensamblados por falta de un componente. Desviación estándar del tiempo de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de tiempo dedicado a la preparación de cada máquina en un periodo de tiempo. Tiempo promedio de la preparación de cada máquina. Nº. de productos que utilizan un determinado componente durante el ensamble. Nº. de productos ensamblados diferentes / Nº. de componentes diferentes antes de ensamble.

Tabla 4.2 Indicadores de desempeño que pueden utilizar cada uno de los tipos de planta en función de sus factores de éxito.

Es importante mencionar que los indicadores de desempeño que se proponer para ser utilizados por cada uno de los tipos de planta no son los únicos que pueden ser utilizados, ya que las características particulares de cada proceso no han sido contempladas dentro de esta clasificación de las empresas, por lo cual deberán de agregarse los indicadores de desempeño necesarios de acuerdo a la empresa.

Finalmente cabe recalcar que en la realidad las empresas manufactureras pueden llegar a tener dentro de su proceso mezclas de los tipos de empresas mencionadas (V, A y T) y por lo tanto será necesario que cada parte del proceso evalúe su desempeño de manera diferente.

CAPITULO 5

DESARROLLO DEL CASO PRACTICO Y METODOLOGIA PROPUESTA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO EN PRODUCTIVIDAD.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta metodología consiste en una serie de pasos que ayudarán a cualquier empresa y cualquiera de los niveles de la organización a definir sus índices de productividad e indicadores de desempeño, así como a evaluar el impacto de estos indicadores de

desempeño en la productividad (índices de productividad) del sistema con el fin de encontrar aquellos cuyo cambio tiene un mayor impacto y así poder orientar a la organización en ese sentido.

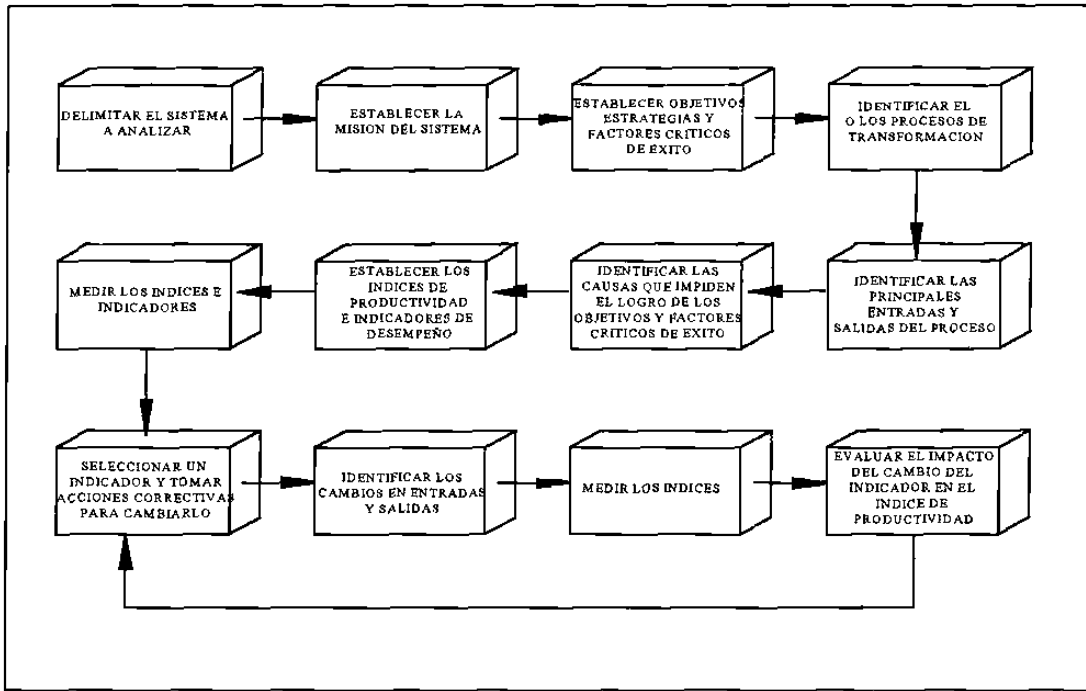


FIGURA 5.1 METODOLOGIA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE ALGUNOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA

De acuerdo con la metodología propuesta, los pasos para evaluar el impacto de ciertos indicadores de desempeño son los siguientes:

DELIMITAR EL SISTEMA A ANALIZAR

Todo empresa manufacturera, así como todo departamento debe de generar algo y para ello debe de utilizar ciertos recursos. Por lo cual es necesario delimitar el sistema a analizar, identificando el punto donde comienza el proceso y el punto donde termina.

Si se analizara una empresa manufacturera mediante un diagrama general de su proceso de transformación (figura5.2) se podría observar que existen varios puntos donde es posible delimitar el sistema ya que es posible definir el inicio del sistema como

la entrada de insumos y el final del sistema como la satisfacción del cliente o definir el inicio del sistema como la entrada de insumos y el final como las ventas obtenidas.

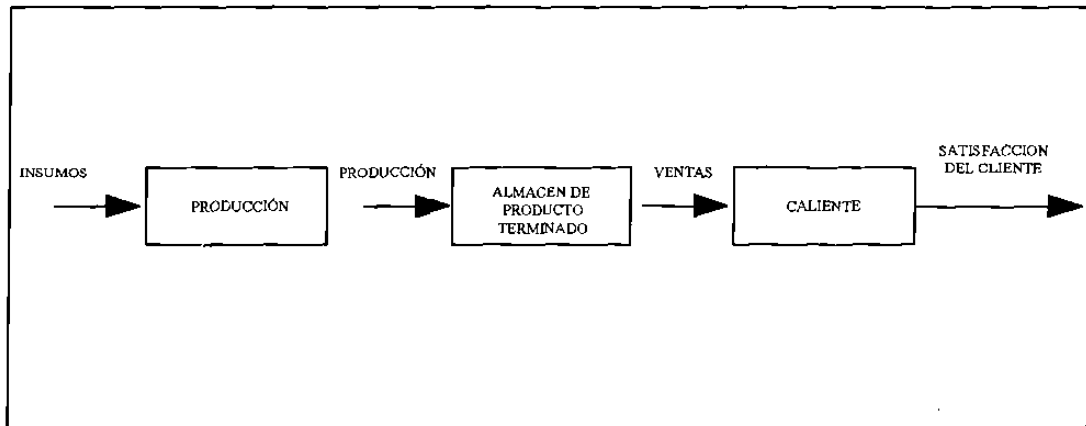


FIGURA 5.2 DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE TRANSFORMACION EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA

Dentro de una organización existen diferentes departamentos y niveles jerárquicos por lo cual cada uno delimitara de una manera diferente su sistema particular, como consecuencia de que su objetivo dentro de la organización sea diferente en cada caso.

ESTABLECER LA MISIÓN DEL SISTEMA

En una empresa la misión se puede definir como el objetivo principal que busca alcanzar la organización y que representa la razón por la cual fue creada.

La misión de un sistema puede ser definida tomando como base la delimitación del mismo. De esta manera si se definió que el inicio del sistema era la entrada de insumos y el final del sistema era la satisfacción del cliente, su misión podrá ser definida como el satisfacer las necesidades del cliente utilizando la menor cantidad de recursos.

Con base en la misión será posible identificar el concepto de productividad del sistema, el cual será de gran utilidad para conocer que tanto se ha avanzado en la organización hacia en el logro de la misma.

ESTABLECER LOS OBJETIVOS, METAS, ESTRATEGIAS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

En toda empresa manufacturera la visión que tiene la alta administración es trasladada en objetivos y estrategias para los mandos intermedios y factores críticos de éxito y planes de acción para los mandos básicos (figura 5.3).

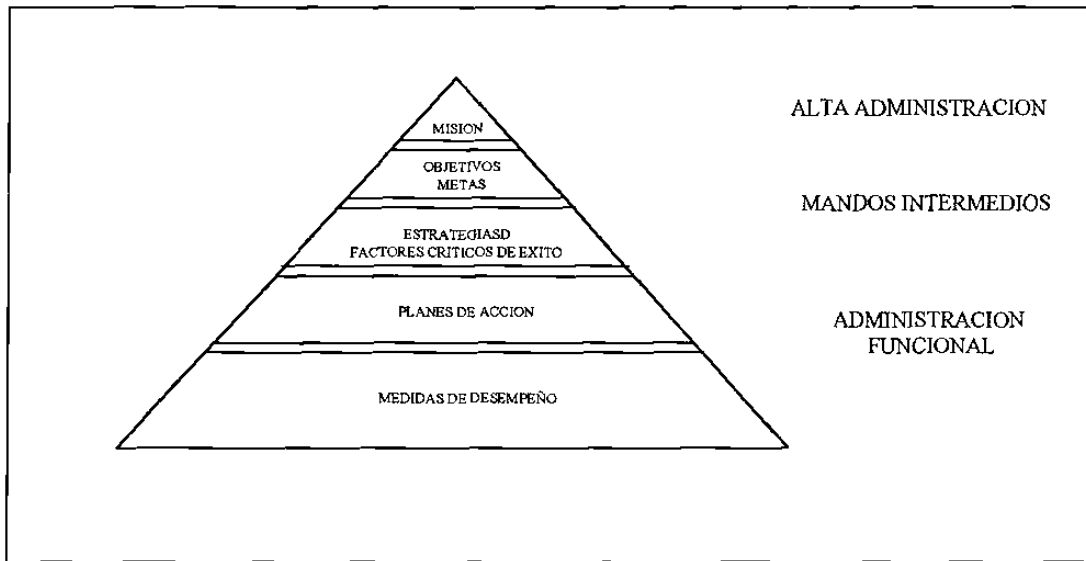


FIGURA 5.3 DESGLOSÉ DE LA VISIÓN CORPORATIVA A LO LARGO DE LA ORGANIZACIÓN

La alta administración en conjunto con los mandos intermedios establecen los objetivos y las metas. Los objetivos representan aspectos generales de la organización que se desean lograr, mientras que las metas representan los aspectos concretos que indican hasta donde se desea llegar.

Finalmente la alta dirección, los mandos intermedios y la administración funcional establecen las estrategias y los factores críticos de éxito de la organización.

Las estrategias las acciones generales a seguir para lograr cumplir con la misión, objetivos y metas, mientras que los factores críticos de éxito representan la manera en la que cada departamento funcional cumplirá con las estrategias e indicaran el status que desea tener la empresa ante el mercado y sus competidores.

Estrategias y factores críticos de éxito de la organización, es debido a que un sistema de medición del desempeño de una empresa manufacturera de Clase Mundial deberá de soportarlos y de proveer información para la toma de decisiones administrativa.

IDENTIFICAR EL O LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

Antes de definir el sistema de medición del desempeño es necesario conocer el proceso de transformación detalladamente con el objetivo de identificar las causas que impiden el logro de los objetivos, metas, estrategias y factores críticos de éxito.

La clasificación de la empresa manufacturera de acuerdo con su diagrama de flujo del producto en uno de los tres tipos principales V, A o T, la construcción de dichos diagramas y la construcción de un diagrama del proceso ayudará a definir el proceso de transformación de tal manera que con base en estos se pueda definir un sistema de medición del desempeño de acuerdo a las necesidades que se tengan.

IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO

Tomando como base los diagramas del proceso o los diagramas de flujo del producto es posible listar las entradas y salidas del proceso de transformación, ya que con base en estas será posible medir la productividad.

En este punto es se debe recordar que es importante listar la mayor parte de las entradas y salidas del proceso, sin embargo es posible que el valor agregado de realizar tal trabajo no tenga una contribución importante, por lo que cabe recalcar que es posible identificar únicamente las mas importantes siempre y cuando el impacto que pueda tener el hecho de no considerarlas sea despreciable.

IDENTIFICAR LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS, METAS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Para poder identificar las causas que impiden el logro de los objetivos, metas y factores críticos de éxito es necesario primeramente identificar las áreas del proceso de transformación que impiden que estos sean alcanzados. En caso de que el sistema de medición del desempeño sea realizado a nivel planta será posible identificar ciertas partes del proceso o ciertas maquinas que impiden el logro de estos, mientras que si el sistema de medición del desempeño es realizado a nivel empresa entonces será posible identificar ciertas áreas funcionales dentro de la empresa.

Una vez identificadas las áreas del proceso de transformación que impiden el logro de los objetivos y factores críticos de éxito entonces se deben de identificar las actividades o causas que lo impiden, identificando en todo momento las mas importantes de la lista ya que sobre estas deberá de ponerse mayor atención.

ESTABLECER LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Con base en las entradas y salidas del sistema, y de acuerdo con el concepto de productividad de la empresa, es posible definir un índice global el cual puede utilizar todas las entradas y salidas (índice total de productividad) o únicamente las principales entradas y todas las salidas (índice múltiple de productividad). Además para aquellas entradas mas importantes es posible definir indices parcial de productividad para cada una de ellas y de esta manera mantener un control mas estricto.

Cuando el objetivo que se persigue es simplemente el de identificar dentro de algunos indicadores de desempeño aquel cuyo cambio tenga un mayor impacto en la productividad de la empresa, será posible utilizar un índice múltiple de productividad siempre y cuando dentro de ese índice se consideren aquellos insumos (entradas) y productos (salidas) del sistema que vayan a presentar un cambio en su consumo o

utilización como resultado del cambio en alguno de los indicadores de desempeño seleccionado.

Los indicadores de desempeño deberán de monitorear al proceso y las causas que impiden que este logre cumplir con sus objetivos, metas, estrategias y factores críticos de éxito, buscando en todo momento controlar las mas importantes.

Para definir los indicadores de desempeño se debe buscar el balancear un conjunto de características y elementos, los cuales son importantes considerar antes de iniciar el desarrollo de las medidas de desempeño:

1. Medidas de costos vs. medidas operativas

Las medidas de desempeño deben de proveer una temprana retroalimentación de tal manera que si todas las medidas reflejan resultados positivos los resultados financieros deberán de ser positivos, de lo contrario las medidas de desempeño no serán las adecuadas. Ante esta situación se debe de hacer hincapié en la participación de todos los niveles de mando de la organización con el fin de asegurarse de que el sistema de medición del desempeño sea exitoso.

2. Medidas internas y benchmarking externo.

Las medidas internas son aquellas que se evalúan dentro de la organización y que representan aspectos propios del proceso. Sin embargo es importante que dentro del sistema de medición del desempeño existan ciertos indicadores de que permitan a la empresa compararse con otras, de tal manera que le sirva de retroalimentación para definir nuevamente sus metas y estrategias, y de esta manera sobrevivir y ofrecer ventajas competitivas al mercado.

3. Medir los resultados y los procesos.

Las medidas sobre los resultados son las que proveen retroalimentación sobre las metas y los objetivos de la empresa. Estos resultados deberán de ser medidos contra las metas pero balanceados con una medición del proceso que los genera (ejemplo: defectos por partes de millón o % de envíos a tiempo).

Por otra parte medir el proceso es crítico ya que en base a este se obtienen los resultados. Las medidas de los procesos Son indicadores para los bajos mandos que proporcionan retroalimentación sobre los factores críticos de éxito y sobre los planes de acción (ejemplo: capacidad de maquinaria, consistencia del programa, número de proveedores, tiempo de preparación de las máquinas o tiempos muertos)

4. Retroalimentación y mejoramiento continuo.

Las retroalimentación que se obtiene mediante los indicadores de desempeño son herramientas que permiten observar la manera en la que se ha comportado el sistema en el logro de sus objetivos, metas y estrategias, de tal manera que permiten tomar acciones correctivas y/o asegurar que las áreas funcionales están cumpliendo.

Por lo cual el sistema de medición del desempeño se convierte en la base sobre la cual sostiene el proceso de mejora continua de la organización.

Finalmente se deben de definir los indicadores de desempeño que van a ser utilizados buscando en todo momento monitorear y controlar las principales causas que impiden el logro de los objetivos, las metas y los factores críticos de éxito, asignándole al área que proporcione esta causa la responsabilidad de monitorear y controlar el indicador definido.

MEDIR LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

En esta etapa se deben de medir los índices de productividad e indicadores de desempeño definidos de tal manera que la situación actual de la empresa pueda ser utilizada como base para posteriormente evaluar el impacto de cambiar ciertos indicadores de desempeño.

SELECCIONAR UN INDICADOR Y TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIARLO

En esta etapa se debe de seleccionar el indicador del cual se desea evaluar el impacto de su cambio en la productividad, definir las acciones colectivas necesarias y simular la operación del sistema de acuerdo a las nuevas condiciones de operación.

IDENTIFICAR LOS CAMBIOS EN ENTRADAS Y SALIDAS

En esta etapa se debe de monitorear las entradas y salidas durante la simulación del sistema de acuerdo a las nuevas condiciones de operación de tal manera que permitan medir los índices de productividad definidos.

MEDIR LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

En esta etapa se obtiene con base en las entradas y salidas obtenidas de la simulación los nuevos índices de productividad para las nuevas condiciones de operación.

EVALUAR EL IMPACTO DEL CAMBIO DEL INDICADOR DE DESEMPEÑO EN LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

En esta etapa se evalúa el impacto del cambio del indicador de desempeño en la productividad del sistema.

Para la evaluación se deben de comparar los índices de productividad de acuerdo a las nuevas condiciones de operación con los índices de productividad iniciales de la siguiente manera:

$$\left[\frac{\text{indice de productividad nuevo}}{\text{indice de productividad actual}} \times 100 \right] - 100 = \text{\% de incremento o decremento de la productividad}$$

De esta forma si el resultado es positivo indicara un incremento en la productividad al modificar el indicador de desempeño y por lo tanto será conveniente realizar el cambio. Por el contrario si el resultado es negativo indicara un decremento en la productividad y por lo tanto se deberá de monitorear dicho indicador y no permitir que este sea modificado.

De esta manera será necesario seleccionar otro indicador (regresar al punto 5.2.9) y repetir el proceso para cada uno de los indicadores importantes de la empresa con el objetivo de que la administración puede conocer el impacto de estos indicadores y así tomar las acciones necesarias para controlarlos y mejorarlos.

CAPITULO 6

ANALISIS DE LA INFORMACION DEL CASO PRACTICO Y APLICACION DE LA METODOLOGIA PROPUESTA

DELIMITACION DEL SISTEMA A ANALIZAR

En los tres casos que se muestran a continuación se hace análisis del sistema productivo de una empresa, por lo tanto la delimitación del sistema (figura 6.1) será de la siguiente manera: el inicio del sistema será considerado como la recepción de la materia prima al inicio del primer proceso y el final del sistema será considerado como el producto terminado que es vendido de acuerdo a la demanda.

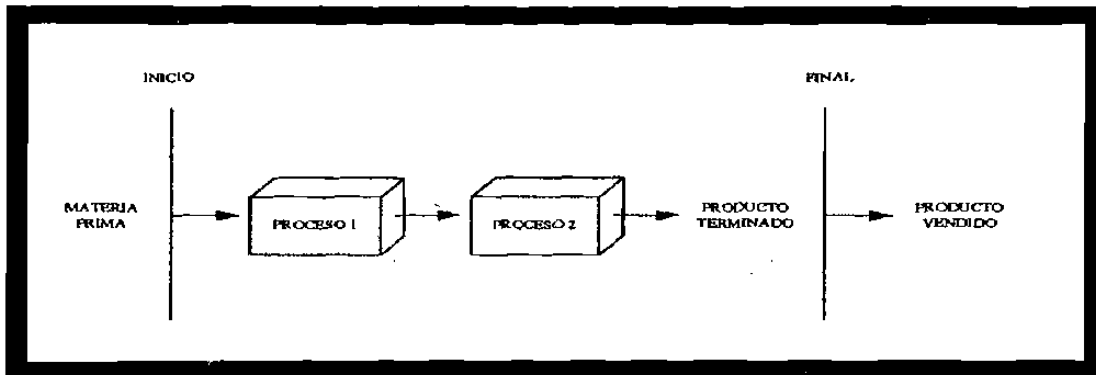


FIGURA 6.1 DELIMITACION DEL SISTEMA A ANALIZAR.

ESTABLECIMIENTO DE LA MISIÓN DEL SISTEMA A ANALIZAR

La misión del área productiva de la empresa manufacturera será la de fabricar los productos requeridos de acuerdo a la demanda uniendo la menor cantidad de recursos.

Por lo tanto el concepto de productividad que se tiene será la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados.

ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS, METAS, ESTRATEGIAS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

El objetivo que se persigue es el de aumentar la productividad de la empresa. La estrategia que se sigue será la de identificar el indicador de desempeño que tenga mayor impacto, a fin de guiar a la organización hacia la mejora del mismo. Para lo cual se considera que los factores críticos de éxito serán el costo, el servicio, el tiempo de entrega, la flexibilidad y la calidad, a fin de permitir identificar aquel cuyo impacto sea mayor en la organización.

EL CASO DE UNA EMPRESA TIPO “V”.

En esta sección analizó el caso de una empresa tipo V para lo cual se ha seleccionado una empresa productora de cepillos de polipropileno. El caso específico que se muestra corresponde a un caso hipotético, sin embargo los datos que se muestran corresponden a las condiciones de operación de una empresa fabricante de cepillos de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACION

El proceso de producción de cepillos de polipropileno (figura 6.2) inicia con la mezcla de polipropileno y pigmentos, posteriormente esta mezcla pasa a la inyectora ó a la extrusora. La inyectora produce dos tipos de blocks o mangos para los cepillos, mientras que la extrusora produce un solo tipo de monofilamento. Finalmente la insertadora 1 utiliza los blocks tipo 1 y monofilamento para producir los cepillos del tipo 1, mientras que la insertadora 2 utiliza los blocks tipo 2 y monofilamento para producir los cepillos T2.

Las condiciones de operación bajo las cuales trabaja cada una de las maquilas en este caso se muestran a continuación (tabla 6.1). Aquí se puede observar el tramo del lote de la materia prima que se recibe en cada proceso, el tamaño del lote de producción por cada corrida, el tiempo de proceso de cada corrida, el tiempo promedio de preparación (tiempo para cambiar de producir una pieza a otra), la frecuencia de fallas (probabilidad de que la máquina falle en una hora específica, la duración promedio de las fallas, el desperdicio de productos durante el proceso y el desperdicio de materia prima debido al proceso de producción.

MAQUINA	TAMAÑO DEL LOTE DE MATERIA PRIMA	TAMAÑO DEL LOTE DE PRODUCCION POR CORRIDA	TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION	FRECUENCIA DE FALLAS	DURACION PROMEDIO DE LAS FALLAS	DESPERDICIO DE PRODUCTOS	DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA
REV.	45 KG DE POLIP. Y 5 KG DE PIGMENTO	50 KG DE POLIP. Y PIGM.	$\mu=10$ MIN $\sigma=3$ MIN	-	-	-	-	-
INYECTORA	50 KG DE POLIP. Y PIGM.	BLOCK T1: 3 PZAS 95 GRS/PZA BLOCK T2: 3 PZAS 91 GRS/PZA	TIPO 1: $\mu=70$ SEG $\sigma=2$ SEG TIPO 2: $\mu=70$ SEG $\sigma=2$ SEG	$\mu=4$ HORAS $\sigma=1$ HORA	0.01% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	3 HRS	4%	3% EN EL PROCESO DE FABRICACION
EXTRUSORA	50 KG DE POLIP. Y PIGM.	MONOFILA: 1 PZA 24.75 GRS/PZA	$\mu=10$ SEG $\sigma=2$ SEG	-	0.05% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	5 HRS	3%	1% EN EL PROCESO DE FABRICACION
INSERT. 1	30 BLOCK T1 Y 30 PZAS MONOFILA	2 PZAS CEPILLO T1	$\mu=90$ SEG $\sigma=20$ SEG	-	0.001% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA	2 HRS	1%	-
INSERT. 2	30 BLOCK T2 Y 30 PZAS MONOFILA	2 PZAS CEPILLO T2	$\mu=90$ SEG $\sigma=20$ SEG	-	0.001% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA	2 HRS	1%	-

TABLA 6.1 CONDICIONES DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEPILLOS DE POLIPROPILENO (PLANTA TIPO V).

Para los análisis posteriores se harán las siguientes consideraciones basadas en estudios anteriores: la materia prima dentro del proceso se procesará por lotes tal y como se indicó anteriormente; la materia prima será surtida a la primera estación conforme ésta lo demande y de acuerdo al tramo del lote; el tiempo de proceso de cada lote tiene una distribución normal con una media igual al tiempo de proceso por pieza por el número de piezas del lote y una varianza igual a la varianza por pieza por el número de piezas del lote; el tiempo de preparación de cada máquina tiene una distribución normal; el tiempo entre fallas tiene una distribución exponencial y la duración promedio de las fallas tiene una distribución exponencial; los desperdicios de productos ocultos de manera uniforme; los desperdicios de materia prima ocurrirán constantemente en cada corrida; la demanda de productos será de un lote del cepillo T1 y un lote del cepillo T2 al mismo tiempo y toda la producción que cumpla esta condición será absorbida por la demanda.

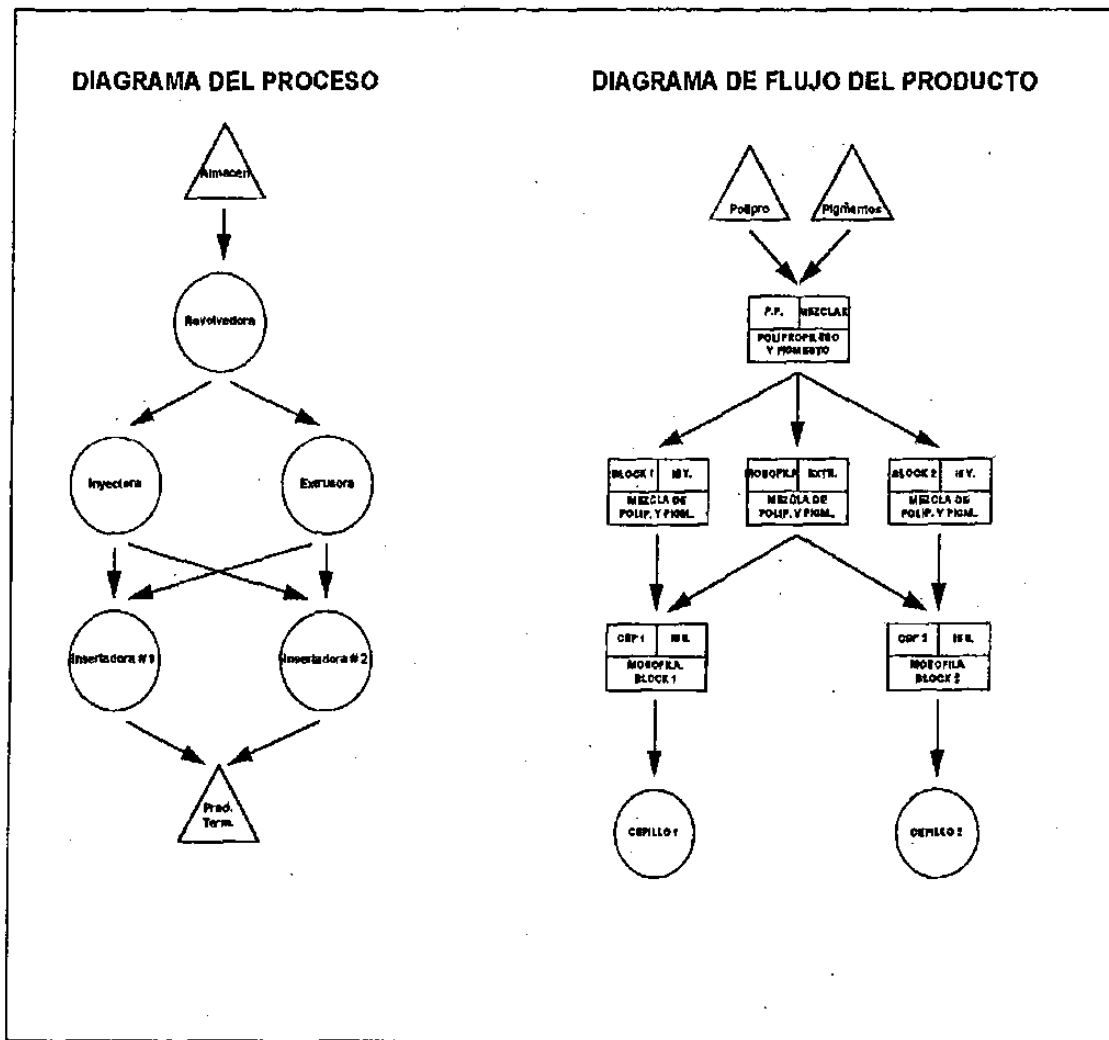


FIGURA 6.2 PROCESO DE FABRICACION DE CEPILLOS.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las principales entradas del proceso productivo son: el capital fijo (máquinas), el capital de trabajo (inventario de materia prima y producto en proceso) y la materia prima consumida. Mientras que las salidas del proceso productivo son: los cepillos producidos.

IDENTIFICAR LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito en cada parte del proceso se muestran a continuación (tabla 6.2):

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
MEZCLAR EN REVOLVEDORA	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	-TIEMPO DE PREPARACION
INYECCION	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO -CAMBIOS EN LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS T1 Y T2	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	-TIEMPO DE PREPARACION
EXTRUSION	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
INSERTAR CEP. T1	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO -CAMBIOS EN LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS T1 Y T2	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
INSERTAR CEP. T2	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO -CAMBIOS EN LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS T1 Y T2	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	

TABLA 6.2 CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ESTABLECIMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para este caso la productividad se define como la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados, por lo tanto el índice de productividad total estará dado por la relación que existe entre los cepillos producidos y los recursos utilizados (capital de trabajo, capital fijo, mano de obra, etc.).

Sin embargo para cumplir con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa y con la estrategia de identificar aquellos indicadores que tengan un mayor impacto en la productividad a fin de guiar a la empresa hacia la mejora de los mismos, es

posible utilizar un índice de productividad múltiple mucho mas simple que el índice total de productividad, de tal manera que incluya en su medición únicamente aquellos insumos mas importantes y cuyo uso será modificado con el cambio de los indicadores de desempeño cuando todas las demás condiciones de operación permanecen iguales. Por tal motivo el índice múltiple de productividad que será utilizado para evaluar en algunos indicadores de desempeño en la productividad de la empresa será:

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE CEPILLOS VENDIDOS}}{\text{MATERIA PRIMA CONSUMIDA} + \text{CAPITAL FIJO (MAQUINARIA)} + \text{CAPITAL DE TRABAJO (INVENTARIO EN PROCESO)}}$$

Por otra parte dadas las causas dentro del proceso que impiden el logro de los factores críticos de éxito, es posible definir un indicador de desempeño por cada factor critico de éxito para aquella causa que impidan en una mayor proporción el logro este factor de éxito. Estos indicadores de desempeño se muestran continuación (tabla 6.3).

FACTORES CRITICOS DE EXITO \ PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
MEZCLAR EN REVOLVEDORA	-	-	-	-	-
INYECCION	-	PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR DIA	-	-	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION
EXTRUCCION	-	-	-	PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA POR DIA	-
INSERTAR CEP. T1	PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS T1 POR DIA	-	PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO / PRODUCTOS PROG. POR DIA	-	-
INSERTAR CEP. T2	-	-	-	-	-

TABLA 6.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA EVALUAR SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para medir los índices de productividad e indicadores de desempeño es necesario establecer los costos de las entradas que serán consideradas en la evaluación y de las salidas del sistema tal y como se muestra a continuación (tabla 6.4):

DESCRIPCION	COSTO EN PESOS
SALIDAS:	
CEPILLOS TIPO 1	8
CEPILLOS TIPO 2	7
ENTRADAS:	
FOLIOPROPILENO (KG)	2
PIGMENTO (KG)	2
REVOLVEDORA	70,000
EXTRUSORA	15000
INYECTORA	120,000
INSERTADORA 1	300,000
INSERTADORA 2	300,000

TABLA 6.4 COSTOS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS A UTILIZAR EN LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

La planta productora de cepillos de polipropileno será simulada bajo las condiciones de operación presentadas anteriormente y trabajando bajo el sistema de manufactura tradicional el basado en Justo a tiempo y el basado en Teoría de Restricciones. Para el sistema basado en Teoría de Restricciones el nivel máximo de inventario permisible entre cada estación de trabajo será de un lote a excepción de la estación cuello de botella que esta integrada por las insertadoras en donde se permitirá la existencia de un nivel máximo de inventario igual a 505.8 minutos de producción o 14 lotes de block y de monofilamento de tal manera que se absorban los contratiempos que puedan existir y su producción será en base a la demanda. Por otra parte para el sistema

basado en Justo a Tiempo el nivel máximo de inventario entre cada estación será de un lote y su producción será en base a la demanda. Finalmente cuando se trabaja bajo el sistema tradicional de manufactura el tamaño del lote máximo permisible entre cada estación será de 1 semana de producción de las insertadoras equivalente a 13440 piezas de producto en proceso y la inyectora cambiará al inicio de cada semana el tipo de block que fabrica.

De esta manera después de que se simuló el desempeño de la planta por un periodo de 1 año (8760 horas) trabajando bajo cada uno de los sistemas de manufactura mencionados el índice de productividad y los indicadores de desempeño se comportaron de la siguiente manera (tabla 6. 5).

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
INDICE DE PRODUCTIVIDAD	8.03	6.55	1.32
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS TI POR DIA	\$ 5,244,000.00	\$ 3,929,200.00	\$ 652,800
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	148.8 pza/día	115 pza/día	19.7 pza/día
PROMEDIO CEPILLOS TI TERM. A TIEMPO/CEPILLOS TI PROG. POR DIA	53	52	52
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	312.5 min/día	298.8 min/día	268.16 min/día
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	37.19 min/día	698.9 min/día	1099.3 min/día

TABLA 6.5 CONDICIONES INICIALES DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO A ANALIZAR

Para modificar los indicadores de desempeño y evaluar su impacto en la productividad se tomaran las siguientes acciones correctivas en cada caso: para evaluar el impacto del promedio de ventas de los productos T1 se considerará que no existe venta de este producto; para evaluar el impacto del promedio de los productos defectuosos de la inyectora por día se considerará que no se producen defectos; para evaluar el impacto del promedio de los cepillos T1 terminados a tiempo, los cepillos T1 programados se considerará que todo lo que se programa se termina a tiempo (es decir que no existe variación en el tiempo de proceso en la insertadora 1); para evaluar el impacto del promedio de tiempo de paro por falla en la extrusora se considerará que no existen paros por falla; para evaluar el impacto del tiempo promedio de preparación de la extrusora se considerara que el tiempo de preparación es cero.

IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS EN ENTRADAS Y SALIDAS

Los cambios en las entradas y salidas debido al cambio en cada uno de los indicadores de desempeño se muestran a continuacion (tabla 6.6)

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS T1 POR DIA	E= \$ 5,424,800.00 S= \$ 1,131,821.50	E= \$ 5,404,800.76 S= \$ 1,118,357.76	E= \$ 4,402,400.00 S= \$ 1,084,667.50
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	E= \$ 10,514,400.00 S= \$ 1,296,138.90	E= \$ 7,980,000.00 S= \$ 1,194,455.00	E= \$ 1,324,000.00 S= \$ 982,574.70
PROMEDIO CEPILLOS T1 TERM. A TIEMPO/CEPILLOS T1 PROG. POR DIA	E= \$ 10,562,400.00 S= \$ 1,308,859.02	E= \$ 7,961,200.00 S= \$ 1,201,012.20	E= \$ 657,600.00 S= \$ 983,575.90
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	E= \$ 10,481,600.00 S= \$ 1,305,631.74	E= \$ 7,989,600.00 S= \$ 1,202,860.88	E= \$ 736,400.00 S= \$ 988,674.97
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	E= \$ 10,647,200.00 S= \$ 1,310,516.26	E= \$ 9,240,800.00 S= \$ 1,243,985.77	E= \$ 6,701,600.00 S= \$ 1,160,276.76

TABLA 6.6 CAMBIOS EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

MEDICION DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Los cambios en el índice de productividad como consecuencia de los cambios en los indicadores de desempeño son (tabla 6.7)

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS TI POR DIA	4.79	4.83	4.05
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	8.11	6.68	1.34
PROMEDIO CEPILLOS TI TERM. A TIEMPO/CEPILLOS TI PROG. POR DIA	8.06	6.62	1.33
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	8.02	6.64	1.48
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	8.12	7.42	5.77

TABLA 6.7 CAMBIOS EN EN EL INDICE DE PRODUCTIVIDAD COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE CADA INDICADOR EN LA PRODUCTIVIDAD

El impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad de la empresa se muestra a continuación (tabla 6.8):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
PROMEDIO DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS TI POR DIA	-40%	-26.27%	-20.67%
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DURANTE LA INYECCION POR DIA	-99%	-1.93%	-1.48%
PROMEDIO CEPILLOS TI TERM. A TIEMPO/CEPILLOS TI PROG. POR DIA	-47%	-1.13%	-70%
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN LA EXTRUSORA POR DIA	-96%	-1.34%	-12.19%
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN LA INYECTORA POR DIA	-1.14%	-13.33%	-34.99%

TABLA 6.8 EVALUACION DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD

EL CASO DE UNA EMPRESA TIPO A

En ésta sección se analiza el caso de una empresa tipo A, para lo cual se ha seleccionado una empresa productora de motores eléctricos. El caso específico que se muestra corresponde a un caso hipotético, sin embargo los datos que se muestran contribuyen a las condiciones de operación de una empresa fabricante de motores eléctricos.

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

El proceso de producción de motores eléctricos (figura 6.3) inicia con el torneado del cuerpo, el torneado de los soportes y la fabricación del embobinado. El cuerpo del motor es hecho de hierro gris y es torneado en el torno 1. Los soportes delanteros y traseros son de hierro gris y son torneados en el torno 2. El embobinado está hecho de alambre de cobre en una máquina embobinadora, el cual es colocado dentro del estator y posteriormente es barnizado dentro del mismo proceso. Posteriormente el cuerpo y el estator con el embobinado pasan a una prensa donde se ensamblan. Finalmente se ensamblan el cuerpo-estator, el rotor y los soportes para obtener un tipo de motor eléctrico.

Las condiciones de operación bajo las cuales trabaja cada una de las estaciones de trabajo en este caso se muestran a continuación (tabla 6.9). Aquí se puede observar el tamaño del lote de la materia prima que se recibe en cada proceso.

ESTACION DE TRABAJO	TAMAÑO DEL LOTE DE MATERIA PRIMA	TAMAÑO DEL LOTE DE PRODUCCION POR CORRIDA	TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION	FRECUENCIA DE FALLAS	DURACION PROMEDIO DE LAS FALLAS	DESPERDICIO DE PRODUCTOS
TORNO 1 (CUERPOS)	20 CUERPOS	1 CUERPO	$\mu=7.8$ MIN $\sigma=2$ MIN	-	0.00023% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	6 HORAS	2.9 %
TORNO 2 (SOPORTES)	20 SOPORTES DELANTEROS O TRASEROS	1 SOPORTE	SOP. DEL. $\mu=6.5$ MIN $\sigma=0.5$ MIN SOP. TRA. $\mu=6.5$ MIN $\sigma=0.5$ MIN	$\mu=15$ MIN $\sigma=10$ MIN	0.00023% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	3 HRS	2.6 %
EMBOBINADO	1 CARRETE DE ALAMBRE DE COBRE Y 20 ESTADORES	1 ESTAT.-EMB. (1 CARRETE PARA LOS 20 ESTADORES)	$\mu=22.5$ MIN $\sigma=4$ MIN	-	-	-	1.4 %
PRENSA DE ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO	20 ESTAT-EMB. Y 20 CUERPOS	1 ENSAMBLE EST.-CUERPO	$\mu=6.4$ MIN $\sigma=0.5$ MIN	-	0.0001% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA	8 HRS	-
ENSAMBLE FINAL	20 ENSAM. EST-CUERPO, 20 SOPORTES TRAS., 20 SOPORTES DEL Y 20 ROTORES-FLECHA	1 MOTOR ELECTRICO	$\mu=19.7$ MIN $\sigma=5$ MIN	-	-	-	9.9 %

TABLA 6.9 CONDICIONES DE OPERACION DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MOTORES ELECTRICOS (PLANTA TIPO A).

El tamaño del lote de producción por cada corrida, el tiempo de proceso de cada corrida, el tiempo promedio de preparación (tiempo para cambiar de producir una pieza a otra), la frecuencia de fallas (probabilidad de que la máquina falle en una hora específica), la duración promedio de las fallas y el desperdicio de productos durante el proceso. Para los análisis posteriores se harán las siguientes consideraciones basadas en estudios anteriores: la materia prima dentro del proceso se procesará por lotes tal y como se indicó anteriormente; la materia prima será surtida a las primeras estaciones conforme estas lo demanden y de acuerdo al tamaño del lote; el tiempo de proceso de cada lote tiene una distribución normal con una media igual al tiempo de proceso por pieza por el número de piezas del lote y una varianza igual a la varianza por pieza por el número de piezas del lote; el tiempo de preparación de cada máquina tiene una distribución exponencial; la frecuencia de fallas tiene una distribución exponencial y la duración promedio de las fallas tiene una distribución exponencial; los desperdicios de productos ocurrirán de manera uniforme; la demanda de productos será igual al total de lotes que pueda fabricar la planta.

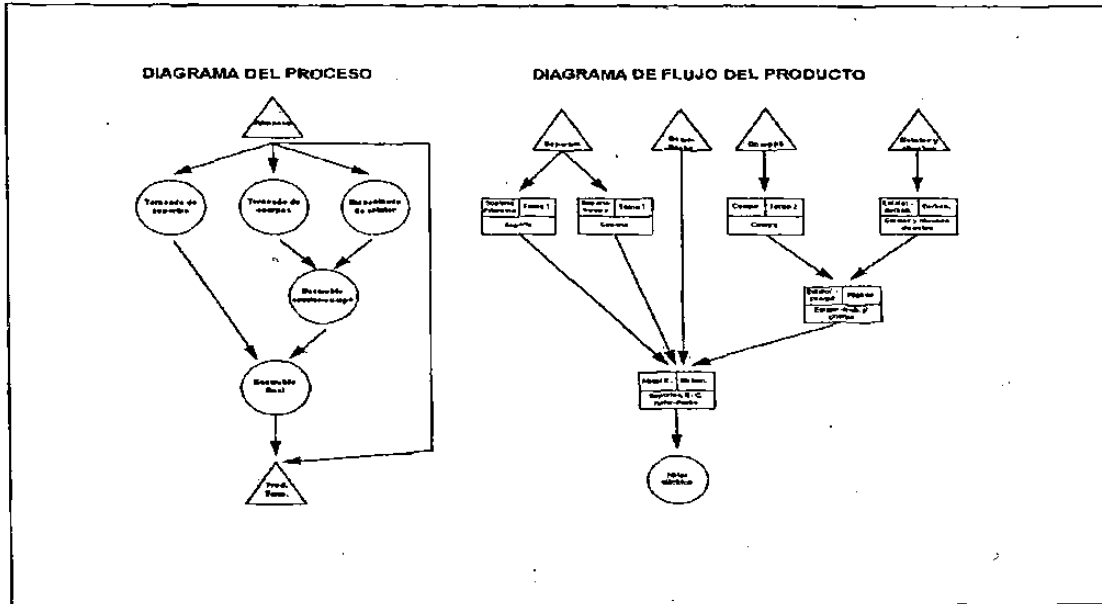


FIGURA 6.3 PROCESO DE FABRICACION DE MOTORES ELECTRICOS.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las principales entradas del proceso productivo son: el capital fijo (máquinas) el capital de trabajo (inventario de materia prima y producto en proceso) y la materia prima consumida; Mientras que las salidas del proceso productivo son: los motores producidos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito en cada parte del proceso se muestran a continuación (tabla 6.10):

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO					
PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
TORNO 1 (CUERPOS)	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
TORNO 2 (SOPORTES)	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	-TIEMPO DE PREPARACION
EMBOBINADO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	
PRENSA DE ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		-VARIABILIDAD DEL PROCESO -TIEMPOS MUERTOS	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA -TIEMPOS MUERTOS	
ENSAMBLE FINAL	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	-FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	-VARIABILIDAD DEL PROCESO	-VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	

TABLA 6.10 CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ESTABLECIMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para este caso la productividad se define como la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados, por lo tanto el índice de productividad total estará dado por la relación que existe entre los motores producidos y los recursos utilizados (capital de trabajo, capital fijo, mano de obra, etc.).

Sin embargo para cumplir con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa y con la estrategia de identificar aquellos indicadores que tengan mayor impacto en la productividad a fin de guiar a la empresa hacia la mejora de los mismos, es posible utilizar un índice de productividad múltiple mucho más simple que el índice total de

productividad, de tal manera que incluya en su medición únicamente aquellos insumos más importantes y cuyo uso será modificado con el cambio de los indicadores de desempeño, cuando todas las demás condiciones de operación permanecen iguales. Por tal motivo el índice múltiple de productividad que será utilizado para evaluar el impacto de algunos indicadores de desempeño en la productividad de la empresa será:

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE MOTORES VENDIDOS}}{\text{MATERIA PRIMA CONSUMIDA + CAPITAL FIJO (MAQUINARIA) + CAPITAL DE TRABAJO (INVENTARIO EN PROCESO)}}$$

Por otra parte, dadas las causas dentro del proceso que impiden el logro de los factores críticos de éxito, es posible definir un indicador de desempeño por cada factor crítico de éxito para aquella causa que impida en una mayor proporción el logro este factor de éxito. Estos indicadores de desempeño se muestra continuación (tabla 6.11).

FACTORES CRITICOS DE EXITO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
PROCESO					
TORNO 1 (CUERPOS)				PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA POR DIA	
TORNO 2 (SOPORTES)					TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION
EMBOBINADO					
PRENSA DE ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO	COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA MAQUINA POR FALLA				
ENSAMBLE FINAL		PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR DIA	PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO / PRODUCTOS PROG. POR DIA		

TABLA 6.11 INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA EVALUAR SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para medir los índices de productividad e indicadores de desempeño es necesario establecer los costos de las entradas que serán consideradas en la evaluación y de las salidas del sistema tal y como se muestra a continuación (tabla 6.12):

DESCRIPCION	COSTO EN PESOS
SALIDAS:	
MOTOR ELECTRICO	3500
ENTRADAS:	
CUERPO	300
SOORTE	100
ROTOR-FLECHA	350
ALAMBRE DE COBRE PARA EL EMOBINADO DEL MOTOR	220
TORNO 1	350,000
TORNO 2	600,000
EMBOBINADORA	200,000
PRESNA DE ENSAMBLE	70,000

TABLA 6.11 COSTOS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS A UTILIZAR EN LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

La planta productora de motores eléctricos será simulada bajo las condiciones de operación presentadas anteriormente y trabajando bajo el sistema de manufactura tradicional, el basado en Justo a Tiempo y el basado en Teoría de Restricciones. Para el sistema basado en Teoría de Restricciones el nivel máximo de inventario posible entre cada estación de trabajo será de un lote, en este caso la estación cuello de botella que es el embobinado no tendrá inventario dado que la materia prima que requiere está disponible en todo momento y será surtido en base a la demanda. Por otra parte para el sistema basado en Justo a Tiempo el nivel máximo de inventario entre cada estación será de un lote y su producción será en base a la demanda. Finalmente cuando se trabaja bajo el sistema adicional de manufactura el tamaño del lote máximo permisible entre cada estación será de 2 días de producción de la estación de embobinado es decir de 7 lotes de

producto en proceso, en este caso el torno que fabrica los soportes producirá un día el soporte delantero y otro día el soporte trasero.

De ésta manera después de que se simuló el desempeño de la planta por un período de 1 año (8760 horas) trabajando bajo cada uno de los sistemas de manufactura mencionados el índice de productividad y los indicadores de desempeño se comportaron de la siguiente manera (tabla 6.13).

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
INDICE DE PRODUCTIVIDAD	2.10	2.11	2.09
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA PRENSA POR FALLA	\$9,900	\$8,900	\$15,100
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	5.6 pza/día	5.7 pza/día	6.7 pza/día
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROG. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	0.51	0.5	0.52
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EL TORNO 1 POR DIA	5.9 min/día	4.3 min/día	1.4 min/día
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2 POR DIA	0.25 min/día	4.9 min/día	6.34 min/día

TABLA 6.13 CONDICIONES INICIALES DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIAR LOS INDICADORAS DE DESEMPEÑO A ANALIZAR

Para modificar los indicadores de desempeño y evaluar su impacto en la productividad se tomarán las siguientes acciones correctivas en cada caso: para evaluar el impacto del costo promedio diario debido al paro de la prensa por falla se considerará que no existen fallas; para evaluar el impacto del promedio de los productos defectuosos en ensamble final por día se considerará que no se producen defectos; para evaluar el impacto del promedio de partes terminados a tiempo, las partes programadas se considerará que todo lo que se programa se termina a tiempo (es decir que no existe variación en el tiempo de proceso en el ensamble final); para evaluar el impacto del

promedio de tiempo de paro por falla del torno 1 se considerará que no existen paros por falla; para evaluar el impacto del tiempo promedio de preparación del torno 2 se considerará que el tiempo de preparación cero.

IDENTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS EN ENTRADAS Y SALIDAS

Los cambios en las entradas y salidas debido al cambio en cada uno de los indicadores es de desempeño se muestran a continuación (tabla 6. 14):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA FRENSA POR FALLA	E= \$ 34,233,082 S= \$ 71,960,000	E= \$ 34,173,918 S= \$ 71,470,000	E= \$ 33,633,171 S= \$ 71,890,000
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	E= \$ 34,295,509 S= \$ 79,830,000	E= \$ 34,103,516 S= \$ 78,960,000	E= \$ 33,844,469 S= \$ 79,178,000
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROG. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	E= \$ 34,295,509 S= \$ 79,830,000	E= \$ 34,103,516 S= \$ 71,680,000	E= \$ 33,844,469 S= \$ 70,910,000
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EN EL TORNO 1 POR DIA	E= \$ 34,310,974 S= \$ 71,190,000	E= \$ 34,026,092 S= \$ 70,350,000	E= \$ 33,776,514 S= \$ 69,790,000
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2	E= \$ 34,127,567 S= \$ 71,610,000	E= \$ 34,417,985 S= \$ 71,960,000	E= \$ 33,665,981 S= \$ 71,890,000

TABLA 6.14 CAMBIOS EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Los cambios en el índice de productividad como consecuencia de los cambios e los indicadores de desempeño son (tabla 6.15):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA FRENSA POR FALLA	2.10	2.09	2.14
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	2.30	2.32	2.30
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROC. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	2.10	2.10	2.10
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EN EL TORNO 1 POR DIA	2.07	2.07	2.07
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2	2.10	2.09	2.14

TABLA 6.15 CAMBIOS EN EN EL INDICE DE PRODUCTIVIDAD COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO EN CADA UNO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE CADA INDICADOR EN LA PRODUCTIVIDAD

El impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad de la empresa se muestra a continuación (tabla 6.16):

CONCEPTO	TRADICIONAL	TOC	JIT
COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA PRENSA POR FALLA	0.18%	-0.69%	2.22%
PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN ENSAMBLE FINAL POR DIA	9.82%	9.94%	11.87%
PROMEDIO DE PRODUCTOS TERM. A TIEMPO/PRODUCTOS PROG. POR DIA EN ENSAMBLE FINAL	0.19%	-0.19%	0.20%
PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA EN EN EL TORNO 1 POR DIA	-1.11%	-1.82%	-1.19%
TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION EN EL TORNO 2	0%	-0.72%	2.12%

TABLA 6.16 EVALUACION DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD

EL CASO DE UNA EMPRESA TIPO T

En esta sección se analiza el caso de una empresa tipo T, para lo cual se ha seleccionado una empresa que fabrica mangos para escoba. El caso específico que se muestra corresponde a un caso hipotético, sin embargo los datos que se muestra corresponden a las condiciones de operación de una empresa fabricante de mangos para escoba.

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

El proceso de producción de mangos para escoba (figura 6.4) inicia con el cabeceado de los mangos, posteriormente pasa al lijado y sellado y finalmente se pinta.

Los mangos son recibidos en bultos de 50 mangos, los cuales son cabeceados en una máquina cabeceadora. Posteriormente son colocados en una lijadora automática y al salir de ésta se aplica un sellador a los mangos. Finalmente los mangos pasan a una de las dos estaciones de pintura, donde los mangos se pueden pintar en uno de los tres colores disponibles en cada estación.

Las condiciones de operación bajo las cuales trabaja cada una de las estaciones desde de trabajo en este caso se muestran a continuación (tabla 6.17). Aquí se puede observar el tamaño del lote de la materia prima que se recibe en cada proceso, el tamaño del lote de producción por cada corrida, el tiempo de proceso de cada colada, el tiempo promedio de preparación (tiempo para cambiar de producir una pieza a otra), la frecuencia de fallas (probabilidad de que la máquina falle en una hora específica), la duración promedio de las fallas y el desperdicio de productos durante el proceso.

ESTACION DE TRABAJO	TAMAÑO DEL LOTE DE MATERIA PRIMA	TAMAÑO DEL LOTE DE PRODUCCION POR CORRIDA	TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION	FRECUENCIA DE FALLAS	DURACION PROMEDIO DE LAS FALLAS	DESPERDICIO DE PRODUCTOS
CABECEADO	50 MANGOS	1 MANGO	$\mu=4$ SEG $\sigma=0.3$ SEG	-	0.00137% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	2 HORAS	-
LIJADO Y SELLADO	50 MANGOS	1 MANGO	$\mu=15$ SEG $\sigma=0.3$ SEG	-	0.0027% DE PROB. DE FALLA EN 1 HORA ESPECIFICA	30 MIN	4%
PINTADO MANUAL ESTACION 1 Y 2	50 MANGOS Y 20 LTS DE PINTURA	1 MANGO (60 MANGOS POR LITRO)	$\mu=7$ SEG $\sigma=1$ SEG	45 MIN POR CADA CAMBIO DE COLOR	-	-	-

TABLA 6.17 CONDICIONES DE OPERACION DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MANGOS PARA ESCOBA (PLANTA TIPO T).

Para los análisis posteriores se harán las siguientes consideraciones basadas en estudios anteriores: la materia prima dentro del proceso se procesará por lotes tal y como se indicó anteriormente; la materia prima será surtida a las primeras estaciones conforme éstas lo demanden y de acuerdo al tamaño del lote; el tiempo de proceso de cada lote tiene una distribución normal con una media igual al tiempo de proceso por pieza por el número de piezas del lote y una varianza igual a la varianza por pieza por el número de piezas del lote; el tiempo de preparación de cada máquina tiene una distribución normal; el tiempo entre fallas tiene una distribución exponencial y la duración promedio de las fallas tiene una distribución exponencial; los desperdicios de productos ocurrirán de manera uniforme; la demanda de productos será igual al total de lotes que pueda fabricar la planta de tal manera que surta un lote de cada uno de los tres colores al mismo tiempo.

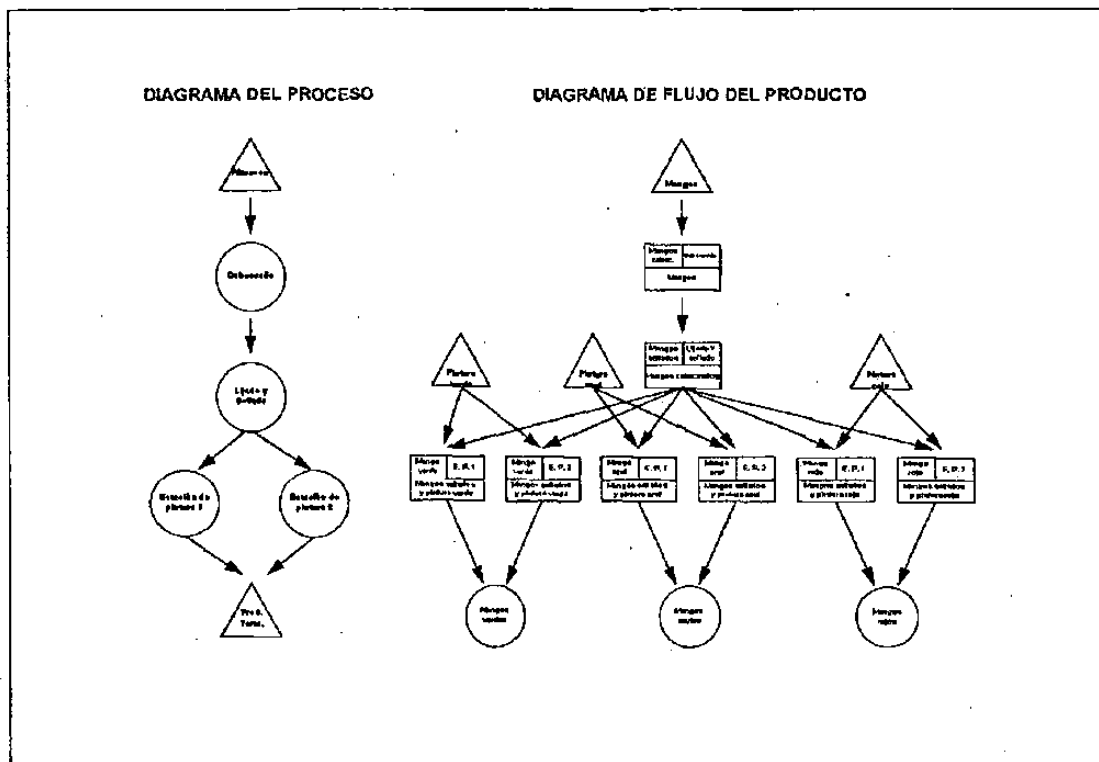


FIGURA 6.4 PROCESO DE FABRICACION DE MANGOS DE ESCOBA.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las principales entradas del proceso productivo son: el capital fijo (máquinas) el capital de trabajo (inventario de materia prima y producto en proceso) y la materia prima consumida. Mientras que las salidas del proceso productivo son: los mangos vendidos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito en cada parte del proceso se muestran a continuación (tabla 6.18):

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO					
PROCESO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
CABECEADO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		•VARIABILIDAD DEL PROCESO •TIEMPOS MUERTOS	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA •TIEMPOS MUERTOS	
LIJADO Y SELLADO	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO	•FALTA DE CONTROL DEL PROCESO	•VARIABILIDAD DEL PROCESO •TIEMPOS MUERTOS	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA •TIEMPOS MUERTOS	
PINTADO MANUAL ESTACION 1	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		•VARIABILIDAD DEL PROCESO	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	•TIEMPO DE PREPARACION
PINTADO MANUAL ESTACION 2	-TIEMPOS MUERTOS -EXCESO DE INVENTARIO		•VARIABILIDAD DEL PROCESO	•VARIABILIDAD EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	•TIEMPO DE PREPARACION

TABLA 6.18 CAUSAS QUE IMPIDEN EL LOGRO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para este caso la productividad se define como la relación que existe entre los productos requeridos de acuerdo a la demanda y los recursos utilizados, por lo tanto el índice de productividad total estará dado por la relación que existe entre los mangos vendidos y los recursos utilizados (capital de trabajo, capital fijo, mano de obra, etc.).

Sin embargo para cumplir con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa y con la estrategia de identificar aquellos indicadores que tengan un mayor impacto en la productividad a fin de guiar a la empresa hacia la mejora de los mismos, es posible utilizar un índice de productividad múltiple mucho más simple que el índice total de productividad, de tal manera que incluya en su medición únicamente aquellos insumos más importantes y cuyo uso será modificado con el cambio de los indicadores de desempeño cuando todas las demás condiciones de operación permanecen iguales. Por tal motivo el índice múltiple de productividad que será utilizado para evaluar el impacto de los indicadores de desempeño en la productividad de la empresa será:

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE MANGOS VENDIDOS}}{\text{MATERIA PRIMA CONSUMIDA + CAPITAL FIJO (MAQUINARIA) + CAPITAL DE TRABAJO (INVENTARIO EN PROCESO)}}$$

Por otra parte dadas las causas dentro del proceso que impiden el logro de los factores críticos de éxito, es posible definir un indicador de desempeño por cada factor crítico de éxito para aquella causa que impidan en una mayor proporción el logro de este factor de éxito. Estos indicadores de desempeño se muestran continuación (tabla 6.19).

FACTORES CRITICOS DE EXITO	COSTO	CALIDAD	SERVICIO	TIEMPO DE RESPUESTA	FLEXIBILIDAD
PROCESO					
CABECEADO	-COSTO PROMEDIO DIARIO DEBIDO AL PARO DE LA CABECEADORA POR FALLA				
LIJADO Y SELLADO		-% PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR DIA	-PROMEDIO DIARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS A TIEMPO PROGRAMADOS	-PROMEDIO DE TIEMPO DE PARO POR FALLA POR DIA	
PINTADO MANUAL ESTACION 1					-TIEMPO PROMEDIO DE PREPARACION

TABLA 6.19 INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA EVALUAR SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

MEDICION DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para medir los índices de productividad e indicadores de desempeño es necesario establecer los costos de las entradas que serán consideradas en la evaluación y de las salidas del sistema tal y como se muestra a continuación (tabla 6.20):

DESCRIPCION	COSTO EN PESOS
SALIDAS:	
MANGOS DE ESCOBA PINTADOS	25
ENTRADAS:	
MANGOS	0.90
PINTURA (20 LITROS)	180
CADECEADORA	15,000
LIJADORA	35,000

TABLA 6.20 COSTOS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS A UTILIZAR EN LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

La planta productora de mangos para escoba será simulada bajo las condiciones de operación presentadas anteriormente y trabajando bajo el sistema de manufactura tradicional, el basado en Justo a Tiempo y el basado en Teoría de Restricciones. Para el sistema basado en Teoría de Restricciones el nivel máximo de inventario permisible entre cada estación de trabajo será de un lote, en este caso en la estación cuello de botella que es la lijadora y selladora, el inventario máximo permisible será 2.06 horas ó 10 lotes de mangos cabeceados. Por otra parte para el sistema basado en Justo a Tiempo el nivel máximo de inventario entre cada estación será de un lote y su producción será en base a la demanda. Finalmente cuando se trabajó el sistema tradicional de manufactura el tamaño del lote máximo permisible entre cada estación será de 2 días de producción de la estación de lijado y sellado es decir de 116 lotes de producto en proceso.

De esta manera después de que se simuló el desempeño de la planta por un periodo de 1 año (8760 horas), trabajando bajo cada uno de los sistemas de manufactura mencionados el índice de productividad y los indicadores de desempeño, se comportaron de una manera específica.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CAMBIAR LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO A ANALIZAR

Para modificar los indicadores de desempeño y evaluar su impacto en la productividad se tomaran las siguientes acciones colectivas en cada caso: para evaluar el impacto del costo promedio diario debido al paro de la cabeceadora por falla se considerará que no existen fallas; para evaluar el impacto del promedio de los productos defectuosos en el proceso de lijado y sellado por día se considerara que no se producen defectos; para evaluar el impacto del promedio de partes terminadas a tiempo, las partes programadas en el proceso de lijado y sellado se considerará que todo lo que se programa se termina a tiempo (es decir que no existe variación en el tiempo de proceso de lijado y sellado); para evaluar el impacto del promedio de tiempo de paro por falla en el proceso de lijado y sellado se considerara que no existen paros por falla; para evaluar el impacto del tiempo promedio de preparación en la estación 1 de pilotado manual se considerara que el tiempo de preparación es cero.

ANALISIS DEL IMPACTO DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA PRODUCTIVIDAD

En el caso de la empresa productora de cepillos de polipropileno (planta tipo V) se puede observar que al evaluar el impacto del cambio de las ventas de los cepillos T1 en la productividad, ésta disminuye en el sistema tradicional y en el sistema basado en Teoría de Restricciones, sin embargo aumenta drásticamente bajo el sistema basado en Justo a Tiempo. Este hecho se debe principalmente a que las preparaciones de la máquina inyectora de plástico, bajo el sistema Justo a Tiempo, se hacen después de

producir un lote lo que disminuye la producción del sistema, mientras que en los otros casos se trataba de amortiguar la preparación con inventario en proceso, lo que aumentaba la producción.

Por otra parte para este caso, al evaluar el impacto del tiempo de preparación de la inyectora se puede observar que bajo el sistema basado en Justo a Tiempo se incrementa drásticamente su productividad comparado con los otros dos. Este resultado se debe principalmente a la cantidad de cambios necesarios que se deben de hacer bajo este sistema para producir en base a la demanda y sin generar exceso de inventario dentro del proceso.

Finalmente los indicadores de desempeño restantes para este caso tiene impacto mucho menor en la productividad y por lo tanto el cambio de estos mediante proceso de mejora resulta menos importante.

En el caso de la empresa productora de motores eléctricos (planta tipo A) el cambio en el promedio de productos defectuosos por día en el ensamble final representó el impacto mayor en la productividad en los tres sistemas de manufactura, ya que de ésta estación depende directamente el resultado final. Por otra parte la mejora del resto de los indicadores de desempeño evaluados corresponden a indicadores de desempeño de las primeras estaciones, las cuales producen en paralelo y como consecuencia la mejora de una de estas estaciones no elimina los desperdicios de la otra y por lo tanto no contribuye al resultado final.

En el caso de la empresa productora de mangos de escoba (planta tipo T) el indicador que tiene un mayor impacto en la productividad es sin lugar a duda el promedio de productos defectuosos en el lijado y sellado por día, en cualquiera de los sistemas de manufactura ya que ésta estación es la estación cuello de botella por lo cual cualquier mejora en la efectividad de la misma se puede ver reflejada en una mejora en la productividad global de la empresa. La mayoría de los indicadores de desempeño restantes tienen un impacto mucho mayor en el sistema de manufactura basado en Justo a Tiempo y en el basado en Teoría de Restricciones ya que el inventario en estos sistemas esta restringido y cualquier problema se refleja en el resultado final.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El concepto de productividad en las empresas de manufactura a evolucionado con el paso de los años. Si se parte del hecho de que la productividad se define como la propiedad de un sistema de generar ó producir algo de tal manera que permite apreciarlo como igual, mejor ó peor a los restantes de su especie, entonces es posible que cada sistema tendrá una manera de apreciarse que es diferente a los restantes de su especie ya que la misión de cada uno puede ser diferente. En otras palabras una empresa cuya misión sea la de satisfacer necesidades de dichos clientes, podrá saber que es más productiva en la medida que satisfaga en una mayor proporción las necesidades de dichos clientes, por otra parte una empresa cuya misión sea la de fabricar productos, apreciará que es más productiva en la medida en la que fabrique una mayor cantidad de productos. De esta manera el concepto de productividad que tenga cada empresa será diferente y estará en función propiamente de su misión. Una empresa buscará

compararse con aquellas empresas que tengan su misma misión, en virtud de que dichas empresas representarán su competencia. Por otra parte aquellas empresas cuyo propósito ó misión sea diferente no pondrán compararse a través de su medición de productividad respectiva, debido a que no persiguen lo mismo y por lo tanto no representan competencia alguna entre sí, lo cual indica que no tendrán necesidad de compararse.

Actualmente la misión de las empresas manufactureras esta enfocada a producir algo en función de utilizar la menor cantidad de recursos posibles, por lo cual la productividad es medida estableciendo la relación entre el **output** (salidas) y el **input** (entradas) del sistema que se este analizando, en un periodo determinado de tiempo.

Por otra parte la manera de administrar la productividad en las empresas de manufactura a cambiado radicalmente. Dicha administración de la productividad se debe de llevar a cabo mediante el proceso de medición, evaluación, planeación y mejoramiento. Bajo el esquema tradicional la administración de la productividad es llevada a cabo mediante el uso de índices de productividad, sin embargo esto constituye un gran obstáculo para aquellas empresas que desean convertirse en empresas de clase mundial. Primeramente porque la administración tradicional basada en información contable y financiera ya no es, del todo, relevante ni de utilidad para este tipo de empresas. En segundo lugar por que los clientes requieren cada vez más altos niveles de calidad, desempeño y flexibilidad, teniendo que los sistemas tradicionales de medición no evalúan estos puntos y finalmente por que las técnicas de administración de utilizadas en las plantas productivas han cambiado significativamente y es imposible e improcedente utilizar los sistemas tradicionales de administración para lograr una **mejora continua** y rápida, lo cual es la base fundamental para lograr que una empresa sea considerada de clase mundial. De acuerdo con la **manufactura de clase mundial** la administración de la productividad debe de hacerse mediante un sistema de medición de desempeño, basándose precisamente en indicadores de desempeño. Dichos indicadores se encuentran directamente relacionados con la estrategia de manufactura y con los factores críticos de éxito, utilizando principalmente mediciones no contables ni financieras, así mismo son diferentes para cada empresa, cambiando con el tiempo de acuerdo a las necesidades que se tengan, siendo simples y fáciles de utilizar ó poner en

práctica, proporcionando información rápida al personal operativo así como a los directivos para propiciar la **mejora continua** y no solo para monitorearla.

Las tres filosofías de manufactura actuales proporcionan tres conceptos diferentes de productividad y por lo tanto tres maneras diferentes de mejorarla. Para el sistema tradicional de manufactura la productividad es la relación que existe entre la producción obtenida y las máquinas ó personas utilizadas para ello y su estrategia de mejora se basa en controlar la producción de tal manera que se aumente la utilización de los recursos (máquinas ó personas). Por otra parte para el sistema de manufactura basado en **Justo a Tiempo** la productividad es la relación que existe entre las ventas y los recursos utilizados, y su estrategia para mejorarla se basa en la eliminación de todos los desperdicios. Finalmente para el sistema de manufactura basado en **Teoría de Restricciones** la productividad es la relación que existe entre el **troughtput** y los gastos de operación y su estrategia de mejora se basa en la administración de los cuellos de botella. Sin embargo debido a que cada empresa tiene una misión diferente, un concepto diferente de productividad y problemas diferentes, es casi imposible que trate de aplicar por completo una de estas filosofías, por lo que una alternativa diferente que le permitirá a cualquier empresa, con cualquier misión, con cualquier concepto de productividad y con cualquier tipo de problemas, identificar la manera de ser más productivo, es mediante la aplicación de la metodología para evaluar el impacto de ciertos indicadores de desempeño en la productividad de las empresas manufactureras que se muestra en este trabajo de Tesis.

Una de las partes más importantes en el establecimiento de un sistema de medición del desempeño es el análisis del proceso, ya que en base a este se identificarán las causas que impiden el logro de los factores críticos de éxito y finalmente se definirán los indicadores de desempeño. Por lo cual con la construcción de un diagrama del producto será posible conocer la secuencia de operaciones y con la construcción del diagrama de flujo del producto será posible conocer el flujo del producto por las diferentes estaciones y las interacciones que ocurren durante el proceso, identificando de esta manera los problemas de planeación y control de la producción que existe en la planta. Con ambos diagramas del proceso es posible identificar más fácilmente las causas que impiden el

logro de los factores críticos de éxito y por lo tanto constituyen una herramienta de gran importancia en el proceso de definición de indicadores de desempeño.

La clasificación “V”, “A” y “T” de las empresas manufactureras de acuerdo con su diagrama de flujo del producto permite visualizar los problemas de control y planeación de la producción dentro del proceso, cada una de este tipo de empresas presentan problemas característicos, por lo cual es posible orientar a la organización de una manera más sencilla durante el proceso de definición de indicadores de desempeño.

La metodología propuesta en esta Tesis permite a las empresas manufactureras definir su concepto de productividad, identificar los indicadores de desempeño de acuerdo a sus características particulares, identificar aquellos indicadores de desempeño cuyo cambio tiene un mayor impacto en su productividad y finalmente ayuda a las empresas manufactureras a orientar sus esfuerzos de mejora de la productividad.

En los casos específicos que analizaron de las empresas “V”, “A” y “T” se puede observar que es posible que el cambio en un indicador de desempeño disminuya la productividad bajo cierto sistema de producción y la aumente bajo otro sistema de producción, por lo cual el hecho de que un indicador de desempeño sea mejorado no implica que se mejore en todos los casos, de aquí la importancia de evaluar el impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad a fin de guiar a la organización en la obtención de resultados.

Cabe recalcar que existen dos factores muy importantes que a fin de cuentas determinan la productividad en una planta manufacturera: las condiciones de operación y el sistema de producción. De aquí la importancia de conocer las condiciones de operación para poder definir el sistema de producción, ya que bajo ciertas condiciones cada uno será mejor que los demás.

RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son:

1. Utilizar la metodología propuesta para desarrollar un diagnóstico general a la medida para una empresa específica.
2. Definir una nueva metodología para evaluar el impacto de los indicadores de desempeño en la productividad de empresas de servicio, basado en la metodología propuesta para empresas manufactureras.
3. Utilizar la metodología propuesta en casos diferentes.

FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

CAPITULO 2

2.1	Representación del concepto actual de productividad y su relación con los enfoques de manufactura y servicios.	18
2.2	desglose de la división corporativa a lo largo de la organización.	22
2.3	Los factores clave de éxito mas importantes en la industria manufacturera de los últimos años.	24
2.4	El proceso de administración de la productividad.	27
2.5	Principales mediciones de efectividad y eficiencia en una empresa manufacturera.	30
2.6	Características de los indicadores de desempeño utilizados en la manufactura de clase mundial a medida que estos son utilizados en un nivel mas bajo de la organización.	44

2.7	Esquema tradicional de desglose de la misión de la empresa y de control de la productividad en una empresa manufacturera.	46
2.8	Esquema de clase mundial de desglose de la misión de la empresa y de control de la productividad en una empresa manufacturera.	47

CAPITULO 4

4.1	Formato utilizado para la representación de una estación en un diagrama de flujo del producto.	64
4.2	Diagrama del producto.	65
4.3	Diagrama de flujo del producto típico de una planta tipo "V".	68
4.4	Diagrama de flujo del producto típico de una planta tipo "A".	71
4.5	Diagrama de flujo del producto para una planta tipo "T".	74

CAPITULO 5

5.1	Metodología para evaluar el impacto de algunos indicadores de desempeño en la productividad de una empresa manufacturera.	81
5.2	Diagrama general del proceso de transformación en una empresa .	82
5.3	Desglose de la visión corporativa a lo largo de la organización.	83

CAPITULO 6

6.1	Delimitación del sistema a analizar.	91
6.2	Proceso de fabricación de cepillos.	94
6.3	Proceso de fabricación de motores eléctricos.	104
6.4	Proceso de fabricación de mangos de escoba.	113

TABLAS

CAPITULO 2

2.1	El concepto de productividad a lo largo del tiempo en una empresa de manufactura en función de su misión.	20
2.2	Las mediciones de productividad en una empresa de manufactura en función de sus factores clave de éxito y de misión en el enfoque de servicio y manufactura.	30
2.3	Los índices de productividad, sus características y los autores que iniciaron su desarrollo.	34
2.4	Indicadores de desempeño propuestos por algunos autores en función de los factores clave de éxito.	43-44

CAPITULO 3

3.1	Las filosofías de manufactura, su concepto de productividad, sus estrategias de mejora y su efecto.	60
3.2	La relación entre las estrategias para mejorar la productividad propuestas por las filosofías de manufactura y los factores clave de éxito de las empresas.	62

CAPITULO 4

4.1	Causas que impiden el logro de los factores clave de éxito para cada tipo de planta de acuerdo a sus características.	77
4.2	Indicadores de desempeño que pueden utilizar cada uno de los tipos de planta en función de sus factores de éxito.	78

CAPITULO 6

6.1	Condiciones de operaciones de una empresa productora de cepillos de polipropileno (planta tipo “V”).	93
6.2	Causas que impiden el logro de los factores típicos de éxito.	95
6.3	Indicadores de desempeño seleccionados para evaluar su impacto en la productividad de la empresa.	97
6.4	Costos de las entradas y salidas a utilizar en la medición de la productividad.	98
6.5	Condiciones iniciales del índice de productividad e indicadores de desempeño.	99
6.6	Cambios en las entradas y salidas del proceso como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño.	100
6.7	Cambios en el índice de productividad como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño.	101
6.8	Evaluación del impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad.	101
6.9	Condiciones de operaciones de una empresa productora de motores eléctricos (planta tipo “A”).	103
6.10	Causa que impide el logro de los factores críticos de éxito.	105
6.11	Indicadores de desempeño seleccionados para evaluar su impacto en la productividad de la empresa.	106
6.12	Costos de las entradas y salidas a utilizar en la medición de la productividad.	107
6.13	Condiciones iniciales del índice de productividad e indicadores de desempeño.	109

6.14	Cambios de las entradas y salidas del proceso como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño	109
6.15	Cambios en el índice de productividad como consecuencia del cambio en cada uno de los indicadores de desempeño.	110
6.16	Evaluación del impacto del cambio de los indicadores de desempeño en la productividad.	111
6.17	Condiciones de operación de una empresa productora de 112 mangos para escoba (planta tipo "T")	112
6.18	Causas que impiden el logro de los factores típicos de éxito.	114
6.19	Indicadores de desempeño seleccionados para evaluar su impacto en la productividad de la empresa.	116
6.20	Costos de las entradas y salidas a utilizar en la medición de la productividad.	117

BIBLIOGRAFIA

1. **Diccionario de la Lengua Española**, editorial Real Academia Española, 1982
2. Brand David, **Productividad: La solución a los problemas de la empresa**, editorial Mc Graw Hill, 1987.
3. Dieck Antonio, Moras Rafael, **Industrial applications of JIT : lessonsto be learned**, Production and Inventory management Journal third quarter, 1992.
4. Edosomwan Johnson A., **The meaning and mensurement of productivity at the company level**, Peopeland product managment in manufacturin, editorial elsevir, 1990.
5. Edosomwan Jonshon A. **Pull and Push Low-Volume Production System**, People and product management in manufacturing, editorial elsevir, 1990.
6. Ciik P. David, **A Simulation Comparison of Traditional, JIT, and TOC Manufacturing Systems in a Flow Shop whit Bottlenecks**, Production an Inventory Management Journal, Frist Quarter, 1994.
7. Sumanth D. J., **Ingenieria y Administración de la productividad**, editorial Mc Graw Hill, 1990.
8. Cristopher William F., Thor Carl G., **Hanbokk for Productivity and Improvement**, editorial Productivity Press, 1993.
9. Schonberger Richard J., **Building a chain of constumers**, editorial The free press, 1990.
10. Maskell Brian H., **Performance measurement for world class manufacturing**, editorial Productivity Press 1991.
11. Kaplan Robert, **Measures for manufacturing excellence**, editorial Harvard Business School Press, 1990.
12. Riggs James L., **Production Systems: Planing, Analysis and Control**, editorial Waveland Press Inc., 1987.
13. Mail Paul., **Improving Total Productivity**, editorial Wiley intercience, 1978.
14. Mundel Marvin E., **Improving Productivity and Efectivencess**, editorial Prentice Hall, 1983.

15. Norsworthy J. R. Jang S. L., **Empirical measurement and analysis of productivity and technological change**, editorial Elsevier Science, 1992.
16. Hayes Robert H., Eheelwrigth Steven C., Clark Kim B., **Dynamic manufacturing**, editorial The Free Press, 1988.
17. Edosomwan Johnson A., **The meaning and measurement of productivity at the company level**, People and product management in manufacturing, editorial Elsevir Siencie, 1990.
18. Dogramaci Ali, Adam Nabil R., **Managerial issues in productivity analysis**, editorial Kluwer - Nijhoff, 1985.
19. Schonberger Richard J., **World Century Manufacturing**, editorial The Free Press, 1986.
20. Gunn, Thomas G., **21st Century Manufacturing: Winning Busines Performance**, editorial Harvard Nusiness School Press, 1992.
21. Schonberger Richard, **The Kanban System**, IFS Publications Ltd, 1987.
22. Hay Edward J., **Justo a Tiempo**, Editorial Norma, 1988.
23. Wantuck A. Kenneth, **The Japanese Approach to Productivity**, The Bendix Corporation, 1981.
24. Wantuck A. Kenneth, **Just in Time for America**, Primera edición, Editorial KWA Media, 1989.
25. Shingo, Shingeo, **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**, Productivity press, 1985.
26. Shingo, Shingeo, **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka Yoke System**, Productivity press, 1985.
27. Imai, Masaaki, **Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japones**, editorial Continental, 1989.
28. Japan Management Association, Tokio, **Kanaban Just in Time at Toyota**, Productivity press 1986.
29. Goldratt, Eliyahu M., **Teory of Constrains**, North River Press Inc, 1990.
30. Chase Richard B y Aquilano Nicolas J., **Dirección y administración de la producción y de las operaciones**, Editorial Iberoamericana S.A. 1994.

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Candidato para el Grado de :

Maestría en Ciencias de la Administración

**Tesis : PRODUCTIVIDAD EN LA MANUFACTURA E IMPACTO
DE CIERTOS INDICADORES DE DESEMPEÑO.**

Campo de Estudio ó rama Profesional :

Licenciatura en Ing. Mecanico Administrador.

Lugar y fecha de nacimiento :

Monterrey, Nuevo León, México; el 29 de Septiembre de 1952.

Nombre de los Padres :

Sr. Enrique Alvarado Paredes (+) y la Sra. Olimpia Ramírez Garza.

Escuela y Universidad cursada :

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Grado de Estudios y Título obtenido :

Licenciatura, Ingeniero Mecánico Administrador

Experiencia Profesional :

Experiencia Práctica de 18 años, en las siguientes áreas de desempeño de la Industria Privada : 1) Producción, 2)Control de Calidad,3)Control de Producción,4) Mantenimiento General de Planta, 5)Mantenimiento de Equipo de Transporte (ligero y Pesado), 6)Seguridad Industrial, 7)Asuntos Viales, 8)Infraestructura y Construcción (Obra Civil y Electromecánica), 9)Ingeniería, Fabricación, Instalación y Mantenimiento de Equipo de Refrigeración y 10) Diseño y fabricación de partes y equipos especiales (Maquinado, Pailería y Soldadura)

Experiencia Docente de 6 años, en las siguientes áreas de desempeño de la F.I.M.E.- U.A.N.L.: Clases de 1)Taller Eléctrico y Mecánico, 2)Introducción a la Ingeniería, 3)Control de Producción, 4)Física I, 5)Física III, 6)Algebra, 7)Estadística I, 8)Administración de Mantenimiento.

Clase y Laboratorio de : a)Procesos de Manufactura y b)Administración de la Producción.

Cursos Técnicos en el D.E.C. : a)Electricidad Básica y b)Instalaciones Eléctricas .

Organizaciones Profesionales a que pertenezco:

Asociación de Ingenieros Mecánicos Administradores.

