

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY**

**CAMPUS MONTERREY**

**ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS**



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MANUFACTURA  
ESBELTA COMBINANDO LA METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN  
DE EMPRESAS EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DE UN  
PRODUCTO NUEVO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN DIRECCIÓN PARA LA MANUFACTURA**

**POR:**

**Mirna Lucía Delgadillo Ruíz**

**CD. JUÁREZ, CHIHUAHUA,**

**NOVIEMBRE DE 2007**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE  
MONTERREY**

**CAMPUS MONTERREY**

**ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS**



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MANUFACTURA  
ESBELTA COMBINANDO LA METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN  
DE EMPRESAS EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DE UN  
PRODUCTO NUEVO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN DIRECCIÓN PARA LA MANUFACTURA**

**POR:**

**Mirna Lucía Delgadillo Ruíz**

**Cd. Juárez, Chihuahua.**

**Noviembre de 2007**

## **DEDICATORIA**

**A mis padres**

Por darme siempre el apoyo moral y la confianza para terminar satisfactoriamente este trabajo de investigación.

**A mi esposo Omar Quintero**

Por dedicar parte de su tiempo, darme consejos, confiar en mí y apoyarme incondicionalmente en el desarrollo de este trabajo logrando la culminación de una meta establecida.

**A mis hermanas y sobrino Alejandro**

Por su tiempo y apoyo incondicional para cumplir con la realización de este trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Es muy importante para mí, todo el apoyo brindado por las personas que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación; por tal motivo agradezco sinceramente:

A mi asesor el Dr. Rubén Beltrán del Río por aceptar ser mi asesor y brindarme el apoyo necesario para poder culminar con esta investigación.

A mi asesor Jorge Arturo Hernández por apoyo en la revisión de este proyecto de investigación.

A mi asesor de la empresa y amigo Gabriel Alfageme Camacho por su tiempo y apoyo durante la realización de este trabajo de investigación.

A mis profesores de la maestría por transmitirme su experiencia a través de estos 3 años y darme el soporte para culminar otra etapa de mi crecimiento profesional.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación presenta un modelo de integración que tiene como objetivo evaluar el impacto del involucramiento y participación del personal operativo en la implementación de Manufactura Esbelta para un producto nuevo dentro de una empresa de producto médico.

Para iniciar con este trabajo se realizó primero la búsqueda de la revisión bibliográfica contemplando los temas de: Manufactura Tradicional, Manufactura Esbelta, Comportamiento Organizacional e Ingeniería para la Integración de Empresas.

Una vez definido los conceptos que se utilizarían en el desarrollo del modelo se tomó en cuenta el marco de referencia tanto de Geram como el de MIE para realizar la modelación del proceso en estudio combinando las herramientas de Manufactura Esbelta y los Métodos de Comportamiento Organizacional. Esto debido a que el proceso en estudio se realizaría en una línea de producción existente para un producto nuevo.

La implementación de estrategias requiere de la definición de metodologías que ayuden de manera específica y práctica en los procesos de cambio en la organización, identificando áreas de oportunidad y proponiendo soluciones que se reflejen en indicadores operativos tomando en cuenta este proceso desde su etapa de diseño.

La comprobación de que la utilización de las metodologías tiene resultados positivos, se presenta en un caso práctico combinando las herramientas de Manufactura Esbelta y Métodos de Comportamiento Organizacional así como la utilización de los conceptos de Integración de la empresa para entender y facilitar las acciones desde el primer proceso hasta la manufactura del producto.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
CONTENIDO .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE TABLAS .....	X
LISTA DE TABLAS .....	X
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Descripción del Problema.....	3
1.3    Justificación de la Tesis .....	6
1.4    Objetivo de la Tesis .....	7
1.4.1    Objetivos Específicos .....	7
1.5    Preguntas de Investigación.....	8
1.6    Hipótesis.....	8
1.7    Alcance.....	9
1.8    Metodología.....	9
1.9    Organización de la Tesis .....	10
CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1    Introducción .....	11
2.1.1    Manufactura Tradicional o Empuje.....	11
2.1.2    Antecedentes de la Manufactura Tradicional o Empuje .....	12
2.2.    Manufactura Esbelta.....	13
2.2.1    Definición de Manufactura Esbelta.....	13
2.2.1.1    Antecedentes de la Manufactura Esbelta .....	13
2.2.1.2    Herramientas y Fundamentos de la Manufactura Esbelta .....	17
2.3    Comportamiento Organizacional .....	34

2.3.1 Definición de Comportamiento Organizacional .....	34
2.3.2 Métodos del Comportamiento Organizacional .....	37
2.3.3 Elementos de cambio en una organización .....	41
2.4 Integración de Empresas .....	44
2.4.1 Definición de Integración de empresa .....	44
2.4.2 Sistemas de Manufactura en la Ingeniería para la .....	46
Integración de Empresas .....	46
<b>CAPITULO III. MODELOS DE REFERENCIA PARA LA INTEGRACION DE EMPRESAS .....</b>	<b>54</b>
3.1 GERAM (Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology) .....	54
3.2 MIE (Ingeniería de Integración de la empresa).....	55
<b>CAPITULO IV. IMPLEMENTACION DE LAS DOS METODOLOGIAS .....</b>	<b>60</b>
Figura 4.2 Diagrama de flujo del proceso para la implementación.....	67
de las dos metodologías (utilización de herramientas) .....	67
<b>CAPITULO V. RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
Anexo 1.1 Diagrama de actividad para el proceso actual en el desarrollo de un producto nuevo.....	80
Anexo 2.1 Diagrama Caso de Uso describiendo la función y responsable de cada actividad.....	81
Anexo 3.1 Diagrama Clase describiendo el puesto de cada actor .....	82
Anexo 4.1 Diagrama As-Is en IDEFO.....	84
Anexo 5.1 Beneficios e Impactos del Trabajo de Investigación.....	85
Anexo 6.1 Diagrama To-Be .....	86
Anexo 6.2 Plan de trabajo de la aplicación combinada de las dos metodologías, Integración de Empresa y Manufactura Esbelta.....	87
Anexo 6.3 Gráfica Individual de datos comparando resultados de productividad con el método tradicional y método nuevo aplicando las 2 metodologías. ....	88

Anexo 6.4 Gráfica de puntos comparando resultados de productividad (piezas por hora por operador) con el método tradicional y método lean .....	88
Anexo 6.5 Trabajo Estándar para Producto Existente.....	89
Anexo 6.6 Trabajo Estándar para Producto Nuevo .....	89
Anexo 6.7 Gráfica Individual de piezas defectuosas (calidad) comparando los datos del método tradicional donde el valor del rendimiento debiera ser de 90% y método nuevo aplicando las 2 metodologías donde el valor deseado mayor a 93%. .....	90
Anexo 6.8 Gráfica de punto comparando el rendimiento para los dos métodos aplicados .....	90
Anexo 6.9 Encuesta para evaluar la resistencia al cambio antes y despues de aplicar el nuevo método (2 metodologías).....	91
Anexo 6.10 Gráfica de Normalidad de los datos para comprobar la aceptación del cambio. ....	93
Anexo 6.12 Gráfica comparativa de puntos de la aplicación de las 2 metodologías donde la calificación aceptable es de 85 puntos.....	94
Anexo 6.13 Gráfica comparativa de medias para los 2 métodos .....	94
GLOSARIO DE LA MANUFACTURA ESBELTA .....	95
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	101



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Proceso con manufactura tradicional (Suzaki, 2000) .....	11
Figura 2.2 Representación del caminado en un diseño de línea en U .....	20
Figura 2.3 Organización del área de almacén.....	24
Figura 2.4 Comparación entre un operador especializado y uno ..... multifuncional .....	25
Figura 2.5 Andon para una línea de manufactura .....	27
El sistema de ideas de mejora sustenta el impacto en productividad, calidad y crecimiento así como el ambiente dentro de la organización.....	34
Figura 2.6 Elementos organizacionales interdependientes .....	42
Figura 2.7 Elementos de cambio en una Organización .....	44
Figura 2.8 Concepto de Manufactura Ágil.....	47
Figura 2.9 Marco de Referencia de Empresa Virtual.....	49
Figura 2.10 Arquitectura Fractal y la relación con los módulos funcionales de una organización.....	50
Figura 2.11 Sistema de Manufactura Holónico.....	52
Figura 2.12 Empresa Extendida (Molina, 1998).....	53
Figura 3.1 Marco de Referencia de GERAM .....	55
Figura 3.2 Marco de Referencia de MIE (Molina 1998).....	56
Figura 3.3 Elementos Estratégicos del Negocio dentro del..... Marco de Referencia (Molina,1998).....	58
Figura 4.1 Modelo GERAM y Metodología de Manufactura Esbelta .....	60

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de Poka Yoke .....	29
Tabla 2.2 Factores que impactan en un cambio organizacional (Fernández,2006) .....	36

# CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

A nivel mundial las empresas de manufactura de clase mundial están enfocadas en la búsqueda de métodos para mejorar sus procesos de producción y generar productos o servicios con altos niveles de calidad, productividad, confianza y sobre todo a menor costo. El resultado de estos factores no sólo depende de la aplicación de la metodología para la mejora continua también de los métodos que se apliquen para evitar o eliminar la resistencia al cambio por parte del personal.

En México existe un gran número de empresas de manufactura que buscan la ventaja competitiva integrando tanto sus procesos de producción como administrativos. Dentro de esta búsqueda, se intenta optimizar los recursos aplicando nuevas técnicas y principios, convirtiendo los procesos tradicionales a procesos simples, lo cual dá inicio a un cambio cultural dentro de toda la organización.

Hoy en día, para crear y mantener la ventaja competitiva las empresas de manufactura requieren de la habilidad para adaptar los procesos de producción a las necesidades de sus clientes así como una estructura que sustente una cultura de mejoramiento continuo a través de la identificación y eliminación de desperdicio en la empresa.

Por ello, para obtener un resultado positivo de estas actividades existen diversas herramientas que pueden ser aplicadas para mejorar y adaptar los procesos actuales a cualquier cambio que se presente. Así como el reconocer la necesidad del cambio y enfrentar los retos futuros como parte de los fundamentos del comportamiento organizacional.

Una de las alternativas para sustituir las prácticas de manufactura tradicional dentro de las empresas de manufactura de producto médico lo constituye la implementación de las metodologías de manufactura esbelta e integración de empresas, con las cuales se tiene la oportunidad de mantenerse competitivamente en el mercado donde la orden suprema es obedecida para cumplir con el objetivo de una organización “reducción de costos”.

Este trabajo de investigación está enfocado en la utilización de las herramientas de manufactura esbelta combinadas con las herramientas de la metodología de integración de empresas para una de las líneas de producción donde se pretende manufacturar un producto nuevo dentro de la industria médica.

## **1.2 Descripción del Problema**

La empresa médica en la cual se desarrolla este trabajo de investigación, inició operaciones en México en 1998, en esta compañía se producen una diversa gama de productos para cinco unidades de negocios independientes entre sí, diferentes en tecnología y necesidades. Dentro de los procesos operativos principales que se ejecutan para esta empresa se encuentran: moldeo, fusión, subensambles, ensamble final y empaque.

Los diferentes productos fueron transferidos y/o diseñados de acuerdo a las características de las líneas de producción existentes, con ello también eran transferidos y/o creados los nuevos productos con una serie de desperdicios asociados con las áreas de manufactura. Esto en un principio fue asociado con lo barato de la mano de obra local y la necesidad de agilizar las transferencias e introducción de nuevos productos.

Algunos de los desperdicios principales incurridos durante la introducción de nuevos productos eran:

### **Esperas:**

No se tenían estándares adecuados por línea ni por operador, la forma de asignar cargas de trabajo era a prueba y error, esto ocasionaba que hubieran asociados que tenían que desarrollar más actividades que otros y por consecuencia hubiera demasiado tiempo de espera en el proceso, esto sin contar los tiempos muertos por desperdicios asociados por el diseño y distribución de los cuartos de manufactura así como las regulaciones para el movimiento de un equipo y producto (dado que la industria médica es regulada por la Administración de Comidas y Drogas, conocida en Estados Unidos como la FDA).

**Transportación:**

Con los procesos separados era necesario que el material fuera transportado varias veces, desde el área de recibos donde la materia prima era liberada, hasta embarques donde el producto ya está listo para embarcarse, esto incrementaba el riesgo de que el material pudiera ser dañando y/o mezclado.

**Inventarios:**

Debido a que las áreas de producción eran separadas entre procesos se tenía la necesidad de tener inventarios en algunos de los casos de hasta un mes.

**Sobreproducción:**

Las líneas operaban de la manera tradicional, es decir, los operadores en las líneas debían estar produciendo sin importar el requerimiento del cliente, esto incrementaba los inventarios tanto del material en proceso como el de producto terminado.

**Retrabajo y desperdicio de material:**

Debido a que la forma tradicional de correr producción era de lote por lote en cada estación de trabajo, es decir, si una línea corría con 10 operadores había 10 lotes diferentes en proceso, el manejo de material era complicado debido a que se movían todas las piezas a la vez, esto ocasionaba que el material se dañara y se tuviera que reprocesar o mandar al desperdicio.

Aún considerando los desperdicios antes listados, la empresa corría el riesgo de desarrollar nuevos productos sin tomar en cuenta las nuevas técnicas que habían sido aplicadas a las líneas de producción existentes.

En 2003 la planta trabajaba a un 90% de su capacidad e iniciaba un período en que se desarrollaban nuevos productos en laboratorios de otra región geográfica totalmente alejada de la ubicación actual de la empresa. En este mismo año la empresa emprendió el viaje a la transformación de los procesos y eliminación

sistemática del desperdicio, para 2005 tres de las cinco áreas de manufactura que conforman el 80% del volumen de producción, trabajaban al 100% en manufactura esbelta, en tanto las dos restantes estaban al 50% de la transformación incluyendo el área en la cual se desarrolla este trabajo de investigación.

Como resultado de la implementación de manufactura esbelta, las tres primeras áreas arrojaron una serie de beneficios como incremento en productividad, reducción de tiempo de cambio de modelo, reducción de tiempo muerto e incremento en los niveles de calidad, sin embargo siempre existió la presencia de un factor interno y/o externo: la lucha constante de la aceptación de los cambios y el involucramiento de los elementos clave como operadores, jefes de grupo y supervisores los cuales mostraban su resistencia a la mejora continua.

En octubre del 2006, se debía tomar la decisión de desarrollar un producto nuevo en una de las líneas existentes tomando en consideración los resultados que anteriormente se habían generado con la implementación de la metodología, en productos ya existentes y sobre todo con la resistencia al cambio del personal, para desarrollar y lanzar el nuevo producto en el tiempo planeado. Parte de la decisión comprendía la fase del análisis para comprobar que la línea existente tenía la capacidad de manufacturar el nuevo producto con menos desperdicios.

### **1.3 Justificación de la Tesis**

El desarrollo de este proyecto ofrecerá varios beneficios a toda la organización y pretende ser punta de lanza para las transferencias e introducción de nuevos productos que se tienen pronosticados para los siguientes años.

A la empresa le beneficiará de tal forma que no tendrá que enfocarse en eliminar la serie de desperdicios incurridos en las transferencias iniciales ya que esto se traduce en costos, a la vez servirá para sentar precedente y que todas los nuevos productos sean introducidos tomando en cuenta la metodología de manufactura esbelta desde su etapa de diseño.

El personal a cargo de aplicar las herramientas de manufactura esbelta traerán el beneficio del conocimiento de los planes de la empresa que podrán ser aplicados desde la fase inicial de diseño para no cometer los mismos errores del pasado, logrando cumplir con uno de los principales objetivos de la organización.

A los supervisores y asociados de producción les servirá de apoyo, ya que como pieza principal en el proceso de manufactura y desarrollo de nuevos productos podrán expresar sus necesidades y restricciones las cuales deberán ser tomadas en cuenta antes de iniciar con la validación y lanzamiento de los nuevos productos sin retrasar o perjudicar el tiempo de lanzamiento, validaciones, costo y sobre todo la calidad del nuevo producto antes de mandarlo al cliente.

Al personal de entrenamiento y recursos humanos, estas herramientas serán de apoyo para seleccionar y entrenar al personal antes de ser enviados a las líneas de producción validando que dicho personal entenderá la aplicación de las herramientas y certificación en el proceso, desde la etapa de capacitación y entrenamiento.



## **1.4 Objetivo de la Tesis**

Implementar las metodologías de Manufactura Esbelta e Integración de Empresas evaluando el impacto del involucramiento y participación del personal operativo para el desarrollo de un producto nuevo dentro de una empresa de producto médico.

### **1.4.1 Objetivos Específicos**

- Demostrar que la aplicación de los conceptos de manufactura esbelta e integración de empresas incrementarán la productividad en la manufactura de un producto nuevo en comparación con el método tradicional.
- Demostrar que la implementación de los conceptos de manufactura esbelta e integración de empresas ayudarán a mejorar la calidad en el proceso de un producto nuevo de la línea existente en comparación al método tradicional.
- Demostrar que la aplicación de la metodología de manufactura esbelta e integración de empresas ayudarán a reducir la resistencia al cambio en comparación con el método tradicional.

## **1.5 Preguntas de Investigación**

¿Cuál ha sido el impacto de la integración de la metodología de Manufactura Esbelta y la Integración de Empresas en el proceso de un producto nuevo en una línea existente para mejorar la productividad?

¿Cuál ha sido el impacto de la integración de la metodología de Manufactura Esbelta y la Integración de Empresas en la calidad de un producto nuevo?

¿Cuál ha sido el impacto de la integración de la metodología de Manufactura Esbelta y la Integración de Empresas en la disminución a la resistencia al cambio del personal operativo en el proceso de un producto nuevo?

## **1.6 Hipótesis**

H01 = No existe diferencia significativa entre la productividad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Ha1 = Existe diferencia significativa entre la productividad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

H02 = No existe diferencia significativa entre la calidad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Ha2 = Existe diferencia significativa entre la calidad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

H03 = No existe diferencia significativa entre la resistencia del personal operativo de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Ha3 = Existe diferencia significativa entre la resistencia del personal operativo un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

## 1.7 Alcance

Este trabajo de investigación tiene un alcance descriptivo. Descriptivo porque pretende analizar dos métodos de aplicación comparando resultados de productividad, calidad y satisfacción del personal.

## 1.8 Metodología

Para lograr los objetivos definidos en este trabajo de investigación, es necesario el desarrollo de algunas actividades, las cuales se describen en los siguientes puntos:

- a) **Revisión bibliográfica.**  
En la primera fase de este trabajo se presenta la recopilación de la información actualizada referente a la manufactura tradicional, y metodología de la manufactura esbelta así como la información suficiente acerca de los temas de comportamiento organizacional e integración de empresas mediante el uso de libros, artículos y casos de aplicación.
- b) **Abstracción**  
Esta fase incluye la información relevante de la investigación que ha sido recabada en la primer fase.
- d) **Metodología de la Integración de Empresas**  
Una vez completadas las fases anteriores, se desarrollará el modelo de integración de las herramientas de manufactura esbelta con los métodos del comportamiento organizacional para un producto nuevo en una industria médica.
- e) **Implementación de las Metodologías**  
Antes de la validación del modelo se presenta un caso práctico en donde se implementan las metodologías del modelo.
- f) **Validación del modelo**

Una vez que se identificaron los elementos que determinan el modelo de integración se presentan los resultados los cuales validarán los objetivos e hipótesis de este trabajo de investigación.

## **1.9 Organización de la Tesis**

Este trabajo de investigación está organizado por capítulos los cuales se mencionan a continuación:

El capítulo I describe una breve introducción de la investigación desarrollada, además incluye la descripción y justificación del problema, el objetivo, preguntas de investigación, hipótesis así como la metodología del mismo.

En el capítulo II se presenta la revisión bibliográfica de la tesis. Aquí se describen los conceptos básicos del tema en estudio: manufactura tradicional, manufactura esbelta, comportamiento organizacional e integración de empresas.

El capítulo III se presenta el desarrollo del modelo conceptual de la tesis. Esta parte del trabajo de investigación se presentan gráficamente los conceptos en los que se ha basado el análisis así como la propuesta del nuevo modelo.

En el capítulo IV se presenta la metodología de implementación para el modelo desarrollado. Se presenta inicialmente de manera general y posteriormente se detalla cada uno de los pasos.

Por último se presenta el capítulo V donde se resumen los resultados de la etapa de validación, la cual arrojó este trabajo de investigación desde el análisis, desarrollo del modelo y la implementación de las metodologías.

## CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Introducción

En este capítulo se presenta el marco teórico referente a los temas de manufactura tradicional, manufactura esbelta, comportamiento organizacional e integración de empresas. La información descrita en este capítulo será la base para el análisis posterior.

#### 2.1.1 Manufactura Tradicional o Empuje

Algunas empresas están enfocadas a resolver problemas del día-a-día o como se dice en términos de empresas de manufactura “apagar fuegos”. También están dedicadas a atender seminarios, conferencias acerca de nuevas técnicas de administración, sin embargo están olvidando los conceptos básicos para el manejo de una organización (Balankrishnan, 1988). En la figura 2.1 se muestra un ejemplo de un proceso con manufactura tradicional.

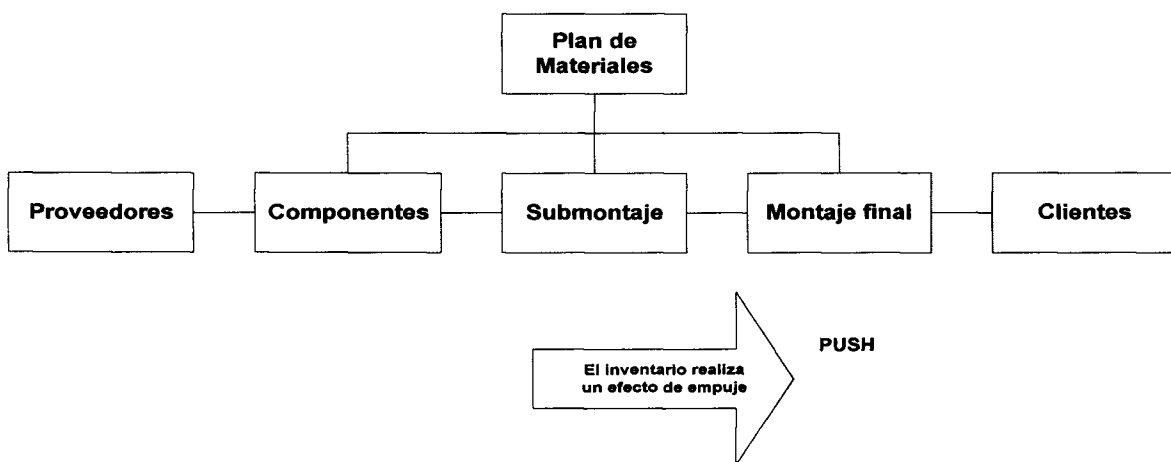


Figura 2.1 Proceso con manufactura tradicional (Suzaki, 1987)

### **2.1.2 Antecedentes de la Manufactura Tradicional o Empuje**

La manufactura tradicional tenía en las ciudades su marco por excelencia de desenvolvimiento. Las corporaciones gremiales de artesanos ejercían un estrecho control de esta industria urbana, impidiendo mediante un complicado reglamentismo el desarrollo de la libre iniciativa. Aunque la industria tradicional pudo en un primer momento sostener las exigencias derivadas de la dilatación de la demanda de productos manufacturados, en los inicios de la coyuntura expansiva del XVI, en realidad los gremios representaban una concepción anticapitalista y significaban una rémora para el surgimiento de formas técnicamente más avanzadas de organización productiva.

El conocimiento del oficio y los secretos técnicos eran celosamente guardados y transmitidos en el seno de los talleres, en los que primaba una nítida jerarquía laboral articulada en función de tres categorías: maestros, oficiales y aprendices. Los gremios, en suma, determinaban la atomización de la producción industrial, fundándose en la defensa inflexible de los privilegios corporativos y en la estrecha asociación de capital y trabajo. En este sentido, las unidades de producción consistían en pequeños talleres que presentaban una mínima concentración de mano de obra.

La industria textil fue uno de los sectores que formó parte de la manufactura tradicional. Pero, mientras que la producción de las herrerías se consolidaba y crecía en el siglo XVIII, el sector textil se hallaba disperso y tan sólo servía para cubrir unas necesidades meramente locales (Ohno, 1988).

En la manufactura tradicional las empresas podían vivir con altos niveles de inventarios así como tiempos de procesamiento y de entrega por más de un mes (Ohno, 1988).

## **2.2. Manufactura Esbelta**

### **2.2.1 Definición de Manufactura Esbelta**

La manufactura esbelta ha sido definida como un "sistema para la identificación y eliminación del desperdicio y las actividades de no-valor agregado, a través de la mejora continua, con el afán de alcanzar la perfección deseada del cliente", (Peterman, 2001). Actualmente se le reconoce mediante diferentes nombres, tales como: Sistema de Producción Toyota, Producción Justo a Tiempo, entre otros. El objetivo deseado en este sistema es eliminar los desperdicios de sobreproducción, controlar los niveles de inventario, disminuir los tiempos de espera, reducir los tiempos muertos, optimizar la transportación, reducir defectos y procesos extras.

En la Manufactura Esbelta es de suma importancia la identificación de las actividades de no-valor agregado y que al mismo tiempo contribuyen a obtener una pobre calidad en los productos (Peterman, 2001).

La manufactura esbelta es la integración de gente, materiales y máquinas (factores de producción) dentro de un cuidadoso diseño y arreglo designados para trabajar pieza por pieza (Jambrow, 2003).

#### **2.2.1.1 Antecedentes de la Manufactura Esbelta**

El origen de la manufactura esbelta proviene del sistema Toyota y no significa sólo reducción del sistema de inventario. Es un nuevo camino de hacer negocio a nivel mundial (Ohno, 1988). Los pioneros en el desarrollo de las herramientas que conforman al Sistema de Producción de Toyota fueron: Toyoda, Ohno y Shingo (Kaufman, 2001)

El Sistema de Producción Toyota comenzó a desarrollarse en 1945, cuando el presidente de Toyota Motor Corporation decidió superar los niveles que tenía la

manufactura empleada por Estados Unidos. Uno de los factores determinantes para la decisión de obtener un sistema que mejorará la productividad en esta empresa, fue la difícil situación económica por la que atravesaba Japón después de la Segunda Guerra Mundial, obligando a las empresas japonesas a buscar una nueva estrategia para optimizar los procesos productivos por medio de un sistema o metodología que permitiera “hacer sólo lo que se necesita, con la cantidad que se necesita y cuando se necesita” lo cual daba como resultado cumplir con la demanda del cliente y el objetivo que es la “reducción de costos”.

El Sistema de Producción Toyota incluye otros tres objetivos que son (Balakrishnan, 2001):

1. Control de calidad, que permite al sistema adaptarse a las fluctuaciones demandantes en términos de cantidad y variedad.
2. Aseguramiento de calidad, que asegura que cada proceso va a proveer los bienes o servicios requeridos, con la calidad deseada.
3. Respeto al factor humano.

La idea básica del Sistema de Producción Toyota es absolutamente la eliminación del desperdicio. Existen dos pilares los cuales necesitan soportarse por el trabajo para alcanzar esta idea: Justo a Tiempo y Auto-Activación. (Ohno, 1988).

Dos de los primeros elementos básicos dentro del Sistema de Producción Toyota que fue estudiado por Ohno, son la limpieza y organización en las áreas de producción. Estos elementos están ligados directamente con la disciplina en la manufactura de los productos. Si el control de producción, mantenimiento, aseguramiento de calidad o distribución de las áreas de trabajo no están hechos de la manera correcta el primer problema reflejado será en los dos elementos básicos (Suzaki, 1987).



A principio de 1920, Ford estuvo preocupado por el problema de desperdicio en la producción de automóviles, lo cual originó que Toyota estudiara acerca de este término y lo definió de la siguiente manera: “Si no agrega valor, es desperdicio”.

Toyota define desperdicio como “ninguna otra cosa más que la mínima cantidad de equipo, materiales, partes, espacio y tiempo de operación, las cuales sean absolutamente esenciales para agregarle valor al producto” (Suzaki, 1987).

La necesidad de muchas empresas de introducir mejores prácticas a su sistema de producción conlleva a la eliminación del desperdicio generado, cuando los productos son manufacturados, dentro del Sistema Toyota se pueden encontrar 7 desperdicios (Suzaki, 1987), los cuales se describen a continuación:

1.- Desperdicio de sobreproducción: Toyota describe este primer desperdicio como uno de los peores comúnmente encontrado en las empresas de manufactura. Éste es creado por la producción de piezas buenas sobre la cantidad requerida en el mercado (requerimiento del cliente). Sin embargo, cuando la demanda baja, los efectos de sobreproducción son compuestos y frecuentemente las empresas tienen problemas con altos inventarios que en algunas ocasiones el producto no puede ser vendido por efectos de expiración.

2.- Desperdicio de esperas: mientras que el desperdicio de sobreproducción no es fácil de identificar, debido a que en las áreas de producción los operadores aparentan estar ocupados (aunque su trabajo no agregue valor). El desperdicio de esperas es muy fácil de identificar. En efecto, el desperdicio de espera debería de ser expuesto, así se pueden tomar acciones.

3.- Desperdicio de Transporte: este desperdicio en doble o triple manejo es muy común observarlo dentro de las empresas de manufactura. Frecuentemente podemos descubrir cuánta distancia puede viajar un producto dentro de la empresa hasta llegar a su destino final. Para eliminar este desperdicio, se puede

mejorar la distribución de las áreas de trabajo así como los procesos en donde el producto es procesado, otra alternativa son los métodos de trabajo, limpieza de las áreas y la organización del lugar de trabajo.

4.- Desperdicio de procesamiento: el método de procesamiento por sí mismo puede ser una fuente de problemas, resultando un desperdicio innecesario. También, en la manufactura de productos, ciertos aspectos dentro del proceso de producción no necesariamente son considerados parte de los requerimientos. Cuando las fixturas o escantillones no son preparados o mantenidos en buen estado, el uso de la mano de obra trae un extra esfuerzo en el procesamiento del producto.

5.- Desperdicio de inventarios: el exceso de este tipo de desperdicio incrementa el costo del producto. Algunos de los desperdicios encontrados en las empresas de los problemas relacionados con inventario. Si las empresas se enfocan en reducir el nivel de inventarios, es posible que se encuentren más problemas que necesitan ser direccionados antes de iniciar con la reducción de los niveles de inventario.

6.- Desperdicio del movimiento: cualquier tiempo que no agregue valor al producto no debe ser pagado y debería ser eliminado lo más pronto posible. Un factor que se tiene que tener en mente es la del "movimiento" que no necesariamente igual que el "trabajo". El desperdicio del movimiento está relacionado con el caminado innecesario del operador o cualquier movimiento que no esté agregando valor al producto.

7.- Desperdicio de Defectos: cuando un defecto ocurre en una estación de trabajo, el resultado es reflejado en las siguientes estaciones y el desperdicio de espera se hace presente en dichas estaciones, lo que provoca el incremento en el costo del producto y tiempo de entrega del producto. Si el defecto es generado en una estación, una operación adicional es requerida para retrabajar

la pieza defectuosa o desensamblarla para rescatar los componentes buenos y ser procesada más adelante.

Para eliminar desperdicio (Muda en Japonés), hay que iniciar con el mapeo del proceso tomando en consideración cada uno de los procesos incluso de las operaciones en cada proceso presentados en el proceso completo (Womack, 2003).

### **2.2.1.2 Herramientas y Fundamentos de la Manufactura Esbelta**

Antes de definir algunas de las herramientas que integran la metodología de manufactura esbelta es importante mencionar los 5 principios del pensamiento esbelto (Womack, 2000) :

1. Define el Valor desde el punto de vista del cliente: la mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. Identifica tu corriente de Valor: eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. Crea Flujo: haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
4. Produzca el “Jale” del Cliente: una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
5. Persiga la perfección: una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

Algunas de las herramientas que se aplican en la manufactura esbelta se encuentran las siguientes:

## **Justo a Tiempo**

Justo a tiempo es mucho más que un sistema de reducción de inventarios, es mucho más que reducir los tiempos de preparación. Es mucho más que utilizar kanban o jidoka. Es mucho más que modernizar la empresa con tecnología sofisticada. JIT es hacer que una compañía opere como el cuerpo humano opera para un individuo (Ohno, 1988).

Justo a tiempo significa, tener en un proceso las partes correctas necesarias en el tiempo que es requerido y en la cantidad deseada, la implementación de un sistema justo a tiempo da como resultado la eliminación de inventarios y almacenes de productos en proceso, terminados o material innecesarios provocando la reducción de costos e incremento en utilidades.

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación (Schonberger, 1996).

## **Auto-activación**

Auto-activación le da autonomía a las máquinas para que puedan prevenir muchos problemas automáticamente. Si una máquina no detecta un material defectuoso, la máquina va a seguir produciendo rápidamente cientos o miles de estos productos defectuosos. Este sistema cambia la administración, de manera, que no es necesario la existencia de un operador mientras la máquina está trabajando normalmente, solamente en el caso en el que la máquina se detiene, para la atención de la falla (Ohno , 1988).

## **Diseño de Líneas**

La distribución de las áreas de trabajo para manufacturar un producto es desarrollada con la capacidad de operadores multifuncionales para desempeñar diversas operaciones al mismo tiempo. Organizando la distribución de las estaciones en forma de “U” frecuentemente es lo más óptimo, esto permite que los operadores produzcan y manejen una sola pieza a la misma vez (flujo continuo) y eliminar la producción de lote por lote (Hirano,1988) cambiando el diseño del sistema de manufactura.

El diseño de las estaciones en forma de “I o L”, los operadores sentirán que requieren de mucho caminado y cansancio durante el tiempo de trabajo y dará como resultado el acumulamiento de piezas generando lotes de producción en una sola estación . Los principios del diseño de línea son (Hirano,1988):

- 1.- Las máquinas que se requieran, deberán de reflejarse en el layout de producción.
- 2.- Acomodar las máquinas de acuerdo a la secuencia de los procesos.
- 3.- Dar la forma más conveniente para que el operador no pierda tiempo en caminados o demasiado manejo del material ( eliminación de desperdicio).
- 4.- Verificar las medidas de acuerdo al estudio antropométrico por parte de la persona responsable de ergonomía.
- 5.- Verificar los espacios entre persona-máquina y persona-persona evitando generar problemas de seguridad.

En la figura 2.2 se muestra un modelo de diseño de línea “U” minimizando el tiempo de caminado y distancia del operador.

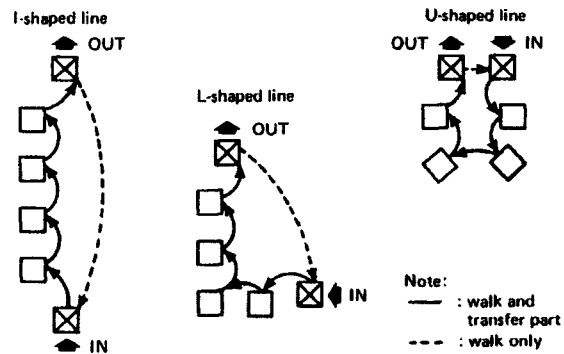


Figura 2.2 Representación del caminado en un diseño de línea en U

## Kanban

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos dá información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

Antes de implantar Kanban es necesario desarrollar una producción "etiquetada/ sistema de producción mixto" para suavizar el flujo actual de material, esta deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos Kanban no funcionará y de lo contrario se creará un desorden, también tendrán que ser implementados sistemas de reducción de cambios de modelo, de producción de lotes pequeños, Jidoka, control visual, Poka Yoke, mantenimiento preventivo, etc. todo esto es prerrequisito para la introducción del Kanban. También se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implementar Kanban:

1. Determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.

2. Se debe establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material está fuera de su lugar.
3. El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
4. Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.
5. Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante tiempo.
6. El sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

En un sistema de manufactura esbelta el uso de comunicación o control visual es indispensable, el cuál puede realizarse de muchas formas. Una de las herramientas más utilizadas es el Kanban, el cual usa señales para lograr un sistema de producción "jalón" o "pull system".

Reglas en el uso del Kanban (Ohno, 1988):

1. El proceso consecutivo solamente recibe la cantidad de elementos que son indicados en el kanban del proceso anterior.
2. La estación de trabajo sólo produce la cantidad y secuencia indicada por el Kanban.
3. Ningún producto continuará en el siguiente proceso sin su correspondiente Kanban.
4. Anexar siempre el kanban a los productos.
5. Los defectos encontrados no se enviarán al siguiente proceso, obteniendo como resultado, productos terminados libres de defectos.

## **Fundamentos de las 5'S**

Dentro de las herramientas básicas de un sistema esbelto se encuentran las 5'S que forman parte de los fundamentos de cualquier empresa. Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta (Pineda, 2006).

El concepto de 5's fué desarrollado en Japón y su nombre proviene de las iniciales de las 5 palabras que forman esta útil y sencilla herramienta. Su aplicación y utilidad ha sido universal, y su implementación va dirigido a un modo de pensar y a un hábito en el lugar de trabajo (Hirano,1988).

### **1.- Clasificar**

Distinguir lo que es necesario de lo que no es necesario. Existen 3 pasos básicos para eliminar lo que no es necesario:

1. Quitar del lugar de trabajo todo lo que no sea necesario
2. Dar prioridad de lo que se encuentra primero y no sea necesario
3. Tirar todo lo que no se esté usando ahorita mismo

### **2.- Organizar**

Mantener lo que es necesario en su lugar correcto – donde esté a la mano cuando se necesite. Existen 3 pasos básicos para organizar lo que es necesario:



1. Identificar el lugar apropiado para cada artículo.
2. Usar principios de almacenamiento y economías de movimiento
3. Identificar bien los lugares

### 3.- Limpieza

Mantener limpia el área en donde están almacenados los artículos necesarios y en donde se usaron.

### 4.- Estandarizar

Hacer esto la nueva manera de hacer el trabajo, apoyado por Clasificar, Organizar y Limpieza. Existen 6 pasos básicos para estandarizar:

1. Asignar trabajos 3S
2. Usar ayudas visuales
3. Mantener el trabajo 5's breve y sencillo
4. Arreglar los problemas cuando son identificados
5. Incorporar 5's en actividad diaria
6. Evaluar la eficiencia de 5's

### 5.- Disciplina

Dar seguimiento y asegurar de que no se regrese a la manera anterior de trabajar. Todo el personal de la empresa debe comprender y llevar a cabo estos cinco pilares.

La figura 2.3 muestra un ejemplo de la aplicación de la herramienta en su fase de organización.

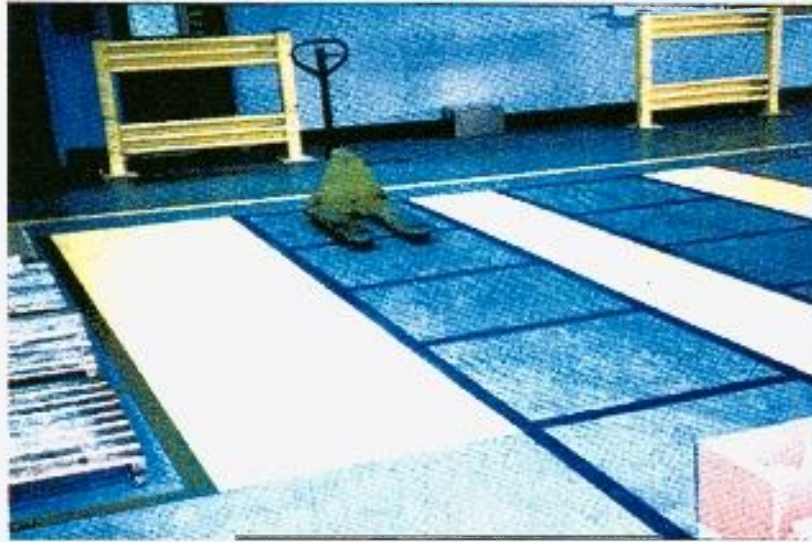


Figura 2.3 Organización de un área de almacén.

### **Operadores Multifuncionales**

Problemas de calidad, paros de máquinas y cambios en las demandas podrían perjudicar el esfuerzo realizado para el desarrollo de una manufactura de flujo continuo en las líneas de producción afectando la capacidad de cada operario. Más que eso, descripciones de trabajo en áreas restringidas pudieran afectar la coordinación del sistema total de producción.

En vez de localizar procesos similares en una sola área de trabajo, diferentes procesos deberán de estar ligados de acuerdo a la secuencia de producción teniendo como resultado la eliminación del desperdicio donde cada operador pueda desarrollar sus habilidades multifuncionales, realizando y certificándose en diferentes procesos a la vez (Suzaki, 1987).

Idealmente, la empresa necesita tener operadores que realicen diversas actividades que agreguen valor al producto, así el sistema de producción, será

mucho más efectivo y adaptable a los cambios de demanda. La empresa será capaz de incrementar o reducir el número de operadores dependiendo de la variación del volumen dentro de cualquier línea de manufactura para ser más productiva.

En la figura 2.4 se muestra un ejemplo de comparación entre un operador especializado y uno multifuncional.

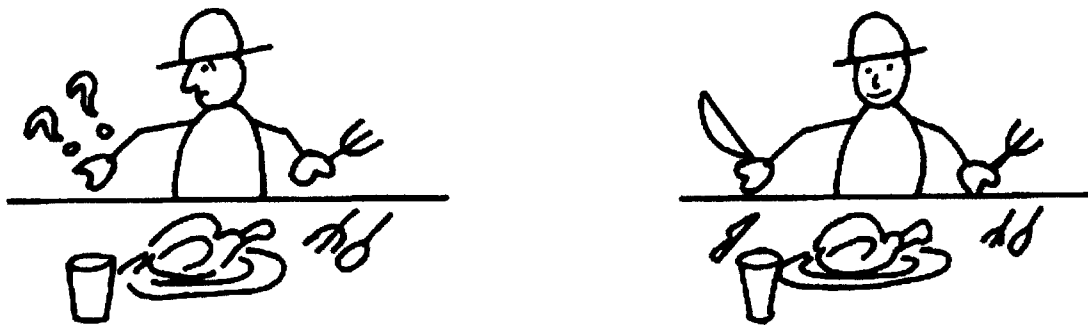


Figura 2.4 Comparación entre un operador especializado y uno multifuncional

La empresa necesita desarrollar las capacidades de los operadores para una mejor coordinación. Completar la cooperación de los operadores será necesario expandir el alcance de su trabajo, en algunas ocasiones contar con operadores especializados en una sola operación causa restricciones dentro de la misma área y generan un obstáculo en el desarrollo de actividades multifuncionales (Suzaki, 1987).

Enfocarse en el desarrollo de las habilidades del personal operativo es esencial para competir efectivamente en el mercado.

### **Fábrica Visual**

El ambiente de trabajo visual, es una necesidad operacional crucial para el cumplimiento de las metas diarias, se enfoca en la guerra contra el desperdicio

dentro de la compañía, y fundamentalmente en la reducción del tiempo de procesamiento y acelerar el flujo de manufactura (Galsworth,2005).

La fábrica visual utiliza un lenguaje visual en todas las áreas de la compañía (desde producción hasta oficinas) además de que es considerada como uno de los cimientos del sistema esbelto.

## **Andon**

Es un mecanismo intencionalmente diseñado para influenciar directamente al comportamiento. Teniendo la información disponible tan cerca al punto de uso para quien la necesite la obtenga sin tener que decir una palabra (Galsworth,2005).

Término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. Andon significa ¡AYUDA! (Kobayashi,1993).

El Andon puede consistir en una serie de lámparas en cada proceso o un tablero de las lámparas que cubren un área entera de la producción. El Andon en un área de ensamble será activado mediante un cordón o un botón por el operador. Un Andon para una línea automatizada se puede interconectar con las máquinas para llamar la atención a la necesidad actual de las materias primas. Andon es una herramienta usada para construir calidad en nuestros procesos (Kobayashi,1993).

Si un problema ocurre, la tabla de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo tiene un problema. Una melodía se usa junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible y ayudar al supervisor a comprender que hay un problema en su área. Una vez el supervisor evalúa la

situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema. Los colores usados son:

- Rojo: Máquina descompuesta
- Azul: Pieza defectuosa
- Blanco : Bajo en el estándar
- Amarillo: Set-Up o cambio de modelo
- No luz: Sistema operando normalmente

La figura 2.5 muestra un ejemplo de un andon en una línea de manufactura.



Figura 2.5 Andon para una línea de manufactura

### **Poka-Yoke**

El término " Poka Yoke " viene de las palabras japonesas "poka" ( error inadvertido) y "yoke" (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas Poka Yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100% de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se este llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

#### Funciones reguladoras Poka Yoke

Métodos de Control. Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos (Hirano,1988).

No en todos los casos que se utilizan métodos de control es necesario apagar la máquina completamente, por ejemplo cuando son defectos aislados (no en serie) que se pueden corregir después, no es necesario apagar la maquinaria completamente, se puede diseñar un mecanismo que permita "marcar" la pieza defectuosa, para su fácil localización; y después corregirla, evitando así tener que detener por completo la máquina y continuar con el proceso.

Métodos de Advertencia. Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una

luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control (Hirano,1988).

En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil.

Comparación en la aplicación de distintos tipos de dispositivos contra errores

La siguiente tabla nos indica los tipos de dispositivos contra errores que existen actualmente, quien los emplea, el costo clasificado en bajo, medio, alto o muy alto, cuánto mantenimiento requiere y la confiabilidad del dispositivo:

<b>Tipo</b>	<b>Fuente</b>	<b>Costo</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Confiabilidad</b>
<b>Físico / mecánico</b>	<b>Empleados</b>	<b>Bajo</b>	<b>Muy bajo</b>	<b>Muy alta</b>
<b>Electro / mecánico</b>	<b>Especialistas</b>	<b>Más alto</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alta</b>
<b>Electrónicos</b>	<b>Poco especialistas</b>	<b>Más alto</b>	<b>Bajo pero especializado</b>	<b>Alta</b>

TABLA 2.1 TIPOS DE POKA YOKE

### **Mantenimiento Productivo Total (MPT)**

El MPT se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas

en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos (Tajiri y Goth,1999).

El MPT permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. En el MPT, la relación entre las pérdidas y efectividad del equipo está definida claramente en términos de calidad del producto y disponibilidad del equipo (Tajiri y Goth,1999).

En base a la evaluación de los factores que reduce la efectividad del equipo, se categorizaron los desperdicios de mayor impacto:

- 1.- Paro de Máquina (descomposición de la máquina en un tiempo mayor a 10 minutos)
- 2.- Pérdida de tiempo en el set-up y ajuste del equipo
- 3.- Pérdida en paros menores de la maquinaria (descomposición de la máquina en un tiempo menos de 10 minutos)
- 4.- Pérdida de velocidad
- 5.- Defectos de calidad y retrabajo
- 6.- Pérdida de rendimiento



## **Trabajo Estandarizado**

Si no hay estándar el proceso no se puede medir. Sin estándares el potencial de mejora es muy limitado. Una vez que el programa de producción es planeado y el tiempo de ciclo para cada operación es establecido se puede iniciar con la disciplina establecida a través de la organización (Suzaki, 1987). En una empresa de manufactura existen 3 elementos básicos para llevar a cabo un trabajo estandarizado:

**Ritmo:** el tiempo de ciclo será la guía para manejar la línea de producción con flujo continuo. Los Japoneses se refieren al tiempo de ciclo como el “tact time” que significa producir a los requerimientos del cliente.

**Tono:** máquinas produciendo productos con calidad. Sólo a través de las buenas prácticas de mantenimiento y calidad se obtendrán los resultados esperados.

**Armonía:** la desincronización de las operaciones es la clave para lograr el desempeño del programa. Cualquier operación que se encuentre desbalanceada hará que el producto salga en el tiempo no planeado.

El trabajo estándar en una empresa de manufactura es la herramienta para lograr el desempeño máximo con el mínimo de desperdicio. Cuando la demanda del mercado cambie automáticamente la empresa tendrá que cambiar sus procesos, planeación, recursos, etc.

El trabajo estándar deberá ser desarrollado de tal manera que todos puedan seguir las instrucciones. Uno de los objetivos del trabajo estándar no sólo es el desarrollo sino la publicación en las áreas de trabajo disponible para que cualquier persona entienda y sigan la secuencia de las operaciones.

## **Kaizen**

Proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo” Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como “muda”, en cualquiera de sus seis formas (Imai, 1988).

Es un programa de mejoramiento continuo basado en el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades y conocimientos del personal involucrado. Utiliza diferentes herramientas de manufactura esbelta para optimizar el funcionamiento de algún proceso productivo seleccionado (Imai, 1988).

### **Objetivo del Evento Kaizen**

Mejorar la productividad de cualquier área o sección escogida en cualquier empresa, mediante la implantación de diversas técnicas y filosofías de trabajo de Manufactura Esbelta y técnicas de solución de problemas y detección de desperdicios basados en el estímulo y capacitación del personal.

## Beneficios de Evento Kaizen

Los beneficios pueden variar de una empresa a otra, pero los típicamente encontrados son los siguientes:

- Aumento de la productividad
- Reducción del espacio utilizado
- Mejoras en la calidad de los productos
- Reducción del inventario en proceso
- Reducción del tiempo de fabricación
- Reducción del uso del montacargas
- Mejora el manejo y control de la producción
- Reducción de costos de producción
- Aumento de la rentabilidad
- Mejora el servicio
- Mejora la flexibilidad
- Mejora el clima organizacional
- Se desarrolla el concepto de responsabilidad
- Aclara roles

## Sistema de Mejora

La mejora es el proceso mediante el cual la gente desarrolla sus propias soluciones. El sistema de sugerencias es el proceso mediante el cual esas soluciones son comprendidas y adoptadas por la gerencia o dirección. Una sugerencia es *una idea* de mejora que puede ser aceptada o rechazada (Tozawa y Bodek, 2006).

La creatividad y las sugerencias son una clase de mejora, y el número de sugerencias que dá el personal es una indicación del deseo de mejorar de una empresa.

Las ideas de mejora hacen los trabajos más fáciles, más seguros y más eficientes, reducen errores y costos, mejoran el servicio y hacen que los clientes estén más contentos además estas ideas no sólo deben de generarse dentro del ámbito de producción sino que también la opinión de la gerencia es importante para hacer que el sistema trabaje.

El sistema de ideas de mejora sustenta el impacto en productividad, calidad y crecimiento así como el ambiente dentro de la organización.

La base del éxito de un sistema de mejora a largo plazo es el compromiso de la gerencia en combinación con el soporte de los supervisores. A los empleados les gusta ser escuchados y tomados en cuenta, la mayor parte del tiempo influyen en las cosas del lugar de trabajo teniendo ideas de mejora que sean aceptadas e implementadas.

El papel principal de los supervisores y líderes de la cadena de producción es aconsejar y promover el sistema de ideas de mejora. El entusiasmo de los líderes (o su falta de entusiasmo) afectan significativamente el número de sugerencias que se hacen, a la calidad de las mismas y a la participación total del personal en el lugar de trabajo.

## **2.3 Comportamiento Organizacional**

### **2.3.1 Definición de Comportamiento Organizacional**

Es un campo de estudio que investiga el impacto de los individuos, grupos y estructurado sobre el comportamiento dentro de las organizaciones, con el propósito de aplicar los conocimientos adquiridos en la mejora de la eficacia de una organización (Schein, 2004).

El estudio y la aplicación de conocimientos relativos a la manera en que las personas actúan dentro de las organizaciones. Se trata por lo tanto de una

herramienta humana para beneficio de las personas y se aplica de modo general a la conducta de las personas en toda clase de organización (Burke,2002).

Un gran obstáculo a la ejecución de nuevas prácticas, políticas, métodos o metas es la resistencia al cambio por los miembros de la organización.

Desde hace décadas los gerentes han buscado mejorar el funcionamiento organizacional, esta situación es tan antigua como la cultura.

Anteriormente se veía a las organizaciones como una forma de alcanzar la competitividad y obtener beneficios sobre la base de una división horizontal del trabajo y vertical de la decisiones, donde existía alguien en la cúspide que era quien pensaba y los demás eran los autómatas que se les pagaba para que hicieran lo que se les ordenaba y nada más. Esta era la estructura de una organización lineal.

Cuando el tema de comportamiento organizacional está presente en cualquier empresa y sobre desde el nivel alto hasta el nivel bajo de la organización cualquier miembro o empleado de esta empresa puede observar la cultura creada, diseñada o incluso manipulada y al mismo tiempo las restricciones que se tienen para manejar cualquier problema que se presente hasta el resultado generado (Schein, 2004).

### Transición

Es el proceso psicológico por el que las personas deben pasar para encontrarse en sintonía con la nueva situación. El cambio no sucede sin este proceso. Es ese momento intermedio entre la situación actual y la deseada, durante el cual por un lado, escuchamos los beneficios que nos generará trabajar de acuerdo a la situación deseada (Fernández,2006).

Lo que caracteriza a este momento es la incertidumbre; y la misma tiene un impacto directo en el desempeño y motivación de las personas afectadas y genera, como consecuencia primaria, reacciones de la más variada magnitud, que si no son escuchadas y “acompañadas”, pueden dificultar de manera extrema, el camino hacia el objetivo deseado. Como queda de manifiesto, es el momento en que el cambio tiene más posibilidades de fracaso, aunque el mismo logre implementarse. El cambio implementado no es sinónimo de cambio internalizado (Fernández,2006).

Como se muestra en la siguiente tabla 2.2, el factor con mayor impacto dentro de una organización es la resistencia al cambio:

FACTOR	%
Resistencia al cambio	60
Limitaciones de los sistemas en uso	42
Falta de compromiso de los ejecutivos	37
Falta de un asesor de nivel ejecutivo	39
Expectativas no realistas	35
Falta de un equipo interfuncional	33
Equipo y habilidades inadecuados	31
Falta de involucramiento del personal	19
Alcance del proyecto demasiado limitado	17

TABLA 2.2 FACTORES QUE IMPACTAN EN UN CAMBIO ORGANIZACIONAL  
(Fernández,2006)

Habrán muchos impedimentos para la implementación del cambio. La naturaleza del cambio en sí mismo es impedimento suficiente, sin embargo el cambio se debe hacer, es imperante la adopción de nuevas tecnologías cuanto antes ya

que el cambio en general toma un año en implementarse y si su competencia le toma la delantera, recuperar un año es bien complejo, cuando los incrementos de ventaja competitiva son exponenciales una vez se ha implementado el cambio (Stoner, 1994).

### **2.3.2 Métodos del Comportamiento Organizacional**

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le 'apagan el foquito' a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

#### **Motivación y Conducta**

La psicología científica, estudia la conducta. Cuando se hacen preguntas respecto al "porqué" de la conducta, se busca información sobre procesos que no pueden observarse directamente en los actos patentes de un individuo, ni tampoco en la expresión verbal de sus actos incubiertos. Los procesos que se ven reflejados en cualquier cambio organizacional sólo pueden inferirse indirectamente, de un modo provisional, de los sucesos de que se dispone para una observación directa o para evaluación (Cofer y Appley, 2004)

El rediseño total o parcial de la estructura organizacional, el impacto de diversas variables macroeconómicas, fusiones, adquisiciones, incorporación de nuevas tecnologías, creación de nuevas unidades de negocios, o la implementación de nuevos procesos, son sólo algunas de las tantas causas que generan en una organización, o en determinados sectores de la misma, una situación de cambio (Fernández,2006).

### Educación y comunicación

Una de las maneras más obvias de dominar la resistencia al cambio es informar al personal desde el principio, respecto al cambio propuesto, explicando su necesidad. Si se explican la necesidad y lógica del cambio- ya sea individualmente a los subalternos, a grupos en reuniones, o a toda la organización mediante campañas de educación audiovisual- el camino hacia un cambio sin obstáculos puede ser un éxito (Stoner,1994).

Todo gerente de una organización que conlleve procesos de gerencia del cambio o de reconversión de actitudes, debe tener muy en cuenta que la comunicación ascendente es mucho más difícil y menos eficiente para el logro de los objetivos que la comunicación descendente, por lo que es necesario mejorar los canales internos de la organización, recordando que no puede existir verdadera comunicación en un sólo sentido (Carapaica, 2004).

### Participación y compromiso

Si se logra comprometer a los presuntos opositores en el diseño y ejecución del cambio, éste puede prepararse y llevarse a cabo con éxito. Según Bell y French (1996), determinaron que la resistencia al cambio podría reducirse o eliminarse comprometiendo, en el diseño a las personas que van a ser afectadas (French,1996).



Si las personas no confían en el líder del proyecto de cambio, no cambiarán para este proyecto. Utilice la honestidad o un emisario de confianza. Por lo general, empleados negativos al cambio reaccionan mejor ante un tercero que ante alguien del interior de la compañía que consideren que puede tener objetivos ocultos (Daccach, 2006).

La participación de los empleados en el proceso de cambio mejora las reacciones ante el mismo y la efectividad de los esfuerzos de cambio planeado. La participación en las decisiones aumenta de manera pronunciada la aceptación de las decisiones. El proceso de participación afecta las actitudes solamente de aquellos que son consultados activamente, los que quedan fuera del proceso aparentemente no son influenciados.

#### Facilitación y Apoyo

Facilitar el proceso de cambio y prestar apoyo a los afectados por el cambio, es otra forma en que los gerentes pueden hacer frente a la resistencia. Los programas de capacitación, que permiten horas libres después de un período difícil, y ofrecer comprensión y apoyo emocional también pueden ser útiles.

Ante un proceso de cambio organizacional o de reconversión de actitudes, el papel del gerente debe ser el de liderar el cambio mismo, convirtiéndose en un visionario, un estratega y un excelente comunicador e inspirador de todos aquellos aspectos que involucren a la organización (Carapaica, 2004).

Pocas ideas son aceptadas tan ampliamente como la noción de que el apoyo visible de la dirección general es fundamental para la consecución exitosa del cambio planeado. El apoyo de una dirección general respetada y confiable aumenta la confianza de los miembros de la organización en que un cambio propuesto será exitoso. El apoyo visible de la dirección general es necesario para vencer la inercia y el miedo de fracasar que cunde en los mandos medios

de muchas organizaciones. Los mandos medios reciben a menudo los cambios propuestos con precaución, pasividad y escepticismo. La dirección general debe proporcionar el apoyo entusiasta y el compromiso necesario para nutrir un esfuerzo incipiente de cambio. Para que un programa de cambio sea efectivo es muy importante que la dirección general manifieste un fuerte compromiso por el cambio, tanto con palabras como con hechos. Un programa de cambio necesita como patrocinadores a los gerentes de aquellos departamentos que se vean más directamente afectados (Lefcovich,2006).

### Negociación y Acuerdo

Otra técnica consiste en la negociación con los opositores declarados o potenciales. Se puede mencionar que este tipo de método es de los más utilizados en los acuerdos sindicales o el obtener permisos con los jefes de las subunidades de la organización que son afectadas por el cambio.

Esta es una etapa de regateo interno, en la cual, para poder asimilar el "bocado" que representa la nueva situación, nos quejamos internamente (o también hacia fuera) sobre "si por lo menos", la nueva situación se hubiera dado de manera más benigna (Ponce,2005).

### Manipulación y nombramiento arbitrario

Algunas veces los gerentes dirigen a los individuos o grupos para convertirlos de opositores a favorables al cambio. Puede que manipulen a los trabajadores haciendo conocer selectivamente alguna información o conscientemente estructurando la sucesión de los hechos. También pueden nombrar arbitrariamente a un individuo, quizás una persona clave del grupo, dándole un papel deseable en el diseño o la ejecución del cambio. La ética dudosa de esta técnica, a veces suele ser contraproducente(González, 2004).

## Coacción explícita e implícita

Puede ser que los gerentes obliguen al personal a aceptar un cambio mediante amenazas explícitas o implícitas que incluyen la pérdida del puesto o postergación en los empleados.

También el personal que requiere del cambio puede llegar a negociar con el gerente del área en proceso para que éste despida o transfiera a los empleados que son un estorbo en el proceso del cambio. Como en la manipulación y los nombramientos arbitrarios, tales métodos aunque no poco comunes, acarrear ciertos riesgos y hacen más difícil ganar el apoyo de los empleados para los esfuerzos de cambio futuro (Ponce, 2003).

El vencimiento de la resistencia al cambio requerirá el aprovechamiento de uno o más de los anteriores métodos y las técnicas que se empleen para convertir el proyecto o proceso con mayor eficiencia y lograr el éxito del cambio (Stoner, 1994).

### **2.3.3 Elementos de cambio en una organización**

Según Carapaica (2004), afirma que las organizaciones pueden cambiar alterando su estructura, tecnología o variando a su gente. El cambio en la estructura comprende reacomodar sus sistemas internos. Cambiar la tecnología significa alterar el equipo, procesos de ingeniería, técnicas de investigación o métodos de producción. El cambio del personal comprende variar la selección, el adiestramiento, relaciones, actitudes o papeles que desempeñan los miembros de la organización.

En las empresas de manufactura los elementos de cambio son interdependientes, los cuales actúan recíprocamente bajo la influencia de

fuerzas comunes. Un cambio en cualquiera de los tres elementos afectará a los demás (Stoner, 1994).

La Figura 2.6 muestra los 3 elementos interdependientes de una empresa de manufactura.

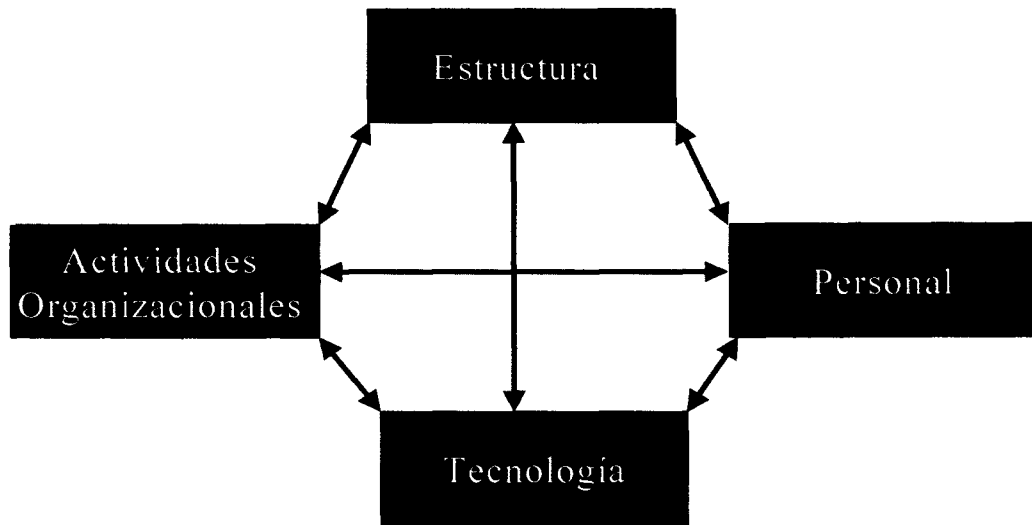


Figura 2.6 Elementos organizacionales interdependientes

#### Elemento Estructural

Cambios estructurales creados mediante la aplicación de los diseños organizacionales clásicos. Muchos gerentes pueden mejorar el desempeño de sus organizaciones cambiando las responsabilidades de gerencia, la descripción de puestos, zonas de responsabilidad, etc.

Cambiar las organizaciones por medio de la descentralización es otro enfoque estructural del cambio. Principalmente se basa en el principio de que la creación de unidades organizacionales más pequeñas y más autónomas aumentará la

motivación de sus integrantes y les ayudará a enfocar la atención sobre actividades de la más alta prioridad.

### Elementos Tecnológicos

La aplicación sistemática de los métodos tecnológicos de cambio se inició en la administración científica de Frederick Taylor, tratando de refinar y analizar la acción recíproca entre los trabajadores y las máquinas para aumentar la eficacia en el área de trabajo.

Un problema común del cambio tecnológico es que a menudo se hace incompatible con la estructura de la organización. Tal incompatibilidad creó un resentimiento y relaciones interrumpidas entre los miembros de la empresa.

### Elemento del Personal

Tanto el elemento estructural como el tecnológico intentan mejorar el desempeño de la organización cambiando la situación del trabajo. Se basan en la suposición de crear una situación óptima de trabajo que dará por resultado que la conducta de los empleados se haga más productiva. El elemento del personal, por otra parte, pretende cambiar directamente la conducta de los empleados destacando sus habilidades, actitudes, percepción y expectativas (para que se desempeñen más eficazmente).

Las nuevas actitudes y habilidades también pueden alentar a los empleados a iniciar en la estructura y tecnología de la organización, lo que lleva a un grado mayor aún de mejora en el desempeño de la empresa (Vagas, 2004).

En general al hablar de Nuevas Formas de Organización del Trabajo (NFOT), Calidad Total (CT), gestión participativa, etc. se engloba una realidad bastante amplia, que varía de acuerdo al empresario que la aplica o al propagandista.

Desde simple propaganda para los clientes hasta cambios sustantivos en toda la producción, a través de la introducción de círculos de calidad, grupos de trabajo, justo a tiempo y Kanban, etc.(Martínez, 1998).

La Figura 2.7 muestra los tres elementos de cambio en una organización

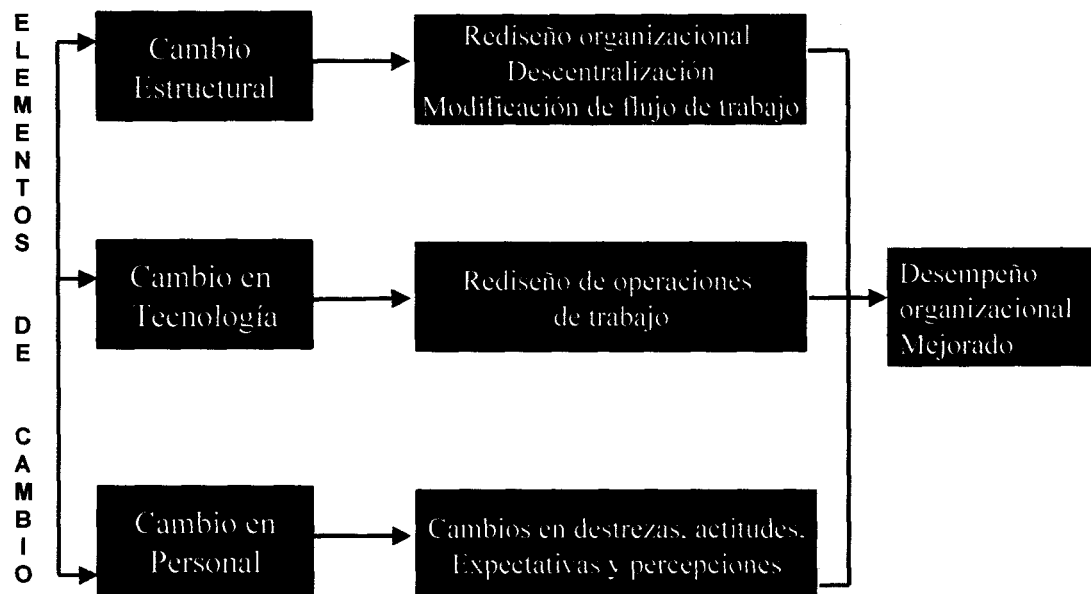


Figura 2.7 Elementos de cambio en una Organización

## 2.4 Integración de Empresas

### 2.4.1 Definición de Integración de empresa

#### Integración de Empresa

La utilización de las computadoras y de sistemas, les han permitido a las empresas enfrentar nuevos retos y oportunidades a través del procesamiento de información en muy altas velocidades. Sin embargo esta rapidez en el flujo de

información no ha sido del todo suficiente para interconectar los diferentes procesos internos que conforman a la organización.

El proceso para lograr la integración de empresas ha sido estudiado e investigado por diferentes universidades y empresas. Los primeros resultados se lograron durante los años 70's en la fuerza aérea de los Estados Unidos y en Europa durante los 80's. La mayoría de estas investigaciones se han concentrado en incrementar los procesos operativos y en el flujo de materiales. Sin embargo estos modelos son muy complejos que requieren de una alta inversión de recursos para su implementación, por lo que en la mayoría de los casos el paso de la teoría a la práctica queda inconcluso.

Los modelos de referencia de Integración de Empresas tienen el objetivo de lograr una eficiente y efectiva integración de los elementos de una empresa a través de un lenguaje de modelación sencillo de entender que permita la selección de los elementos importantes a analizar, y que oculte elementos que en determinado momento no sean relevantes para la modelación.

Por los cambios constantes y el dinamismo del entorno global ha ocasionado en las empresas la necesidad de dar respuesta rápida a este nuevo entorno, y para lograrlo es necesario tener una organización ágil en donde sus procesos internos y externos se encuentran perfectamente articulados. Al proceso de buscar la integración de esos elementos se le ha llamado ingeniería para integración de la empresa.

El objetivo principal que busca MIE es el proveer la información necesaria al lugar correcto en el momento correcto, buscando que con esto las empresas sean capaces de integrar los factores de comunicación, cooperación y coordinación entre sus procesos. Lo anterior no solamente busca la integración interna de la organización, sino que también considera el entorno en el que se

encuentra la empresa, por lo que también busca que la integración se logre con los clientes y proveedores.

Los modelos de referencia y las metodologías utilizadas para MIE pueden ser utilizados para motivar a las empresas a desempeñar roles de liderazgo a través de responder rápidamente a las necesidades del mercado con productos innovadores, y conseguir la ventaja competitiva que las empresas de hoy necesitan.

Por lo que el concepto de MIE busca el definir los objetivos de la empresa y alinearlos rápidamente a las necesidades del entorno a través de la formulación de estrategias desde los tres enfoques del diseño de sistemas: Estructura, Transformacional y Procedural.

## **2.4.2 Sistemas de Manufactura en la Metodología para la Integración de Empresas**

### **Manufactura Ágil**

El término de agilidad fue acuñado como un concepto de manufactura, por un grupo de investigadores en el Instituto Iaccoca de la Universidad Leigh en EUA en 1991 (Taylor & Francis, 2002).

La manufactura ágil es la capacidad de sobrevivir y prosperar en un ambiente competitivo de continuos e impredecibles cambios debido a la rápida y efectiva reacción del cambiante mercado, conducidos por productos y servicios diseñados por el cliente. La competitividad es determinada por la habilidad de re-configurar el software, equipo, estructura organizacional, etc.

El objetivo de este tipo de manufactura es movilizar y reconfigurar de una manera sencilla y fácil todos los recursos de una empresa, teniendo la habilidad



de prosperar en un ambiente de negocios en continuo cambio sin dejar de atender la demanda de los clientes.

Las principales herramientas con que se cuenta en la manufactura Ágil son:

- Máquinas inteligentes
- Empleados hábiles
- Equipos de trabajo integrados a los procesos
- Capacidades concurrentes

Los principales conceptos de la manufactura ágil se resumen en la figura 2.8 . La administración de la competencia principal (core competence) relaciona a la fuerza laboral de la organización y los productos a nivel individual y de la organización.

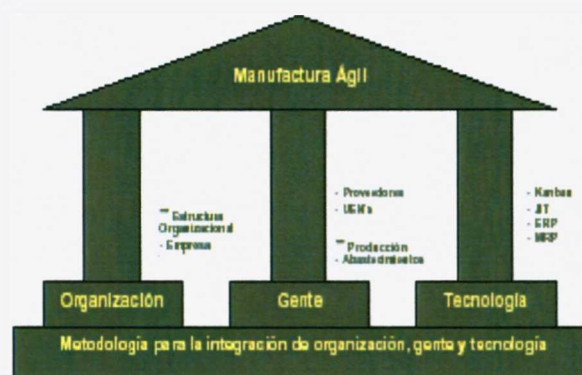


Figura 2.8 Concepto de Manufactura Ágil

Características de Manufactura Ágil en (Camarero & Bustelo, 2005):

Producción

Habilidad para producir bienes y servicios para un cliente en tamaño de orden arbitrario.

## Diseño

Metodología holística que *integra* a los proveedores, procesos de negocio, al cliente así como el uso y disposición del producto final.

## Organización

Habilidad para sintetizar las nuevas capacidades productivas del conocimiento del personal y las instalaciones a pesar de su ubicación interna o externa, es decir, no importa dónde se ubiquen las personas e instalaciones, las capacidades se sintetizan en la organización.

## Personal

El personal posee conocimiento, habilidades y la fuerza de trabajo es totalmente innovativa.

## **Empresa Virtual**

La organización virtual representa una alianza de organizaciones que forman una red de colaboración, compartiendo conocimiento, habilidades, y recursos para proveer un valor añadido a los productos y servicios.

El concepto de empresa virtual es una red de empresas que constituye una alianza temporal, para compartir sus costos, habilidades y recursos para soportar todas las actividades necesarias hacia la explotación de las oportunidades para las peticiones de productos, servicios y la competitividad en un mercado global. El proceso de fabricación no es realizado por una sola empresa, sino que cada empresa es sólo un nodo dentro de la empresa virtual que agrega un valor a la cadena del producto, por eso, las empresas virtuales seleccionan cuidadosamente una serie de habilidades y activos de diferentes compañías para unir todo en una sola entidad (Hamideh & Garita, 1997).

El objetivo de este sistema es el de proveer soluciones innovadoras al nuevo entorno. Tomando en cuenta esto, las empresas se tienen que transformar en elementos activos, en lugar de elementos estáticos y, aún más, deben de ser capaces de compartir con otras empresas virtuales sus características para satisfacer necesidades específicas del entorno.

En la Figura 2.9 se muestra el marco de referencia de una empresa virtual

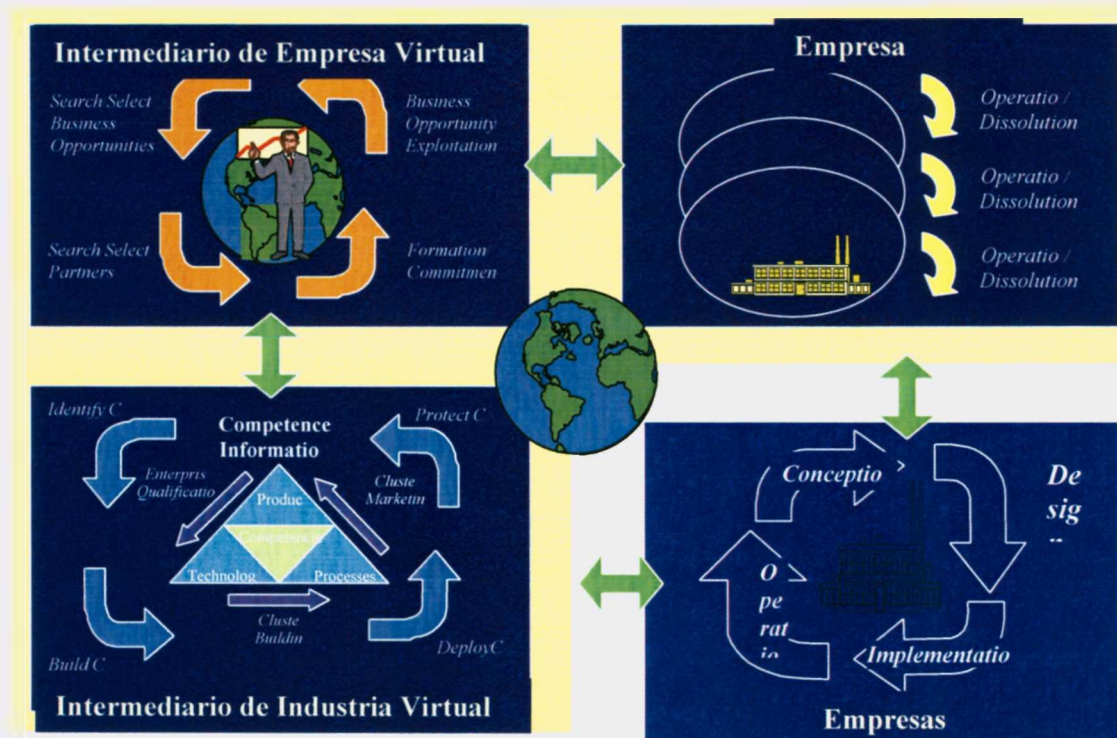


Figura 2.9 Marco de Referencia de Empresa Virtual

### Empresa Fractal

La fábrica fractal es entidad corporativa la cual actual de manera independiente y sus metas-desempeño pueden ser descritos de manera precisa. Una organización entera puede ser representada desde el nivel más alto, hasta el nivel más bajo.

Auto-similaridad.

Auto-organización.

Auto-optimización.

Orientación a metas.  
Dinamismo y vitalidad.

Principios de organización en la fábrica fractal

*Propia organización:* A través de la propia responsabilidad e integración de funciones.

*Orientación a objetivos:* A través de sistemas holísticos y orientados al mercado.

*Propia optimización:* A través del desarrollo continuo de la compañía.

*Principios Organizacionales:* En la fábrica fractal.

*Dinamismo:* Medido por el grado de logro de metas de los fractales individuales.

La forma de la organización es una estructura de redes como un “frame” para los fractales. La información está disponible para todos y es utilizada y procesada bajo puntos de vista por necesidad propia. (principio de pick up).

Los estándares, el cumplimiento de tareas no son planeadas en detalle. La propia organización y unidades de operación independientes garantizan los resultados internos.

La Figura 2.10 muestra un ejemplo de la arquitectura fractal



Figura 2.10 Arquitectura Fractal y la relación con los módulos funcionales de una organización.

## Relaciones entre una Manufactura Fractal (MF)

MF es un sistema emergente diseñado para combinar los atributos logísticos de la producción esbelta con la configuración estratégica de las ágiles capacidades de la red.

MF permite una completa flexibilidad en la operación de la sub-fábrica dentro de la fábrica y proporciona un enlace físico entre los socios o “partners”.

## **Manufactura Holónica**

Fué utilizado a principios de los 60’s por Arthur Koestler. Se deriva del griego Holos el cual significa todo, con el sufijo “on” denota una partícula (como protón, neutrón). Y creado para describir las observaciones de Koestler sobre los sistemas complejos. Busca unir al mismo comportamiento al mismo tiempo, un todo y una parte. Describe los nodos de una estructura de redes llamada “Holarchy”, algo similar a manejar cierta jerarquía (Jerarquía).

Puede considerarse como una red de celdas casi-autónomas, los cuales poseen su propia meta. Los “Holons” pueden coordinar sus acciones con el fin de alcanzar una meta en común. Su aplicación se ha extendido a control de la manufactura, sistemas de información y a niveles más simples como las máquinas CNC. Se utilizan los sistemas biológicos como una representación para los sistema de manufactura, considerando las perturbaciones y los eventos inesperados como “normales” dentro del comportamiento sistémico (Vetorazzi & Tellez, 2001)

## Componentes de un sistema holónico

Agente (Agent) .- Este término surge en el contexto de la inteligencia artificial. Se refiere a una entidad que trabaja de manera continua y de manera autónoma en un ambiente en el cual existen otros agentes y diversos procesos.

La siguiente figura es una representación un sistema de manufactura holónico

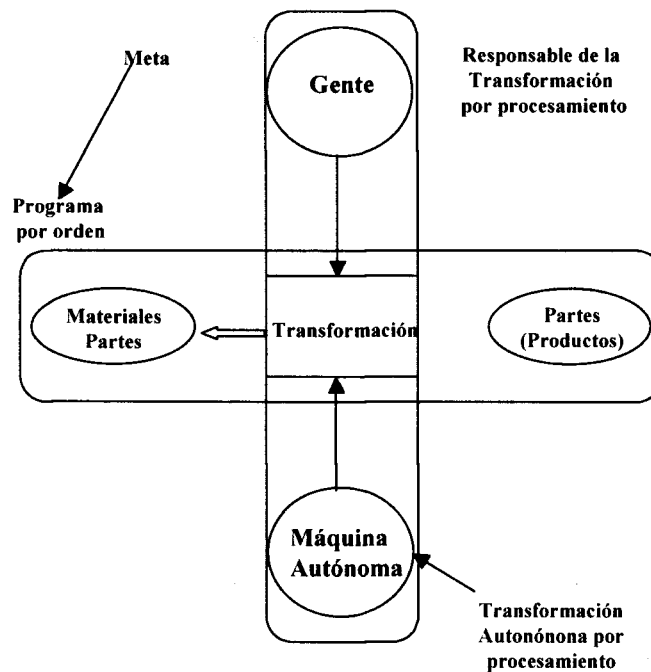


Figura 2.11 Sistema de Manufactura Holónico

Según la definición de Suda, los holones que mejoran la información procesando tareas se llaman holones suaves y los holones que mejoran las tareas de manufactura se llaman holones duros. Un Holón es considerado como una parte del sistema y de un todo.

## Empresa Extendida

El término de Empresa Extendida surge como respuesta a la necesidad de las organizaciones para determinar el nivel de interdependencia que existe entre las empresas al hacer negocios, esto incluyendo también a toda la cadena de suministro (Clientes y Proveedores).

El objetivo de Empresa Extendida es contemplar todo el ciclo del producto desde los proveedores, clientes finales y cualquier otra entidad que tenga cierto efecto o impacto en la conformación del entorno del producto. En general Empresa Extendida es la representación de todas aquellas organizaciones que están comprometidas con el diseño, desarrollo, elaboración y comercialización de un producto (Laseter T., Cardenas F. y Burbano A., 2000).

La coordinación de un grupo de empresas trabajando con un objetivo en común, representados a través del concepto de Empresa Extendida, permite la construcción de canales de comunicación para el efectivo flujo de información y conocimiento entre ellas. Esta comunicación va más allá del simple intercambio de dibujos, contratos y/o procesos, ya que la participación de las organizaciones es activa y armoniosa, esto permite la creación de una comunidad de aprendizaje que permite la elaboración de mejores productos en tiempos más cortos.

La siguiente figura muestra un modelo de Empresa Extendida



Figura 2.12 Empresa Extendida (Molina y Sánchez, 1998)

## **CAPITULO III. MODELOS DE REFERENCIA PARA LA INTEGRACION DE EMPRESAS**

### **3.1 GERAM (Metodología y Arquitectura de Referencia Generalizada de una Empresa)**

Este modelo de referencia fué desarrollado por IFIP-IFAP en 1999 partiendo de la evaluación de los modelos existentes para la integración de empresas (CIMOSA, GRAI/GIM, PERA). GERAM es el marco de referencia que permite a las organizaciones identificar los elementos clave o importantes a ser considerados en proyectos relevantes para la empresa.

Dentro de las características de GERAM se encuentran:

- 1.- La metodología contiene los elementos necesarios para definir los procesos de la empresa durante todo su ciclo de vida
- 2.- Esta metodología puede aplicarse en todo tipo de organizaciones
- 3.- Provee un modelo de referencia general que define los componentes necesarios para la integración de procesos.

Las aplicaciones dentro del marco de referencia de GERAM, de una empresa en operación, se pueden generar dentro de la etapa de operación del ciclo de vida de la Empresa y dependiendo del grado de cambio, se tendrán manifestaciones en niveles previamente establecidos para redefinir la empresa con el nuevo proyecto, pudiendo pasar por etapas diferentes como concepto, diseño e implementación, según la naturaleza del proyecto (Tam y Sculli, 2001).

El concepto de ciclo de vida surge de la necesidad de representar las operaciones consecutivas de un sistema de una empresa que se encuentra



conformada por 7 actividades que se deben realizar de forma cíclica para todas las empresas.

<b>Identificación</b>	Actividades requeridas para la identificación de una necesidad
<b>Concepto</b>	Definición de la misión, visión, valores y estrategias
<b>Requerimientos</b>	Definición y determinación de los recursos necesario para la manufactura o servicio
<b>Diseño Preliminar</b>	Diseño de tareas humanas y maquinaria requeridas para la Manufactura o servicio destinados al cliente final
<b>Diseño Detallado</b>	Diseño de tareas necesarias para completar el sistema físico final
<b>Implementación</b>	Referente a las actividades necesarias para la integración del sistema
<b>Operación</b>	Referente a las actividades necesarias para la integración del sistema
<b>Retiro</b>	Referente a las actividades requeridas para el rediseño y transferencia al final de la vida útil de las diversas operaciones

Figura 3.1 Marco de Referencia de GERAM

### 3.2 MIE (Metodología de Integración de la empresa)

Los modelos de referencia y las metodologías utilizadas para MIE pueden ser utilizados para motivar a las empresas a desempeñar roles de liderazgo a través de responder rápidamente a las necesidades del mercado con productos innovadores, y conseguir la ventaja competitiva que las empresas de hoy necesitan.

Por lo que el concepto de MIE busca definir los objetivos de la empresa y alinearlos rápidamente a las necesidades del entorno a través de la formulación de estrategias desde los tres enfoques del diseño de sistemas: Estructura, Transformacional y Procedural (Molina y Veruzcka, 2003).

P L A N	I. Definir los beneficios e impacto del proyecto
	II. Definir el equipo de trabajo
	III. Analizar los elementos estratégicos del negocio
	IV. Identificar las claves de éxito, impacto y Manejadores de cambio del negocio
A C T U A R V	V. Modelar el proceso AS-IS
	VI. Diseñar y modelar el proceso To-Be
	VII. Analizar las diferencias entre modelos Y definir proyectos específicos
	VIII. Ejecutar los cambios de: Procesos y Organización, humano y tecnológicos
	IX. Medir y contabilizar cambios, impactos Y beneficios

Figura 3.2 Marco de Referencia de MIE (Molina y Sánchez 1998)

Basándonos en el marco de referencia para diseño e Implantación de un Sistema de Manufactura Flexible las estrategias se dividen en:

*Competitivas*

- Excelencia en la Operación: La organización busca el ser una empresa de bajo costo y eficiente en la SCM
- Enfoque al cliente: Se busca la entregar productos y/o servicios a un cierto tipo de clientes bien identificados.

- Innovación de Productos.- La organización se enfoca en buscar el liderazgo tecnológico a través del desarrollo de productos y/o servicios innovadores para el mercado.

## SCM

- Integración Vertical: Puede ser de dos tipos, integración vertical hacia el cliente o hacia el proveedor.

- Unidades Estratégicas de Negocios. - Con la creación de UEN se pretende el eliminar vicio o malas prácticas entre empresas del mismo grupo. Esto con el fin de darle transparencia a las operaciones y rentabilidades de los negocios.

- Integración Horizontal.- Es la utilización de empresas para consolidar ciertas funciones dentro de la organización y brindar servicio a varias UEN's.

- Colaboración.- Se refiere a la utilización de alianzas estratégicas para satisfacer las necesidades de la cadena productiva.

## *De Producción*

- MTS (Make to Stock). - Producir bajo pronósticos de ventas.

- MTO (Make to Order). - Producir bajo órdenes o pedidos específicos.

- ATO (Assembly to Order). - Ensamblar bajo un pedido u orden específica.

- ETO (Engineering to Order).- Diseñar un producto bajo un pedido especial

Para identificar los procesos claves del negocio, se plantean ciertos procesos tanto interno como externos que deberán de permitirle a las organizaciones la integración de la estrategia de producción.

El marco de referencia utilizado en MIE (Molina y Sánchez, 1998) incluye la definición de tres tipos de estrategias (Competitivas, SCM, Producción), la definición de procesos claves del negocio, la definición de indicadores y por último las decisiones relacionadas con los enfoques de Estructura, Transformacional y Procedural.

La Figura 3.3 muestra el marco de referencia para el diseño e implantación de un sistema de manufactura flexible.

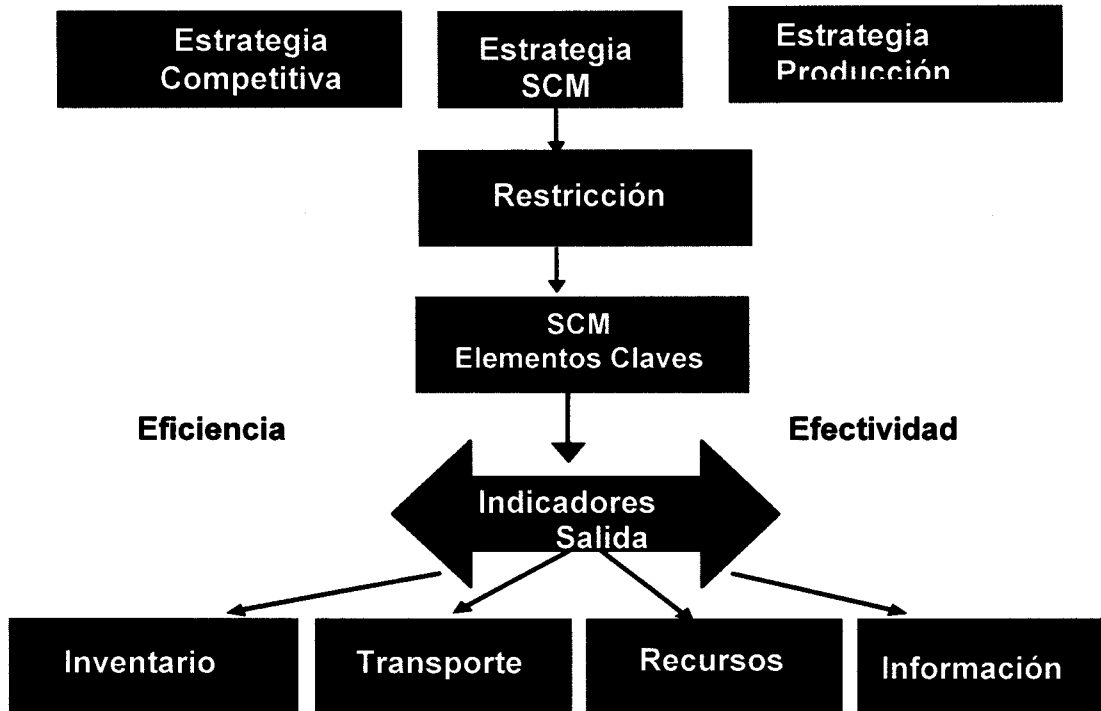


Figura 3.3 Elementos Estratégicos del Negocio dentro del Marco de Referencia (Molina y Sánchez, 1998)

Para la definición de Indicadores que permitan evaluar de manera clara y objetiva el desempeño de las estrategias, el marco de referencia de MIE, propone que se utilicen las siguientes características (Molina y Sánchez, 1998):

- 1.- Que se encuentren alineadas a las estrategias de la empresa
- 2.- Usar medidas principalmente no financieras
- 3.- Que puedan variar dependiendo el lugar
- 4.- Que puedan variar en el tiempo
- 5.- Fáciles de entender por todos lo involucrados

7.- Dar una rápida retroalimentación del entorno

8.- Promover la mejora continua

En general la metodología de MIE provee a las empresas integrar una relación directa entre las actividades estratégicas y operativas de la organización a través de la definición de indicadores claves de la empresa y la identificación de problemas.

## CAPITULO IV. IMPLEMENTACION DE LAS DOS METODOLOGIAS

Basados en la revisión bibliográfica de manufactura esbelta y la metodología de integración de empresas, la implementación de este trabajo de investigación se llevó a cabo con el modelo de GERAM.

La figura 4.1 muestra los elementos del Modelo de GERAM y la combinación de los pasos utilizados con la implementación de manufactura esbelta en la empresa donde se realizó este trabajo de investigación.

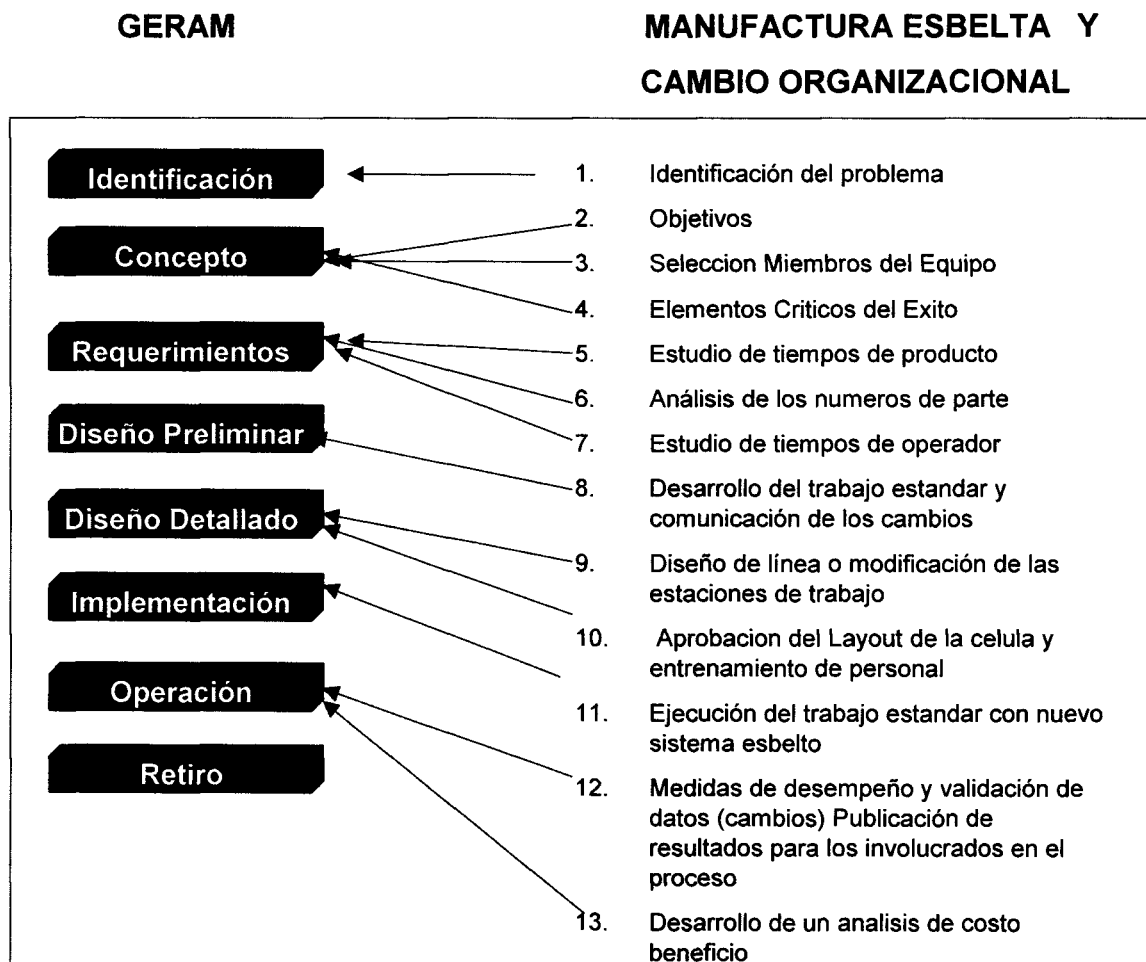


Figura 4.1 Modelo GERAM y Metodología de Manufactura Esbelta

A continuación se explica la aplicación de las 2 metodologías incluyendo cada una de sus etapas:

## Identificación

El objetivo principal se define en esta primera etapa, para medir la eficiencia del nuevo método con respecto al método actual para un producto nuevo en una línea ya existente: Incrementar la productividad eliminando tiempos de espera, cero defectos y eliminando la resistencia al cambio por parte de los asociados.

## Concepto

Selección de Equipo-elementos críticos del éxito para el proyecto de investigación, incluyendo los recursos y requerimientos (tipo de industria: médica) para iniciar:

### *Objetivo del Negocio*

Reducir costos de manufactura para el proceso de un producto nuevo eliminando desperdicios eliminando desperdicios en la línea existente

### *Indicadores*

Resistencia al cambio=>  
participación de Asociados  
Productividad = > producción actual  
Defectos = > producción actual

### *Políticas Generales*

- Regulaciones con sustento legal requerida por Asociación de Comida y Drogas- Administración ocupacional de Seguridad y Salud
- Certificación de ISO 9001
- Personal capacitado en cambio organizacional
- Uso de Matriz de Flexibilidad (Entrenamiento 3D)
- Entrenamiento y certificación del personal operativo en producto médico

### *Funcionalidad General*

- Conectividad de la información entre las dos plantas
- Evaluación y definición de las capacidades de las máquinas
- Análisis de procesos en actividades de diseño
- Evaluación de nueva tecnología
- Capacidad para detectar el desperdicio de espera entre los procesos  
(Documentación-Personal)

### *Restricciones Generales*

- Distancia entre las plantas
- Comunicación 2 vías (teléfono y correo)
- Entrenamiento del nuevo proceso por parte del personal de diseño
- Disponibilidad de recursos para entrenar en las nuevas herramientas una vez implementado el cambio
- Documentos de validación para equipo-proceso-producto
- Operadores certificados en operaciones laterales (multifuncionales)
- Acceso a la información oportuna del diseño del producto
- Capacidad financiera para entrenar a los operadores en el desarrollo del diseño del producto (operaciones del proceso)
- Capacidad del conocimiento del personal de ingeniería (planta manufactura)
- Resistencia al cambio por parte del personal operativo

### *Factores Claves de éxito*

- Comunicación por medio de una página de internet o bases de datos compartidas (Empresa Virtual)
- Optimización de documentos para validación
- Involucramiento del personal de manufactura en el desarrollo del diseño
- Personal de ingeniería en planta de manufactura capacitado para desarrollar actividades de diseño (evitando desperdicio de espera al validar o iniciar con producción del nuevo producto).



## Requerimientos

*As-Is CATALOGO.* En esta etapa del proyecto se define más a detalle todos los requerimientos necesarios para iniciar con el diseño del nuevo método:

- BP      Especificación del cliente  
Diseño del prototipo (Miami)  
Evaluación de recursos  
Documentación de validaciones requeridas  
Envío de información a ingeniería (Planta México)  
Validación de equipo-proceso-producto  
Arranque de línea
  
- EA      Documentar validación en formato (México)  
Transferencia de información (especificaciones, equipo, material, etc.)  
Traducir métodos para personal de operaciones (México)  
Validar equipo y proceso del nuevo producto  
Analizar tiempos de operación  
Registrar datos de evaluación (documentos de validación)  
Certificación del nuevo proceso al personal operativo  
Personal multifuncionales  
Implementación de 5'S  
Implementación de visuales (incluyendo andon)  
Implementación de kanban y diseño de línea  
Liberar línea de producción  
Producir piezas de producto
  
- OV      Regulaciones de la FDA
- EO      Reporte de liberación de producto

- OV Dibujos de equipo-producto
- OV Especificación de operaciones. Subensamble 1 (corte-soldado-fusión)  
Subensamble 2 (formado) Empaque
- OV Documentación del desarrollo de un producto nuevo

*Puestos*

*Roles*

- OR Ingeniero de Diseño
- OV Supervisor de Producción
- OR Ingeniero de transferencia
- OR Ingeniero de validación
- OV Operador de Subensamble 1
- OV Operador de Subensamble 2
- OV Operador de Empaque
- OV Planeador de producción
- OR Ingeniero de calidad
- OV Entrenador
- OV Ingeniero de Lean
- EO Gerente de Diseño
- EO Gerente de Producción
- EO Mercadotecnia

*Recursos*

Personal

Ingenieros

Máquinas

Fixturas de ensamble

Fixturas de empaque

Materia prima

Lámparas

Software de pruebas

Validaciones

Modelación del AS-IS (Modelo Actual)

Parte de la modelación de este proyecto se basa en la representación gráfica cada uno de los diagramas mencionados a continuación:

- Diagrama de Actividad (Ver anexo 1.1)
- Diagrama Caso de Uso (Ver anexo 2.1)
- Diagrama Clase (Ver anexo 3.1)
- Diagrama As-Is en IDEFO (Ver anexo 4.1)

## **Diseño Preliminar**

-Descripción general de las actividades que repercuten en el resultado (mejora en calidad, productividad y aceptación del cambio), efectos (eliminación de desperdicios y resistencia al cambio), impacto (en productividad y calidad) y beneficios (Ver anexo 5.1).

## **Diseño Detallado**

Modelación (Modelo Propuesto)

-Diagrama To-Be (Ver anexo 6.1)

El modelo To-Be representado gráficamente en el anexo 6 nos muestra la propuesta del nuevo proceso de implementación integrando las mejoras identificadas básicamente en el modelo actual (dentro del diseño preliminar) generadas tanto en el área de diseño como de manufactura.

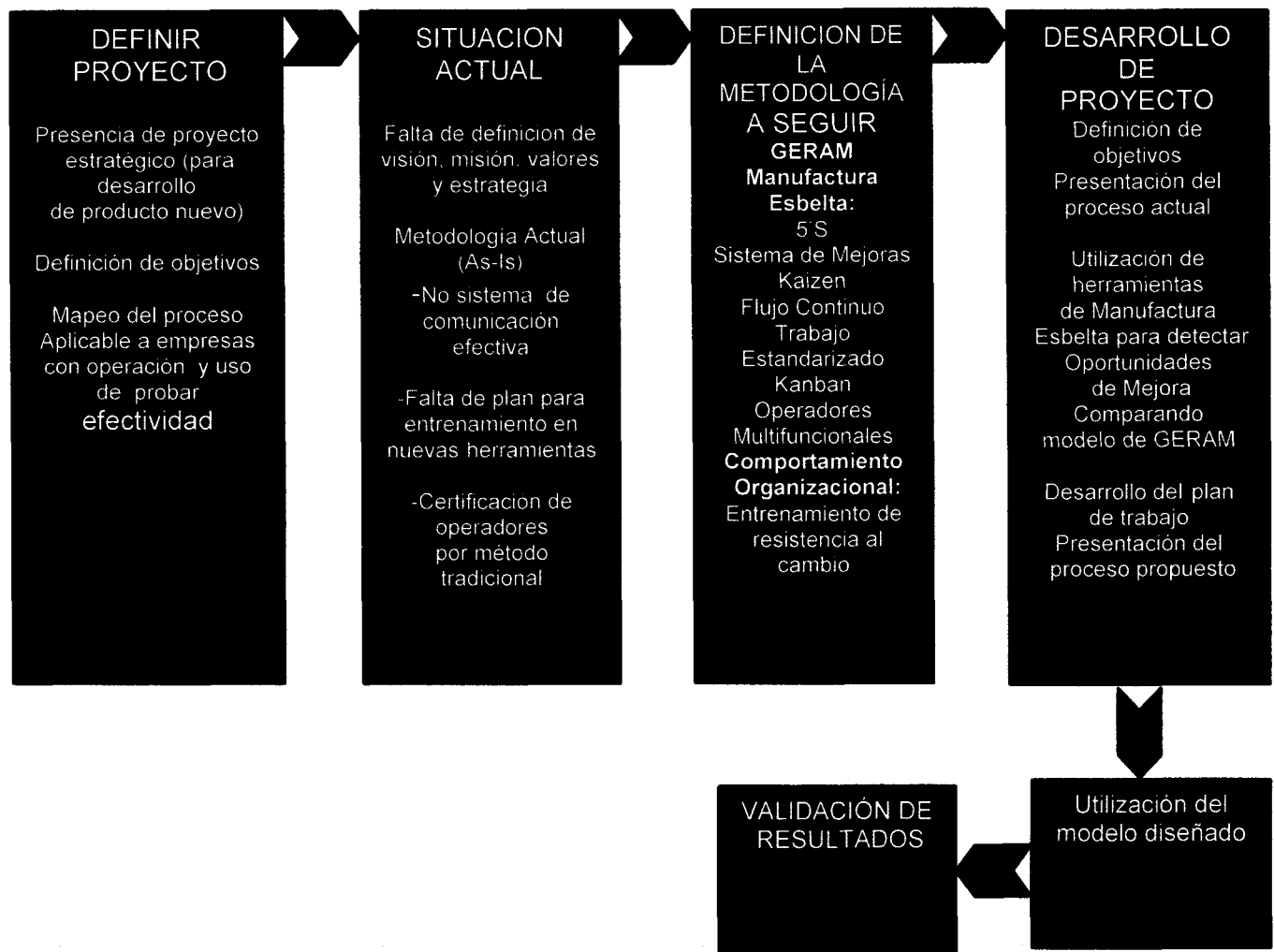
Como parte de las oportunidades de mejora que se identificaron fueron las siguientes:

1.- Implementación de un intermediario (closter) para mejorar el sistema de comunicación mediante la integración de bases de datos en base a redes de comunicación global que permita obtener información real y oportuna para las partes involucradas. Así como de capacitar al intermediario en las actividades de diseño e instalarlo dentro del sistema de la planta manufacturera donde ocurrirá el cambio. Además la implementación de las herramientas básicas de manufactura esbelta (5'S, fábrica visual y kanban)

2.- Revisar regulaciones de FDA y mantener una matriz actualizada de las especificaciones, requerimientos y cambios que afecten el proceso a evaluar, así como compartir con los afectados del cambio, por medio de las bases de datos o pagina web.

3.- Integrar el análisis de estudio de tiempos así como la obtención del estándar (desarrollo del trabajo estándar para cada modelo) para el producto nuevo en la primer corrida de evaluación por parte de ingeniería.

4.- Como parte de los puntos a mejorar es el involucramiento del personal afectado por los cambios en el desarrollo del diseño del producto nuevo, es desarrollar un plan de entrenamiento y comunicación del personal además de publicar los resultados de la evaluación así como las ideas de mejora que el personal haya propuesto (Ver Figura 4.2 Diagrama de flujo del diseño).



**Figura 4.2 Diagrama de flujo del proceso para la implementación de las dos metodologías (utilización de herramientas)**

### Implementación

- Se llevó a cabo la corrida de evaluación de ingeniería y diseño interno de planta de manufactura para 1er turno, ya que esta línea trabaja un sólo turno, para evaluar el nuevo método con la aplicación de las 2 metodologías (de acuerdo al plan de implementación, ver anexo 6.2).

## CAPITULO V. RESULTADOS

En base a los objetivos planteados en este trabajo de investigación, se puede mencionar los siguientes resultados:

1.- La aplicación de las herramientas de manufactura esbelta e integración de empresas permitieron ordenar las acciones requeridas para determinar las etapas del proyecto de acuerdo al ciclo de vida de la empresa. La metodología de integración de empresas permitió visualizar el proceso del nuevo producto a partir de la definición del proyecto y estudio de la situación actual.

Posteriormente se combinaron las herramientas de manufactura esbelta para generar los análisis de tiempos para las operaciones de la línea en estudio así como el desarrollo del trabajo estandarizado de acuerdo a la demanda del cliente, flujo continuo, la implementación de 5'S, la fábrica visual, fixturas a prueba y error en la sección del ensamble del cuerpo del producto en los cuales se logró mejorar la productividad para manufacturar el producto nuevo.

Antes de la integración e implementación de las dos metodologías se tenía una productividad de 3.5 pzas/hr/op, con el flujo del material y operaciones definidas para cada asociado así como la capacitación adecuada de las herramientas, se obtuvo una productividad de 6.5 pzs/hr/op.

En el anexo 6.5 se muestra el trabajo estándar para el proceso existente donde se tenía un total de 12 asociados mientras que en el anexo 6.6 se muestra la mejora del trabajo estándar para el nuevo producto con un total de 8 asociados, para los dos métodos el volumen considerado para balancear las operaciones fue de acuerdo a la demanda del cliente igual a 500 pzas por semana.

Posteriormente se logró implementar el sistema kanban, instalando pequeños supermercados dentro de las áreas de producción así como una estrecha

relación entre materiales y operaciones permitió reducir el tiempo de entrega de material a la línea y a su vez entrega de producto al área de embarques.

Dentro del mismo análisis para el sistema kanban también fué necesario determinar la cantidad de material que se debe de tener en el proceso y el tiempo requerido para surtido del material, al igual que el recorrido del materialista dentro del proceso de producción.

2.- La metodología de manufactura esbelta en combinación con la integración de empresas se proporcionó un marco ordenado, permitiendo mapear el proceso para identificar oportunidades de mejora y definir los objetivos dando como resultado la estrategia de rediseñar el proceso para adaptarlo al producto nuevo. También se establecieron las actividades requeridas para el rediseño de una manera sistemática y entendible para todos los involucrados en el proceso.

De las oportunidades de mejora que se identificaron en la implementación de estas dos metodologías fué el incremento de la calidad de los productos manufacturados así como el del producto nuevo. Una de las actividades que se implementó rápidamente fue la participación de los asociados y personal de soporte en los equipos de kaizen para enfocarse en dispositivos de aprueba y error para evitar que se generara piezas defectuosas.

Después de identificar los objetivos se detectó que parte de las oportunidades de mejora era la implementación de flujo continuo en el proceso en estudio, lo cual dió como resultado un incremento en el rendimiento de un 93%.

En el anexo 6.7 se puede observar una gráfica que muestra los valores del rendimiento con el método tradicional y la combinación del método de manufactura esbelta e integración de empresas. Donde el valor aceptable para cualquier producto dentro de ese proceso debe de ser de 93% mínimo.

3.- Tanto la metodología de manufactura esbelta como la de integración de empresas promueven la flexibilidad para usarse complementariamente con otras

metodologías o herramientas. Esto permitió crear una integración entre ambas y proponer e implementar actividades de acuerdo al sistema que se lleva en la empresa.

Como parte de las actividades detectadas en la integración de las metodologías fué el desarrollo e implementación de un sistema de sugerencias para conocer la voz del cliente, en este caso de los asociados que trabajan en el proceso. Esto me permitió conocer si el nuevo método de trabajo era aceptado por ellos y de que manera podía mejorar su manera de trabajar.

En el anexo 6.9 y 6.10 se muestra una encuesta que se realizó antes y después de la implementación de los métodos. Una vez que se aplicó la encuesta al mismo personal se generó una matriz con la calificación de cada asociado teniendo como base una calificación aprobatoria de 70.

Todos los datos obtenidos tanto en productividad, rendimiento y satisfacción del personal, fueron capturados en MINITAB utilizando la herramienta de la prueba de hipótesis para comprobar que realmente existía una diferencia entre los dos métodos utilizados. Sobretudo para verificar que el método propuesto es más efectivo que el método tradicional.



## **Análisis de Resultados**

Con la finalidad de responder a los objetivos de la investigación, se presenta el análisis de los resultados de la integración y aplicación de dos metodologías en un proceso para producto nuevo.

El primer objetivo es demostrar que existe una diferencia entre la productividad que se obtenía con el método anterior y la aplicación de las metodologías de Manufactura Esbelta e Integración de Empresas.

Con su Hipótesis:

H01 = No existe diferencia significativa entre la productividad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Ha1 = Existe diferencia significativa entre la productividad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Y pregunta de investigación correspondiente a este objetivo:

¿Cuál ha sido el impacto de la integración de la metodología de Manufactura Esbelta y la Integración de Empresas en el proceso de un producto nuevo en una línea existente para mejorar la productividad?

Al implementar las dos metodologías se obtuvieron resultados favorables para la compañía, esto quiere decir que las 6.5 piezas por hora por operador que se obtuvieron con el método propuesto arrojó una mejora en productividad de un 50% lo que puedo decir que si existe una diferencia entre la aplicación del primer método con respecto al propuesto.

Para demostrar estadísticamente que si existe una diferencia entre los dos métodos y que el método propuesto es mejor que el anterior, se capturaron los datos en MINITAB y se realizó la prueba de hipótesis dando como resultado lo siguiente:

## Two-Sample T-Test and CI: Datos, Condición

Two-sample T for Datos

Condicion	N	Mean	StDev	SE Mean
Cond-Antes	50	2.348	0.752	0.11
Cond-Despues	51	6.520	0.166	0.023

Difference = mu (Cond-Antes) - mu (Cond-Después)

Estimate for difference: -4.17161

95% CI for difference: (-4.38994, -3.95327)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -38.32 P-Value = 0.000 DF = 53

En base a la información contenida en las dos muestras utilizadas para esta prueba, ( $n_1=50$ ;  $n_2=51$ ), la prueba de hipótesis arroja un valor de  $p=0.000$ , el cual es menor al nivel de significancia  $\alpha=0.05$ . Por lo tanto, podemos concluir que sí existe evidencia estadística significativa para poder afirmar con casi un 100% de confianza que efectivamente existe una diferencia significativa entre el promedio de la productividad (datos) de los dos métodos (condición). Es decir, rechazamos la hipótesis nula de igualdad entre los resultados de productividad, y podemos afirmar que la productividad es mayor utilizando el método de manufactura esbelta e integración de empresas en comparación con el método tradicional.

El segundo objetivo era demostrar que la implementación de los conceptos de manufactura esbelta e integración de empresas ayudarán a mejorar la calidad en el proceso de un producto nuevo de la línea existente en comparación al método tradicional..

Con su Hipótesis

$H_0$  = No existe diferencia significativa entre la calidad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

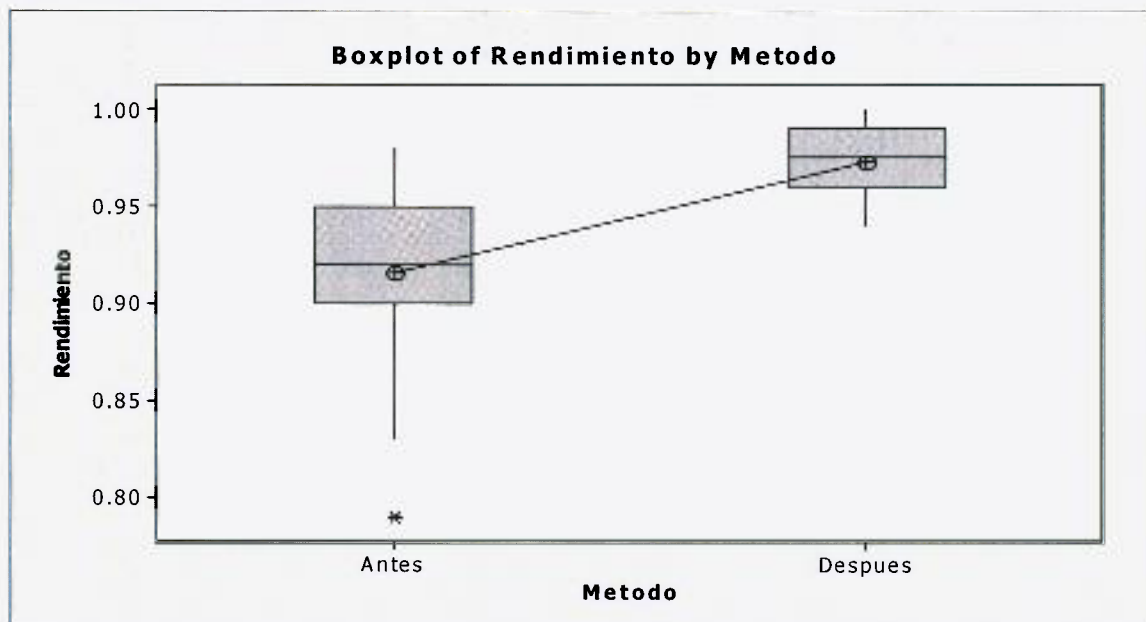
$H_a$  = Existe diferencia significativa entre la calidad de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Y pregunta de investigación correspondiente a este objetivo:

¿Cuál ha sido el impacto de la integración de la metodología de Manufactura Esbelta y la Integración de Empresas en la calidad de un producto nuevo?

Al implementar las dos metodologías también se tuvo un impacto positivo en la calidad del producto, se monitorearon 40 muestras del método tradicional y 40 muestras del método propuesto, en los cuales se observa el incremento de mejora en cuanto a defectos reducidos con el nuevo método. El rendimiento aceptable para estos productos es de un 93%, con el nuevo método se observa que la tendencia es reducir la cantidad de defectos y como resultado se tiene un incremento en calidad de un 7%.

En la siguiente gráfica podemos observar la diferencia entre las medias en la aplicación de los dos métodos.



Nota: El punto fuera de control en el método tradicional es porque se tuvo un problema con el material y tuvo que ser cambiado el lote para poder ser procesado en la misma línea de producción.

Para demostrar estadísticamente que si existe una diferencia entre los dos métodos y que la utilización del método propuesto genera menos defectos que el método tradicional, se capturaron los datos en MINITAB y se realizó la prueba de hipótesis dando como resultado lo siguiente:

### Two-Sample T-Test and CI: Rendimiento, Metodo

Two-sample T for Rendimiento

Metodo	N	Mean	StDev	SE Mean
Antes	40	0.9160	0.0433	0.0068
Despues	40	0.9713	0.0194	0.0031

Difference = mu (Antes) - mu (Después)

Estimate for difference: -0.055250

95% CI for difference: (-0.070291, -0.040209)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -7.36 P-Value = 0.000 DF = 54

La prueba de hipótesis de la diferencia entre dos medias usando el estadístico "t", usando dos muestras n=40 cada una, se obtiene un valor de p=0.000, el cual es menor al nivel de significancia  $\alpha=0.05$ . Así pues, rechazamos la hipótesis nula y eso nos permite concluir con una certeza casi absoluta (100-p % de confianza) que sí existe una diferencia significativa entre el rendimiento de los procesos de manufactura utilizando dos métodos diferentes, siendo mayor el rendimiento cuando se ha usado el método de manufactura esbelta e integración de empresas, en lugar del método tradicionalmente utilizado.

El tercer objetivo era demostrar que la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta e Integración de Empresas ayudará a reducir la resistencia al cambio para el proceso de un producto nuevo en una línea existente.

Con su Hipótesis:

H03 = No existe diferencia significativa entre la resistencia del personal operativo de un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Ha3 = Existe diferencia significativa entre la resistencia del personal operativo un proceso tradicional a la de un proceso con manufactura esbelta.

Y pregunta de investigación correspondiente a este objetivo:

¿Cuál ha sido el impacto de la integración de la metodología de Manufactura Esbelta y la Integración de Empresas en la disminución a la resistencia al cambio del personal operativo en un producto nuevo?

Uno de los factores principales para implementar estas metodologías en una línea existente para un producto nuevo era la resistencia al cambio ya que la empresa donde se aplicó estas metodologías, basa su potencial fundamentalmente en la cultura y la gente que integra la organización, esto resulta clave para generar los cambios de conducta relevantes antes de que se desee afectar cualquier elemento de cambio.

En el anexo 6.12 nos describe como la población estudiada, percibe la mejora en el método como favorable, lo cual se traduce en una aceptación del cambio con menor resistencia y la motivación de seguir aplicando la nueva metodología es favorable. En esta aceptación tomé en consideración las calificaciones como resultado de las encuestas aplicadas, teniendo como mínimo un resultado de 25 puntos y máximo de 85 puntos para el método tradicional. Mientras que en el método propuesto resultó una calificación mínima de 85 puntos y máxima de 108 puntos.

Para demostrar estadísticamente que si existe una diferencia entre los dos métodos y que la utilización del método propuesto genera menos resistencia al cambio por parte del personal que el método tradicional, se capturaron los datos en MINITAB y se realizó la prueba de hipótesis dando como resultado lo siguiente:

### **Two-Sample T-Test and CI: DATOS, Metodo**

#### Two-sample T for DATOS

Metodo	N	Mean	StDev	SE Mean
Antes	50	50.8	14.5	2.0
Despues	50	95.36	3.26	0.46

Difference =  $\mu$  (Antes) -  $\mu$  (Después)

Estimate for difference: -44.5200

95% CI for difference: (-48.7269, -40.3131)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -21.23 **P-Value = 0.000** DF = 53

Para esta última prueba de hipótesis se utilizaron dos muestras de  $n=50$  cada una. Se obtuvieron para cada una de las muestras las mediciones del índice de satisfacción de los empleados trabajando en los dos diferentes métodos, el propuesto y el tradicional. El análisis estadístico de los datos muestrales arrojó un valor de  $p=0.000$ , el cual es menor al nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , lo que significa que podemos rechazar la hipótesis nula con un nivel de confianza de casi el 100%, afirmando con esto que sí existe evidencia estadística significativa para decir que la calificación de satisfacción del personal es diferente dependiendo del método, siendo mayor este índice en aquellos empleados que trabajaron con el método nuevo.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Después del análisis y la recopilación de los datos obtenidos en este estudio de investigación se determinan las principales conclusiones que pueden ser generalizadas para la población en estudio:

1.- Las principales conclusiones se puntualizan en la aplicación de la metodología de manufactura esbelta e integración de empresas para obtener mejores resultados en productividad, calidad y aceptación del cambio obteniendo una estructura basada en el concepto de ciclo de vida representado en cada una de sus etapas. Desde la definición del proyecto, diseño preliminar, diseño detallado e implementación.

El aumento en productividad y calidad identificado en dicho escenario se debe a la aplicación e integración de nuevos procesos de manufactura donde se eliminan los procesos con cuellos de botella, se establece el flujo del material así como el trabajo estandarizado.

2.- Es una responsabilidad gerencial actuar sobre las debilidades encontradas y aprovechar las fortalezas existentes, para mantener al personal altamente motivado para alcanzar la meta establecida por la compañía y sobre todo para incrementar la aceptación de cualquier cambio propuesto.

3.- Al implementar las dos metodologías para el proceso de un producto nuevo no sólo se obtuvieron resultados positivos en el aspecto operativo, también en el aspecto laboral y un ambiente armonioso con la colaboración de las personas involucradas en el proceso. Estos resultados también provienen de la implementación del sistema de sugerencias en el cual se toma en consideración la opinión de las personas para mejorar las operaciones existentes.

4.- Al obtener mejores resultados en los tres aspectos en estudio, se cuenta con mayor capacidad en la línea y se prepara el camino para otros productos nuevos y/o productos existentes.

5.- Otro aspecto importante es que la implementación de estas metodologías permite con el inicio del establecimiento de una cultura de mejoramiento continuo donde se pretende que en un futuro el propio asociado de producción inicie con un proyecto de mejora dentro del área de trabajo.

6.- En base a las pruebas estadísticas, puedo concluir que la búsqueda de métodos o herramientas para mejorar los procesos es base fundamental de una compañía para mantener una ventaja competitiva y lograr los objetivos del nuevo modelo.

## RECOMENDACIONES FUTURAS

A continuación se presentan algunas líneas de investigación futura que podrían servir de continuidad o de mejora para la metodología propuesta:

- En este trabajo de investigación se incluyó solo datos de un producto nuevo y existente, se recomienda que también se aplique en líneas de transferencias y existentes.
- Capturar y medir los datos desde el inicio del proyecto para poder generar los métricos de desempeño de la línea
- Generar una matriz de entrenamiento de las 2 metodologías, no sólo del personal operativo sino de la gente que va estar involucrada en el proyecto (Ingeniería, Producción, Calidad, Finanzas, Entrenamiento, etc.).

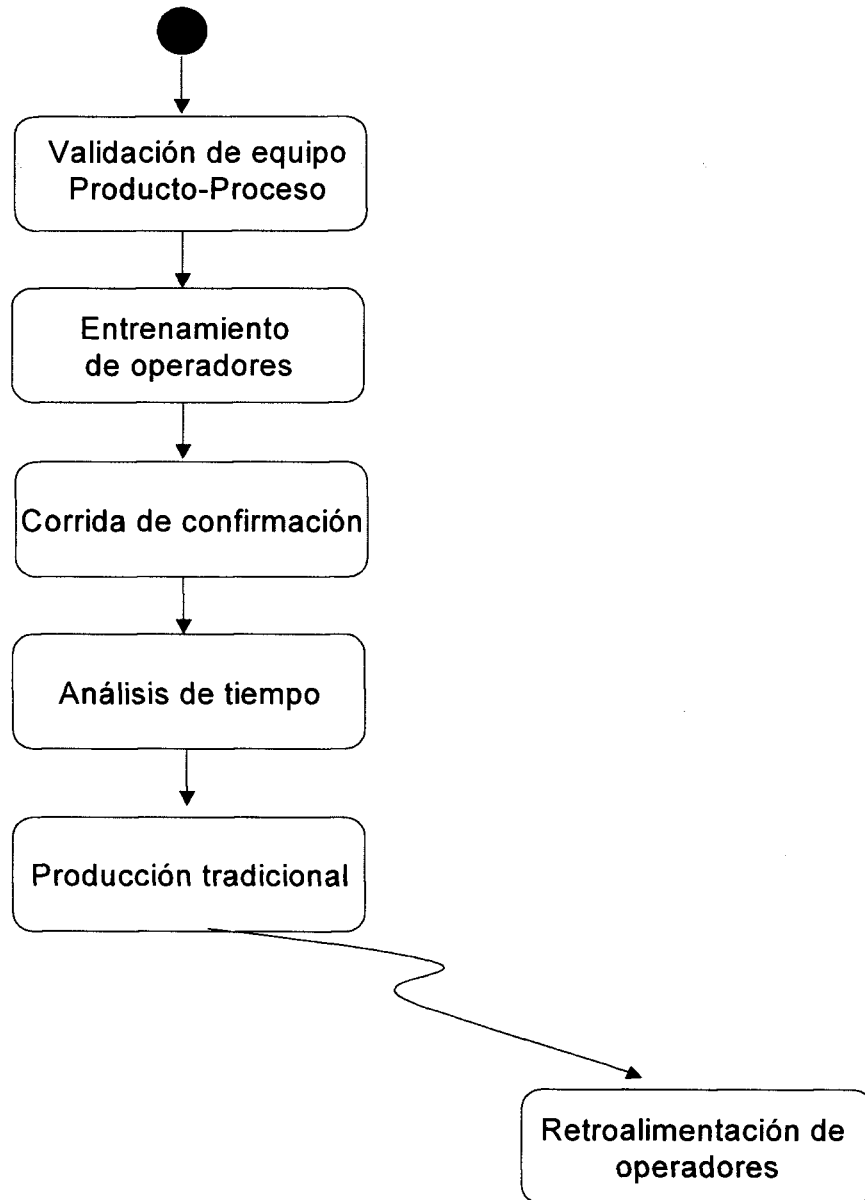


Con la integración de las dos metodologías se recomienda:

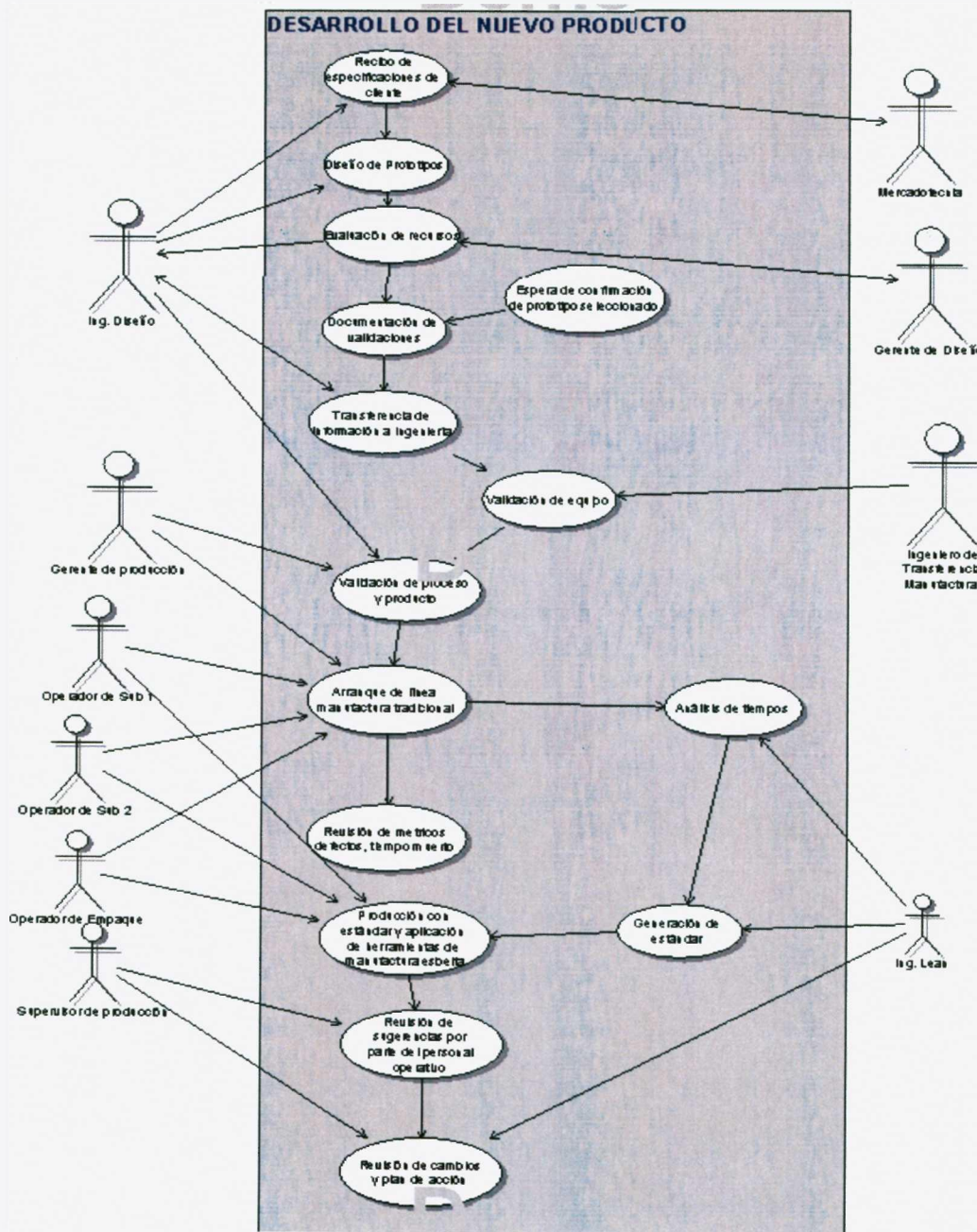
- Revisar regulaciones de FDA y mantener una matriz actualizada de las especificaciones, requerimientos y cambios que afecten el proceso a evaluar, así como compartir con los afectados del cambio, por medio de las bases de datos o pagina Web.
  
- Integrar el análisis de estudio de tiempos así como la obtención del estándar (desarrollo del trabajo estándar para cada modelo) para el producto nuevo en la primer corrida de evaluación por parte de ingeniería.
  
- Como parte de los puntos a mejorar es el involucramiento del personal afectado por los cambios en el desarrollo del diseño del producto nuevo, es desarrollar un plan de entrenamiento y comunicación del personal además de ubicar los resultados de la evaluación así como las ideas de mejora que el personal haya propuesto (Ver Figura 4.2 Diagrama de flujo del Diseño).

## ANEXOS

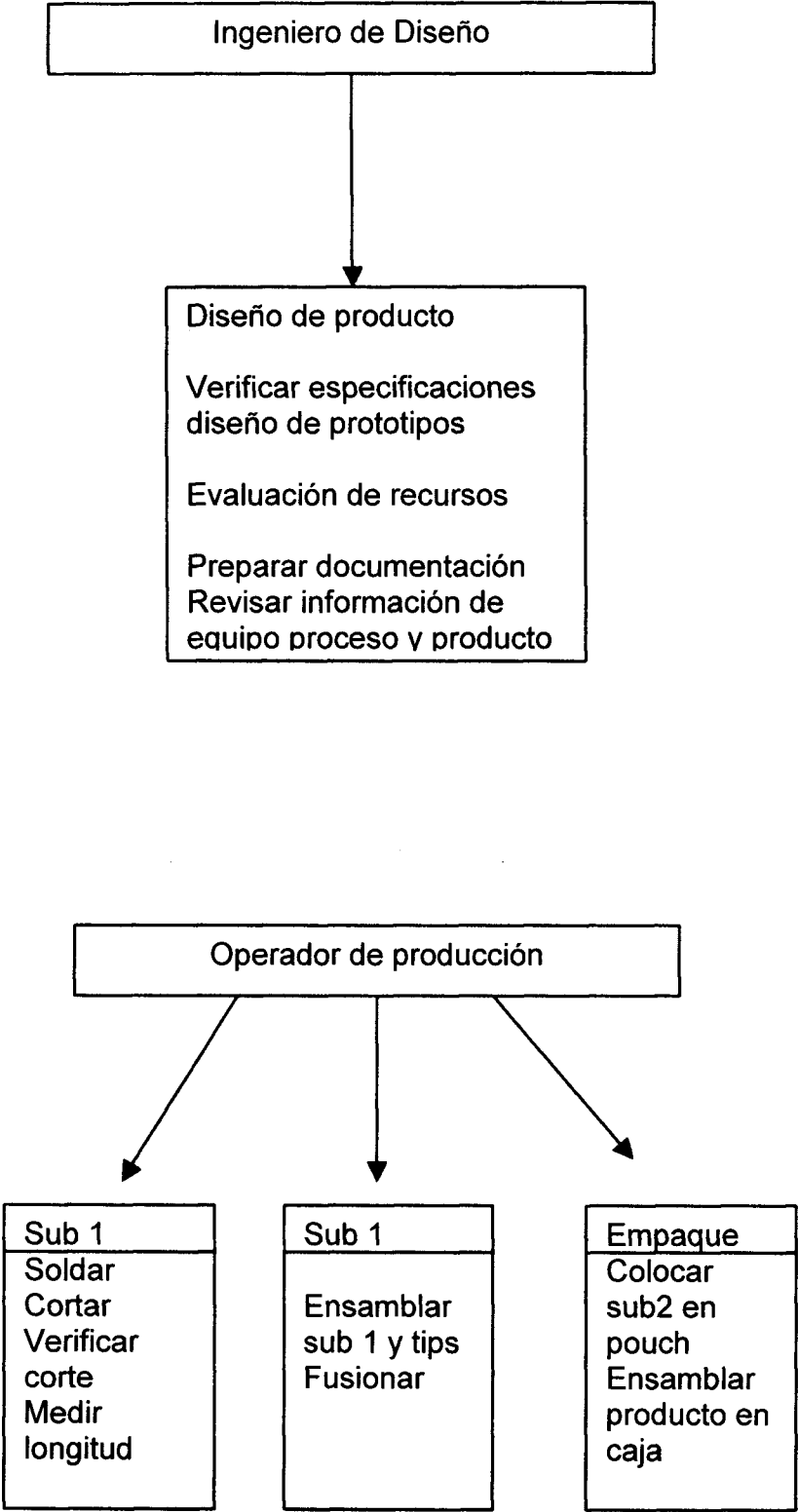
Anexo 1.1 Diagrama de actividad para el proceso actual en el desarrollo de un producto nuevo



Anexo 2.1 Diagrama Caso de Uso describiendo la función y responsable de cada actividad



Anexo 3.1 Diagrama Clase describiendo el puesto de cada actor



Ingeniero de Transferencia



Validación de equipo

Verificación de especificaciones

Revisión de hojas de Métodos

Generación de Hoja de Ruta

Ingeniero de Lean



Definir Tiempo Estándar

Verificación de operaciones

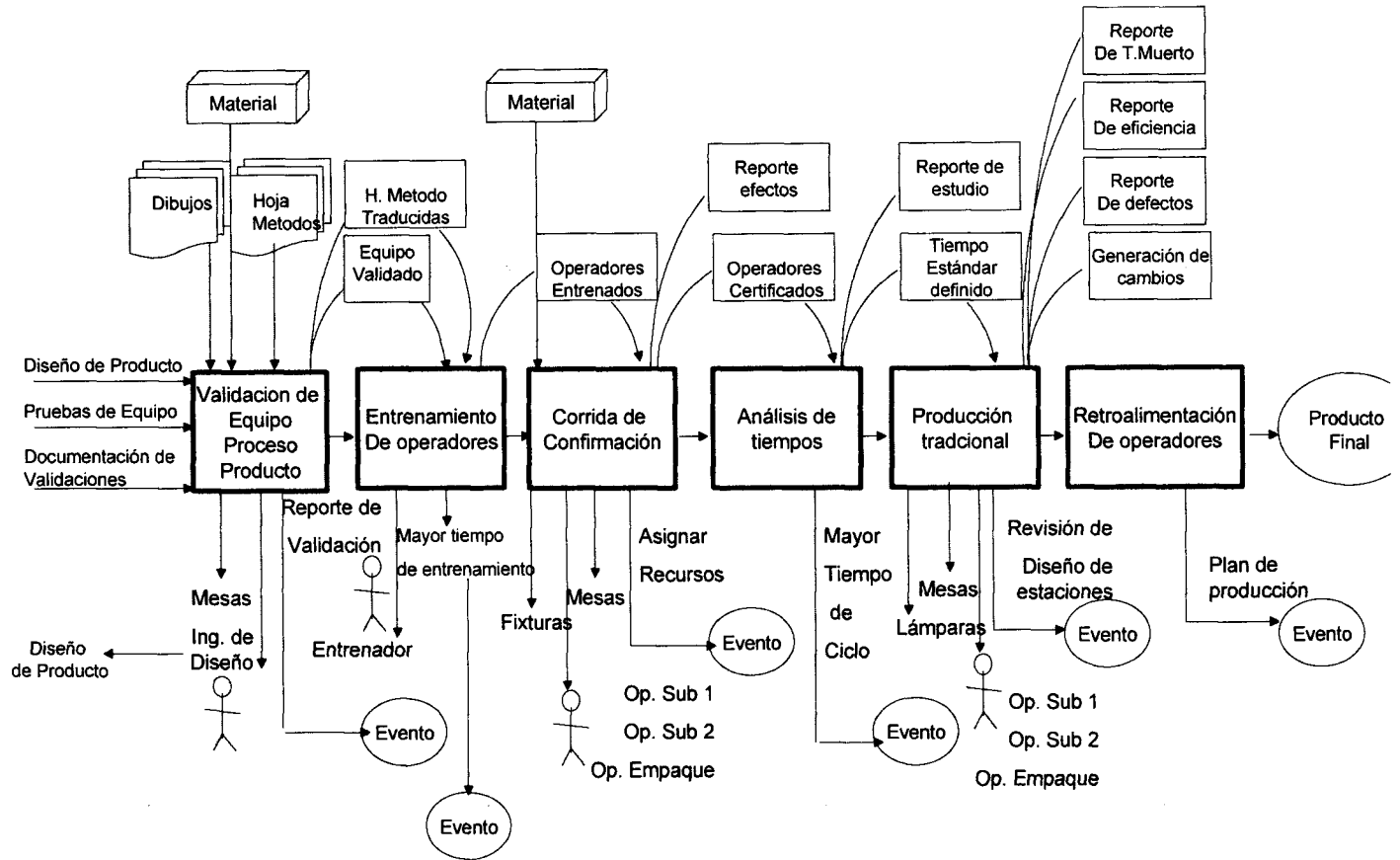
Análisis de operador

Análisis de producto

Implementación de herramientas: 5's, Sugerencias, Fábrica Visual, etc.

Generación de Trabajo Estándar

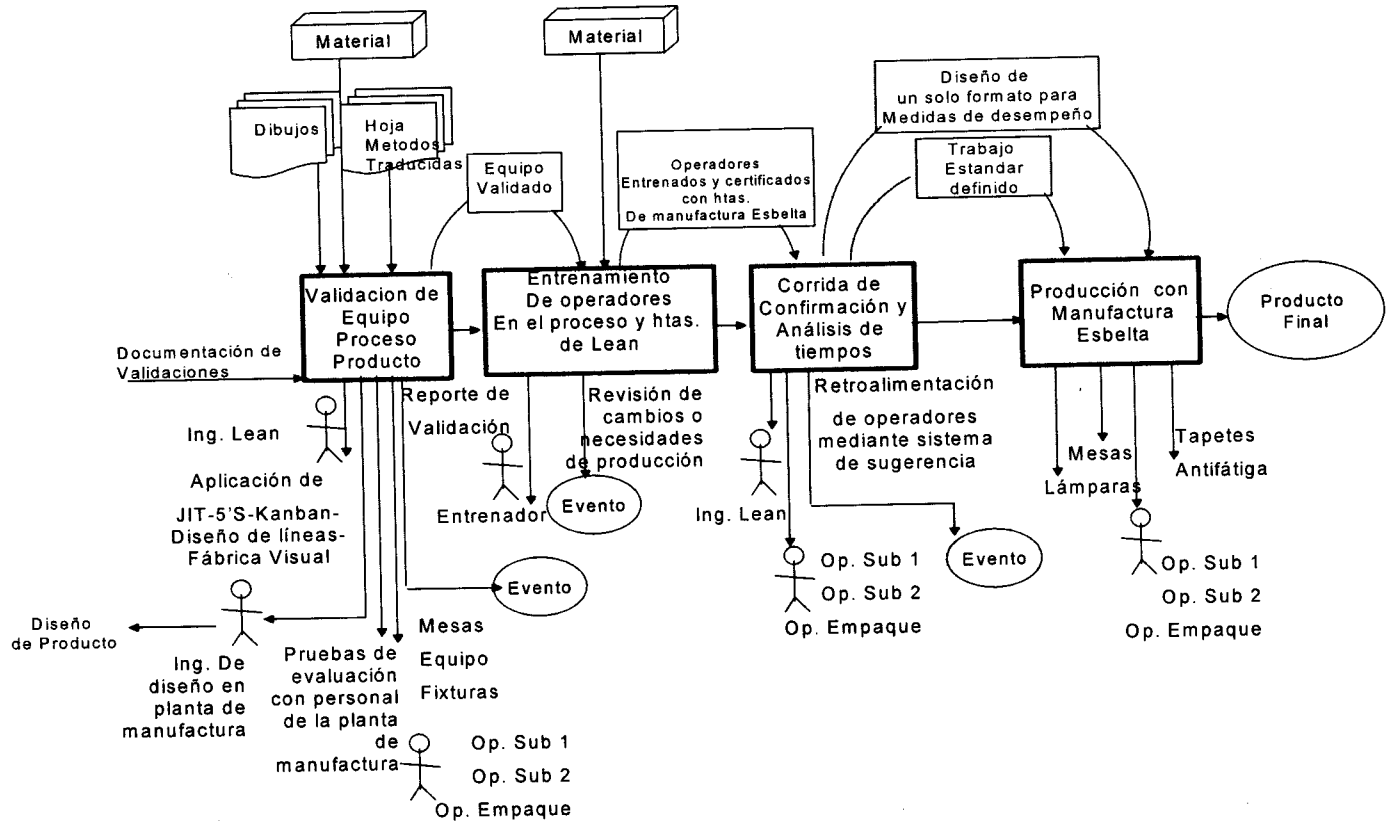
# Anexo 4.1 Diagrama As-Is en IDEFO



## Anexo 5.1 Beneficios e Impactos del Trabajo de Investigación

Actividades	Resultado	Efectos	Impacto	Beneficios
Mejorar el sistema de comunicación	Proceso de diseño integrado en planta de manufactura	Eliminación de los desperdicios de espera, defectos y movimientos de material	Calidad Reducción de scrap con menor manejo de material	Operacional 0 tiempo muerto en el proceso de desarrollo del producto así como el de producción regular cuando se libere la línea
Evaluar requerimientos de validación	Gente entrenada desde la etapa de desarrollo del producto	Eliminación de la resistencia al cambio de la nueva forma de trabajo	Costo Reducción de costo estándar para nuevo producto	Económico Incremento de ROI
Integrar el análisis de estudio de tiempo desde la etapa de diseño	Involucramiento del personal en el plan de comunicación de evaluaciones y resultados		Productividad Reducción del tiempo de ciclo en las operaciones del proceso	Reducción de costos
Desarrollar plan de entrenamiento y comunicación al personal			Mejorar el tiempo estándar contra producto existente	Estratégico Satisfacción del cliente y Generación de nuevos productos

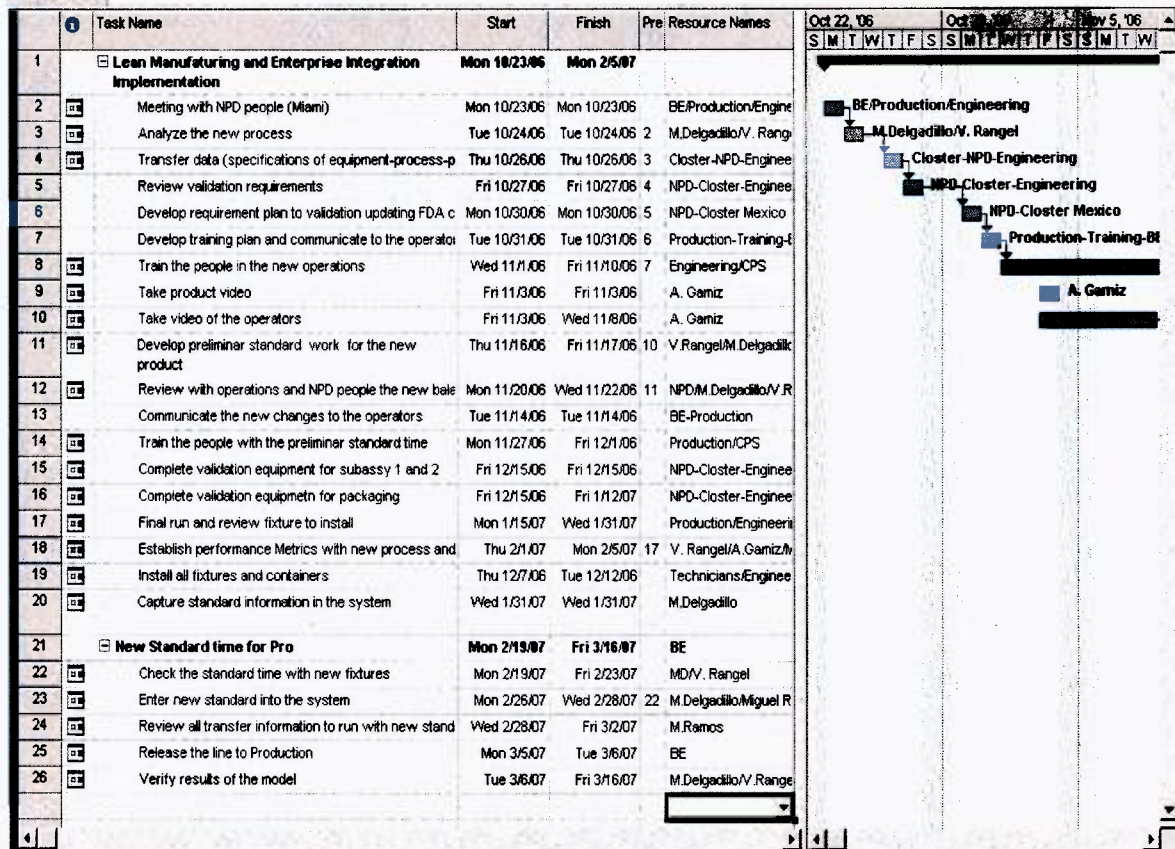
# Anexo 6.1 Diagrama To-Be



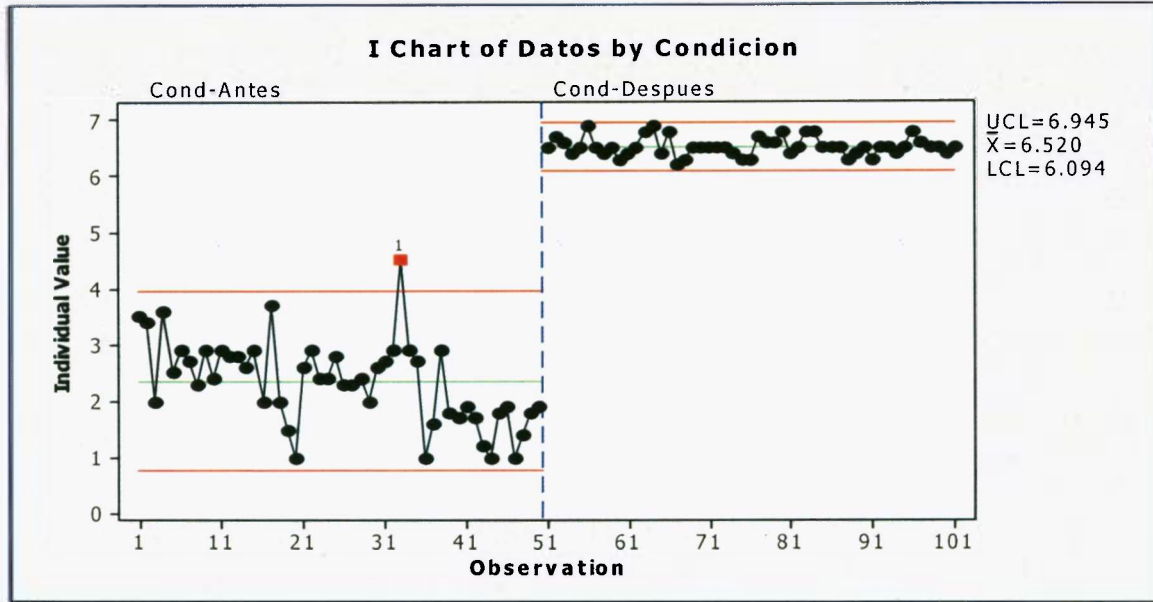


## Anexo 6.2 Plan de trabajo de la aplicación combinada de las dos metodologías, Integración de Empresa y Manufactura Esbelta

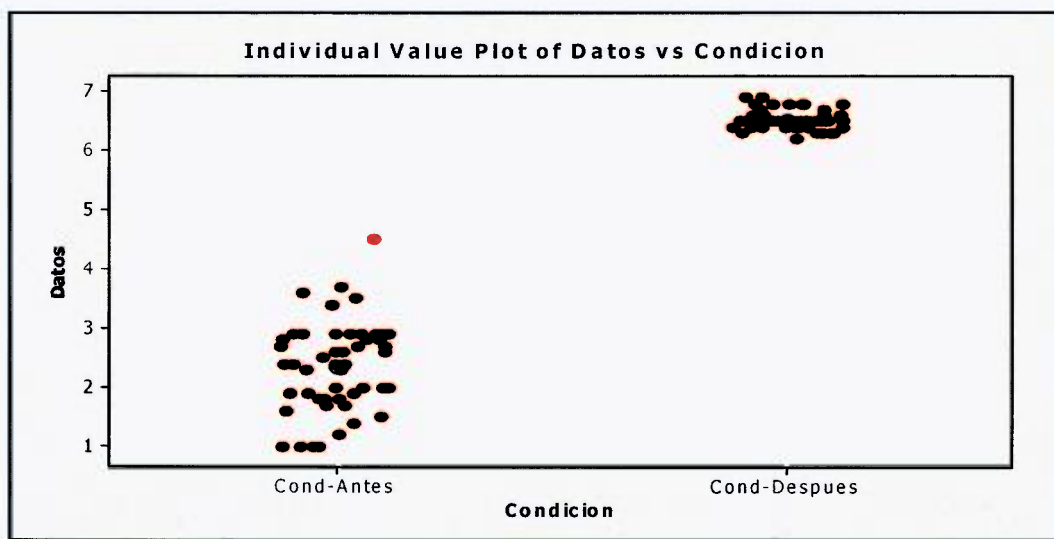
Al terminar la modelación del To-Be (propuesta de integración) se generó un plan de actividades involucrando a las personas afectadas en el cambio:



Anexo 6.3 Gráfica Individual de datos comparando resultados de productividad con el método tradicional y método nuevo aplicando las 2 metodologías.

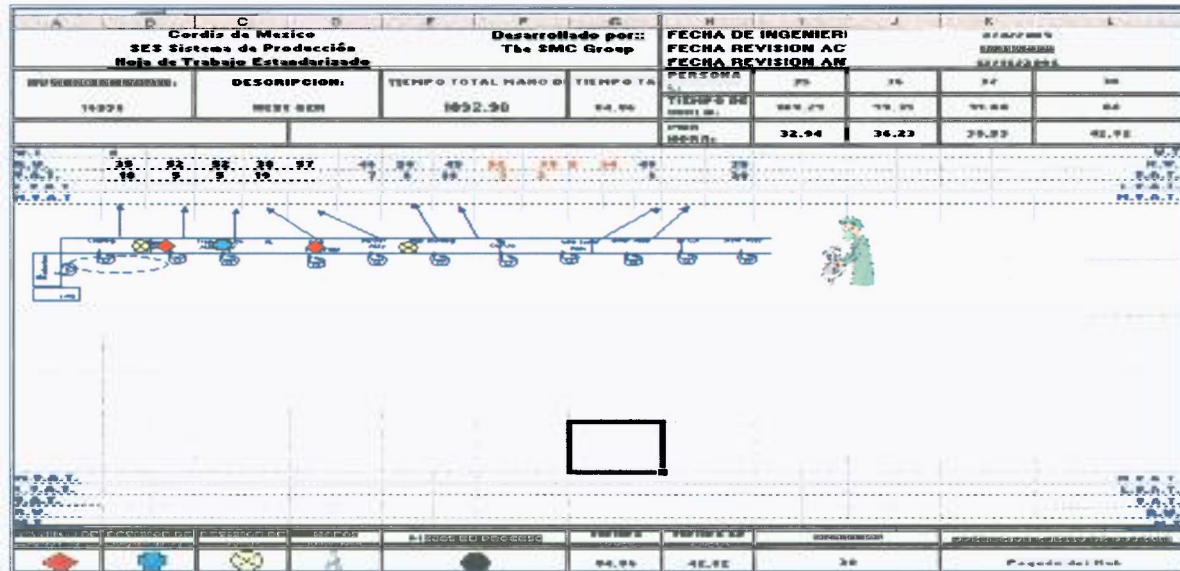


Anexo 6.4 Gráfica de puntos comparando resultados de productividad (piezas por hora por operador) con el método tradicional y método de manufactura esbelta.



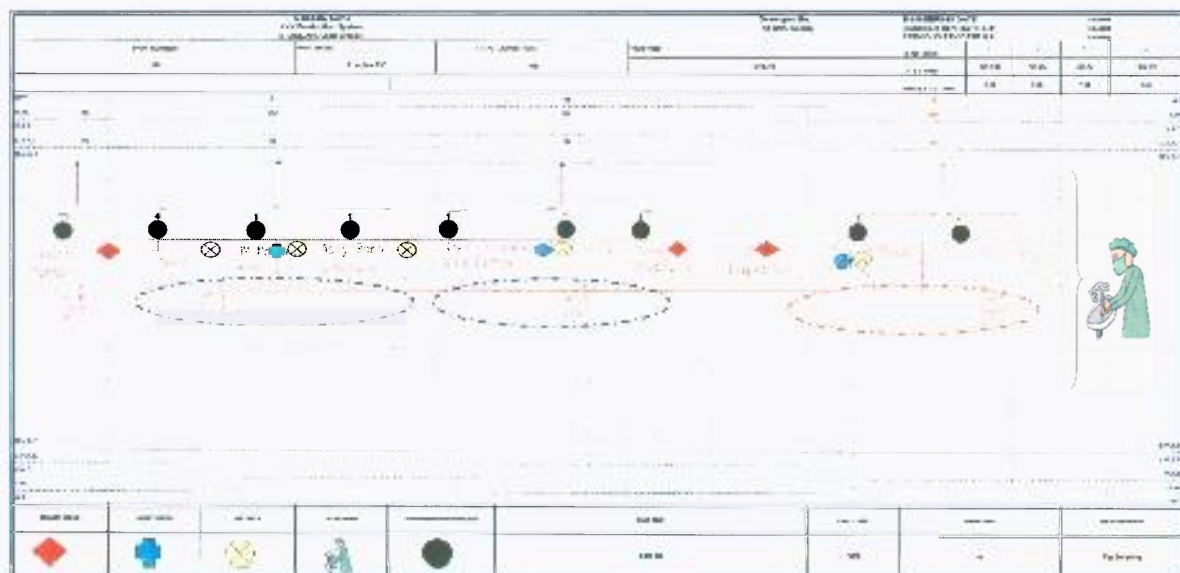
## Anexo 6.5 Trabajo Estándar para Producto Existente

El trabajo estándar actual muestra las piezas por hora por operador (productividad), que se deben de procesar con el método tradicional = 3.5 pzas/hr/op

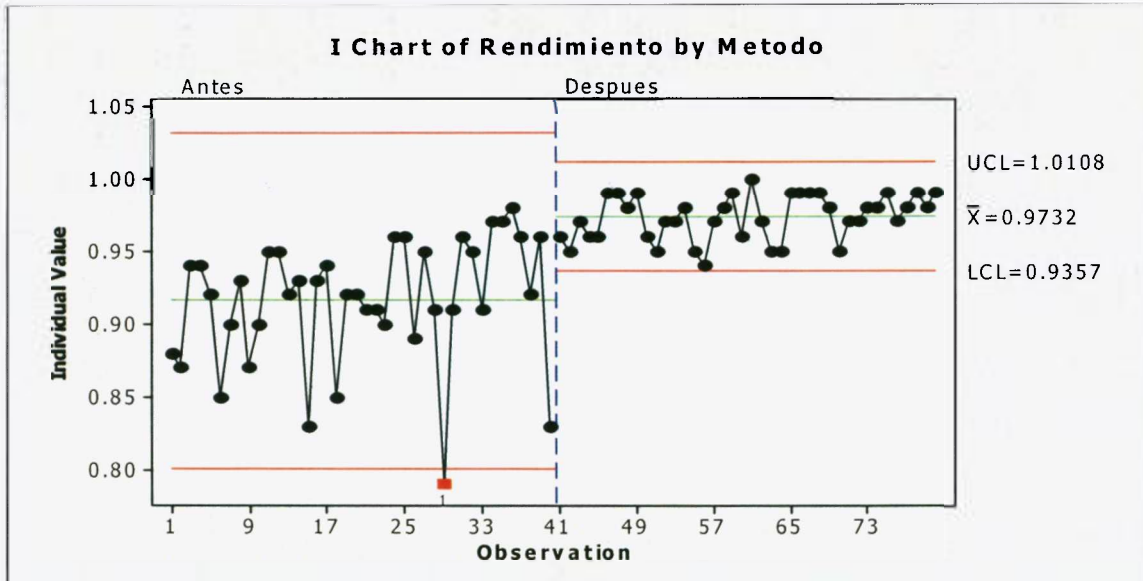


## Anexo 6.6 Trabajo Estándar para Producto Nuevo

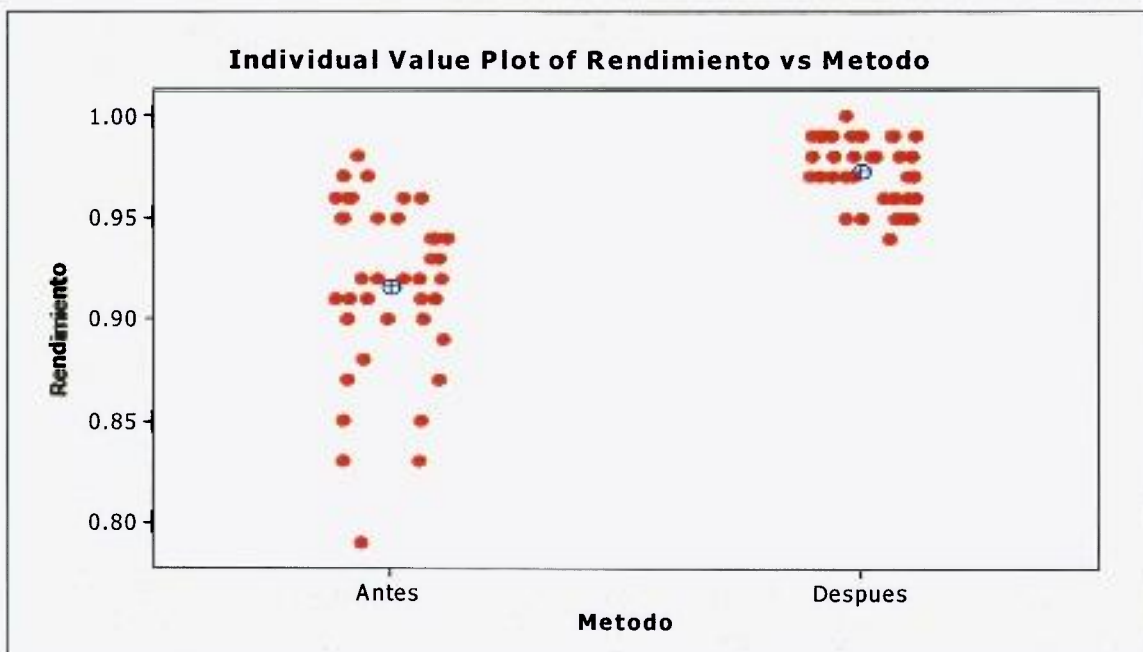
El trabajo estándar modificado para procesar el producto nuevo, el cual muestra las piezas por hora por operador (productividad) con el método lean = 6.5 pzas/hr/op



Anexo 6.7 Gráfica Individual de piezas defectuosas (calidad) comparando los datos del método tradicional donde el valor del rendimiento debiera ser de 90% y método nuevo aplicando las 2 metodologías donde el valor deseado mayor a 93%.



Anexo 6.8 Gráfica de punto comparando el rendimiento para los dos métodos aplicados



## Anexo 6.9 Encuesta para evaluar la resistencia al cambio antes aplicar el nuevo método.

### Encierra el número según tu respuesta

1= *Total en desacuerdo*    2= *Desacuerdo*    3= *Neutral*    4= *De Acuerdo*    5= *Totalmente de acuerdo*

1.- Te gusta trabajar en líneas con procesos comunes (tradicionales)?

1                      2                      3                      4                      5

2.- Que tan de acuerdo está en trabajar en una línea de manufactura sin balancear su carga de trabajo? Aun cuando se cumpla el requerimiento de producción.

1                      2                      3                      4                      5

3.- Que tan de acuerdo está en recomendar nuevos métodos de mejora para procesos de manufactura?

1                      2                      3                      4                      5

4. Estas motivado para mejorar tu línea actualmente?

1                      2                      3                      4                      5

5. Que tan satisfecho esta con el funcionamiento de su línea de manufactura?

1                      2                      3                      4                      5

Anexo 6.10 Encuesta para evaluar la resistencia al cambio despues de aplicar el nuevo método.

1. Encierra el número según tu respuesta

1= Total en desacuerdo    2= Desacuerdo    3=Neutral    4= De Acuerdo    5=Totalmente de acuerdo

1.- Te gusta trabajar en líneas con procesos mejorados?

1                      2                      3                      4                      5

2.- Que tan de acuerdo está en trabajar en una línea de manufactura balanceando su carga de trabajo?

1                      2                      3                      4                      5

3.- Que tan de acuerdo está en recomendar nuevos métodos de mejora para procesos de manufactura?

1                      2                      3                      4                      5

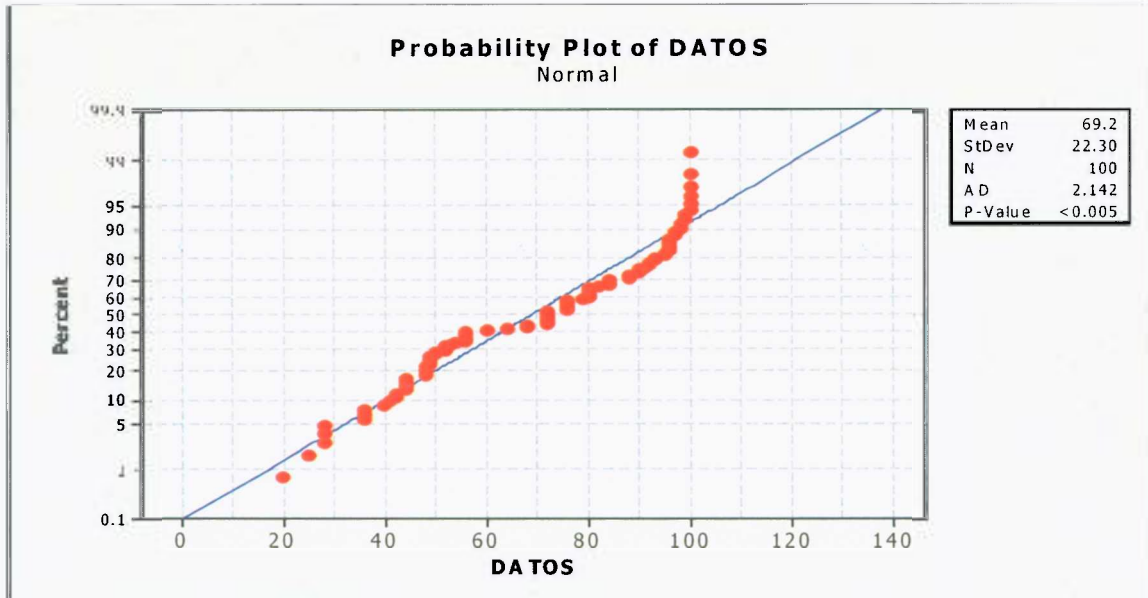
4.- Si has trabajado en líneas con procesos mejorados (aplicación de herramientas de mejora), te sientes motivado para seguir mejorando tu línea?

1                      2                      3                      4                      5

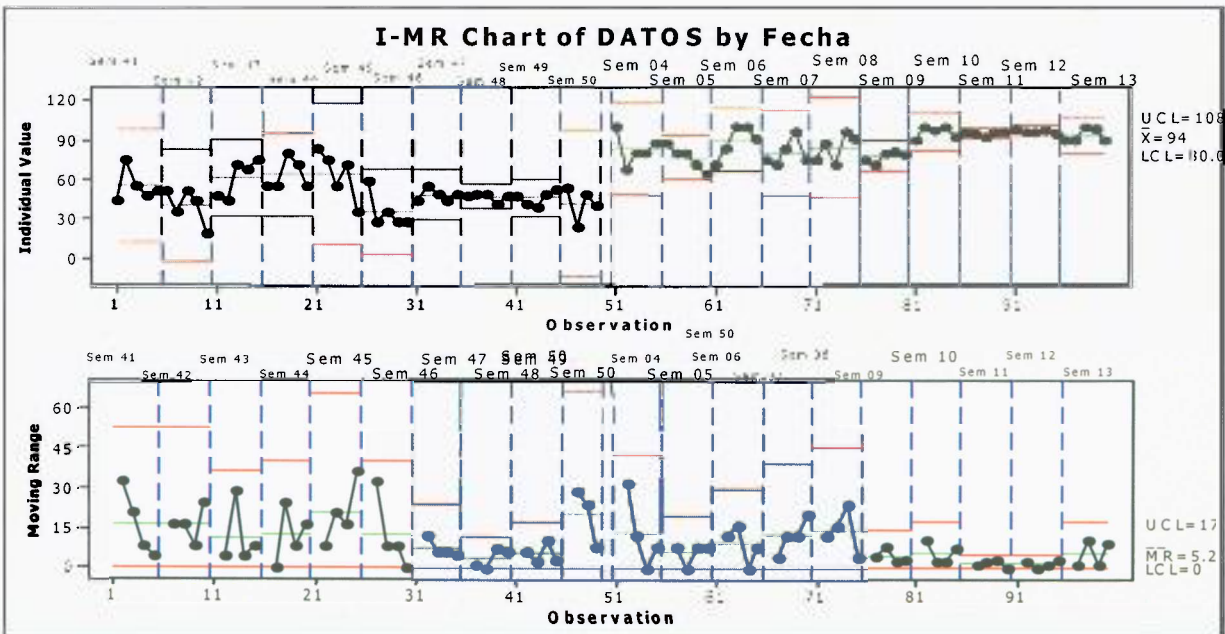
5.- Que tan satisfecho está con el uso de nuevos métodos y las metas que se pretenden alcanzar?

1                      2                      3                      4                      5

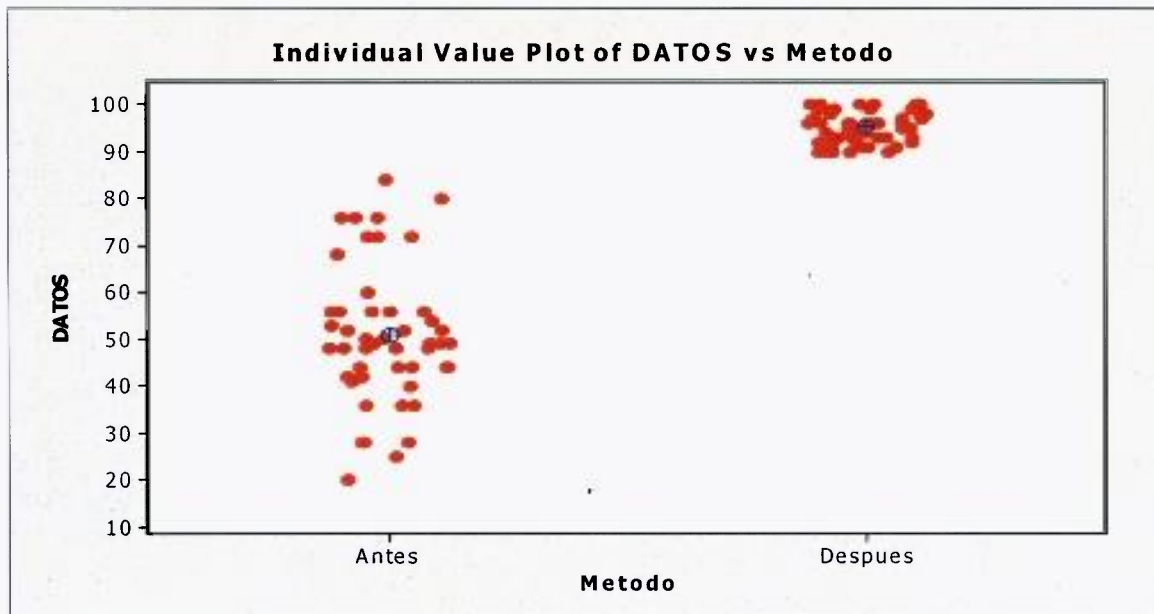
Anexo 6.11 Gráfica de Normalidad de los datos de antes y después de la aplicación del método con manufactura esbelta e integración de empresas.



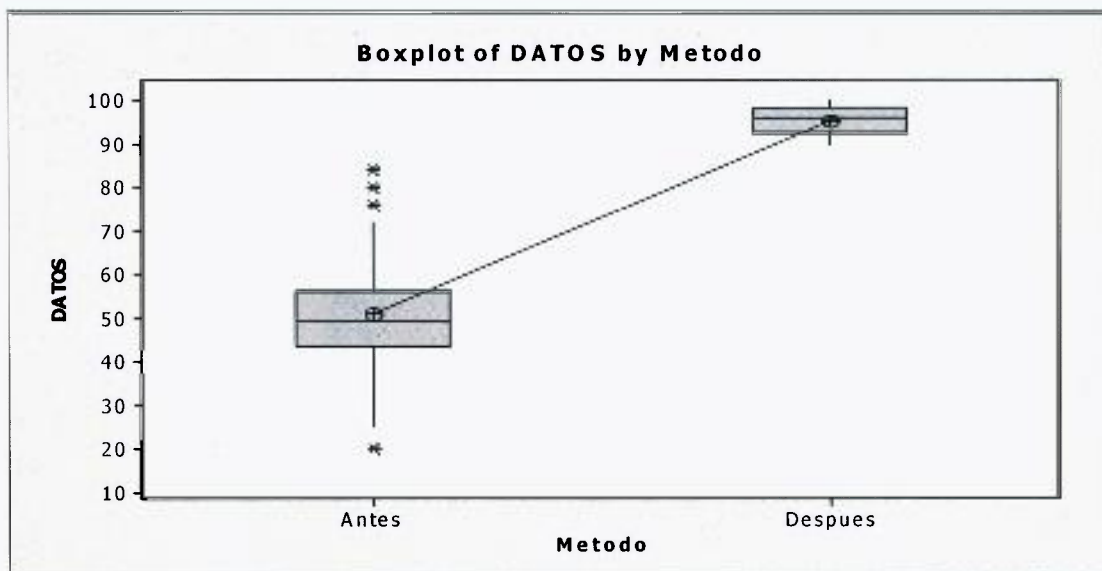
Anexo 6.12 Gráfica Individual comparativa a través del tiempo referente a la aceptación del cambio al implementar dos métodos de trabajo



Anexo 6.13 Gráfica comparativa de puntos de la aplicación de las 2 metodologías donde la calificación aceptable es de 85 puntos.



Anexo 6.14 Gráfica comparativa de medias para los 2 métodos





## GLOSARIO DE LA MANUFACTURA ESBELTA

### A

#### **ACTIVIDAD QUE NO AGREGA VALOR –**

Cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto o al proceso.

#### **ANDON –**

Una señal visual. En general se trata de una luz ensamblada sobre una máquina o en la línea para alertar de un problema potencial o de la interrupción del trabajo.

#### **AUTO-ACTIVACION –**

Traducción de la palabra "Jidoka". Significa conceder inteligencia humana a una máquina para que pueda automáticamente parar frente a un problema.

#### **AUTORIDAD PARA PARAR LA LINEA –**

Cuando ocurren anomalías, los operadores tienen el poder de interrumpir el proceso e impedir que el defecto o la variación sean pasados adelante.

### B

#### **BP-**

Representa el proceso del negocio dentro del análisis del modelo As-Is

### C

#### **CADENA DE VALOR-**

Cadena de valor o mapeo es la secuencia del proceso tomando en cuenta aquellos pasos que le agregan valor al producto. Un mapa de esto se hace a base de observación y marcando un diagrama o plano de la planta.

#### **CINCO S (5S) –**

Disciplina primaria y condicionante para el Kaizen; los cinco S's son definidos como siendo: Seiri, segregar y desechar; Seiton, ordenar e identificar; Seiso, limpieza e inspección diaria; Seiketsu, revisar siempre, y Shitsuke, motivar para sostener.

## **CONTROLES VISUALES –**

Creación de estándares en el lugar de trabajo, siendo obvio si algo se encuentra desarreglado.

## **D**

### **DESPERDICIO-**

todo aquello a lo que no le estamos sacando ningún, valor, e incluso lo estamos perdiendo.

### **DM –**

Representa el dominio (estructura de la organización) en un análisis del modelo As-Is

## **E**

### **EA –**

Representa el una actividad del negocio dentro del análisis del modelo As-Is

### **EO –**

Representa un objeto de la Empresa dentro del análisis del modelo As-Is

**EV –** Representa un evento dentro del análisis del modelo As-Is

## **F**

### **LINEA BALANCEADA –**

Una línea donde toda la capacidad disponible está balanceada exactamente con la demanda de mercado.

### **FLUJO CONTINUO –**

Una filosofía de manufactura que soporta el movimiento del producto de una estación de trabajo a la siguiente - una pieza por vez - sin permitir que aumente el stock entre las estaciones.

## I

### **IDEFO –**

Es un estándar utilizado y promovido por el Instituto Americano Nacional de Estándares (ANSI) diseñado para representar las decisiones, acciones y actividades de una organización o un sistema. Como cualquier herramienta de modelación, IDEF0 emplea un lenguaje gráfico combinado con textos.

## J

### **JIDOKA –**

Consulte "autonomización". Es el término japonés que indica transferencia de Inteligencia humana a la máquina.

### **JUSTO A TIEMPO (JIT) –**

Fabricar lo que se necesita, cuando se necesita en la cantidad que se necesita.

## K

### **KAIZEN –**

Una combinación de dos palabras japonesas: "Kai" (cambiar) y "Zen" (bien).

Generalmente definida significando "mejora continua".

### **KAIZEN –**

Actividad de mejora intensamente direccional a una sola estación de trabajo, hecha rápidamente por dos o tres especialistas. Se sigue siempre a un evento Kaizen plenamente desarrollado.

### **KAIZEN, EVENTO –**

Una metodología sensible al tiempo y de desarrollo rápido que emplea un abordaje concentrado basado en el trabajo de equipo. Mejora continua.

### **KANBAN –**

Señalización visual. En general, consiste de una tarjeta de repetición de pedido o otro método de disparar el sistema de jalar la producción, basado en la utilización actual de materiales. Debiera estar disponible para uso en el punto de fabricación.

## **I**

### **IDEFO –**

Es un estándar utilizado y promovido por el American National Standards Institute (ANSI) y está diseñado para representar las decisiones, acciones y actividades de una organización o un sistema. Como cualquier herramienta de modelación, IDEF0 emplea un lenguaje gráfico combinado con textos.

## **L**

### **LAYOUT DE TRABAJO ESTANDAR –**

Diagrama de una estación de trabajo o celda mostrando como se ejecuta un trabajo estándar.

### **LEAD TIME (TIEMPO DE ENTREGA) –**

El tiempo necesario para producir un solo producto, desde el momento en que el cliente hace su pedido hasta el despacho.

### **LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA LEAN) –**

Utilización de una cantidad mínima de recursos totales, personal, materiales, dinero, máquinas etc., para producir un producto y entregarlo puntualmente.

## **M**

### **MANUFACTURA CELULAR –**

Un alineamiento de máquinas en la secuencia correcta de proceso, donde los operadores permanecen dentro de las celdas y los materiales les son presentados desde afuera.

### **MEJORA CONTINUA –**

El compromiso de diariamente mejorar los productos, el ambiente de trabajo y los negocios.

### **MUDA –**

Cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto.

## **N**

### **NIVELACION DE LA PRODUCCION –**

Método para programar la producción para que, por un cierto tiempo, se quite de la manufactura la flotación en la demanda del cliente, produciendo cada pieza en cada día, **HEIJUNKA**.

## **O**

### **OPERACIONES ESTANDAR –**

La mejor combinación del operador y de la máquina, utilizando la menor cantidad de mano de obra, espacio, inventario y equipo.

**OR** – Representa una orden de trabajo dentro de una análisis del modelo As-Is

**OV** – Representa una vista del objeto dentro de una análisis del modelo As-Is

## **P**

### **POKA YOKE –**

Palabra japonesa que significa, "a prueba de errores"; un dispositivo poka yoke impide que errores humanos afecten una máquina o un proceso; impide que los errores de un operador se conviertan en defectos.

### **PR –**

Representa el producto dentro de una análisis del modelo As-Is

### **PRODUCCION –**

Cantidad producida por la que el sistema genera dinero.

## **R**

### **RESTRICCION -**

Una estación de trabajo o un proceso que limita la capacidad de todo el sistema.

## **S**

### **SECUENCIA DE TRABAJO –**

Los pasos correctos que el operador adopta, en el orden en que debieran ser adoptados.

### **SISTEMA DE PRODUCCION –**

Expansión del Sistema de Producción Toyota; se trata de la estrategia que habilita una manufactura esbelta, utilizando la metodología Kaizen.

#### **SISTEMA DE PRODUCCION TOYOTA–**

Basado en algunos de los principios de Henry Ford, el sistema describe la filosofía de una de las más exitosas empresas del mundo. Las bases del STP son: la nivelación de la producción y los soportes de justo a tiempo y de Jidoka.

#### **T**

##### **TIEMPO DE CICLO –**

El tiempo que un operador lleva para completar un ciclo de trabajo. En general, es el tiempo que tarda antes que el ciclo se repita. Consulte, tiempo de ciclo del operador y tiempo de ciclo de la máquina.

##### **TIEMPO DE CICLO DE LA MÁQUINA –**

El tiempo que una máquina necesita para producir una unidad, incluyendo el tiempo de carga e descarga.

##### **TIEMPO DE CICLO DEL OPERADOR –**

El tiempo que un operador gasta para completar una secuencia de operaciones predeterminada, incluyendo la carga y descarga, y excluyendo el tiempo de espera.

##### **TIEMPO TACT –**

El tiempo neto total y diario de operación dividido por la demanda total diaria del cliente.

##### **TRABAJO ESTANDAR –**

Secuencia predeterminada de tareas que deben ser completadas por el operador en el tiempo tact.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Balakrishnan, R. (2001). "The Toyota Production System, A Case Study of Creativity and Innovation in Automotive Engineering".

Burke, W. (2002) Organization Change, Theory and Practice.

Camarero, L. & Bustelo D. (2005) "¿Es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción?". Business Review UNIVERSIA.

Carapaica, L. (2004). Cómo Gerenciar el Cambio Organizacional. *Gestiopolis*, 1.

Cofer C.N. & Appley M. (2004) Psicología de la Motivación. Teoría e Investigación. 3ra. edición.

Daccach C. (2006) Impedimentos para el Cambio. Artículos Delta. En línea, Disponible en [http://Articulos DELTA - Impedimentos para el Cambio \(III\). htm](http://Articulos DELTA - Impedimentos para el Cambio (III). htm).

Fernández, J. (2006). Arquitectura del Cambio Organizacional. En línea, en [http://Arquitectura del Cambio Organizacional\\_ Primera Parte. htm](http://Arquitectura del Cambio Organizacional_ Primera Parte. htm).

French J, Wendell y Bell, C. (1996). Desarrollo Organizacional.

Galsworth, G.(2005). Visual Workplace. Visual Thinking. 1ra. ed.

González, I. (Agosto, 2004). Resistencia a los cambios". VH Administrate Hoy, 3-10.

Hamideh A., Garita C., Hertzberger, L. & and Valentim Santos-Silva (1997) . "Management of distributed information in virtual enterprises – the PRODNET approach", Proceedings of the 4th International Conference on Concurrent Enterprising, The University of Nottingham.

Hirano, H.,(1988). JIT Factory Revolution. A Pictorial Guide to Factory Design of the Future. 2da. ed.

Hirano, H.,(1988). Poka-Yoke Improving Product Quality by Preventing Defects. 2da. ed.

Hirano, H.,(1988). 5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace. 1ra. ed.

Imai, M.(1988). Kaizen la clave de la ventaja competitiva japonesa.

Jambrow M. (2003) SMC Consoulting Group "*Lean Manufacturing Paradigms*".

Kaufman. (2001). A Kaufman Consulting Group White Paper "Implementing Win-Lean" SM Manufacturing. The Next Generation of Lean Manufacturing.

Kobayashi, I. (1993) Claves para mejorar la fábrica.

Laseter T., Cardenas F. y Burbano A. (2000). Alianza estratégica con proveedores. Un modelo de abastecimiento equilibrado.

Lefcovich, M. (2006). Superando la resistencia al cambio. *Gerencia y Negocios en México*.

Martínez, O.(1998).Los trabajadores frente a las nuevas formas de Organización del trabajo. El mito de la gestión participative en "*Herramienta*".

Molina, A. y Sánchez K. (1998). Handbook of Life Cycle Engineering. Concepts, Models and Tecnologies.



Molina A. & Veruzcka M. (2003). Application of enterprise models and simulation tools for the evaluation of the impact of best manufacturing practices implementation . Pergamon.

Ohno, T. (1988). Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production.

Peterman,M. (2001). "Lean Manufacturing and the quality quest". Tooling & Production Solón.

Pineda, K.(2006). Manufactura Esbelta. Monografía. En línea, Disponible en [http://www.wikilearning.com/manufactura\\_esbelta-wkc-12502.htm](http://www.wikilearning.com/manufactura_esbelta-wkc-12502.htm).

Ponce, R. (2005). Manejo de la Resistencia al Cambio. Un enfoque desde la perspectiva de la Psicología Organizacional. Gestipolis, 1-2.

Ponce, R. (2003). Manejo de la resistencia al cambio. Un enfoque desde la perspectiva de la psicología organizacional. Conferencia AALPO.

Schein, E. (2004) Organizational Culture and Leadership. 4ta ed.

Schonberger,R. (1996) "World Class Manufacturing: The next decade".Industry Week.

Stoner, J. & Freeman E. (1994). Administración, 5ta. ed.

Stramy R, Nora J, Roger R. (1988) Transformando el lugar de trabajo. 1ra. ed.

Suzaki, K. (1987) The New Manufacturing Challenge.

Tajiri, M. & Gotoh F. (1999). Autonomous Maintenance in Seven Steps. Implementing MPT on the Production Floor. 2da. ed.

Tam S., Chu K. & Sculli D. (2001). Business process modeling in small- to medium-sized enterprises Wembley. *Industrial Management+Data Systems*, 144, 101-102.

Taylor & Francis (2002) "Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives." *International Journal of Production Research*.

Tazawa, T. & Bodek, N. (2006) *Idea Generator*. 1ra ed.

Vagas, J. (2004). Cambio: condición básica de supervivencia en las organizaciones. *Publicaciones Psicología Científica*, 1-2.

Vetorazzi, C. & Telles, N. (2001). "The holonic system paradigm [for manufacturing]." *Management of Engineering and Technology*.

Womack, J. (2000). *Lean Thinking for the Vacuum Industrv*. AVEM International Fall Seminar.

Womack, J., & Jones D. (2003). *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Corportation*. 1ra edición.

