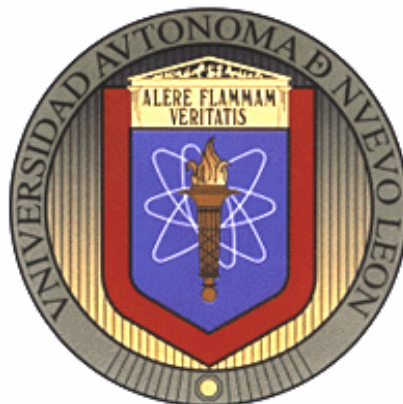


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN**



**TESIS**

**ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES**

**HERRAMIENTAS DE CLASE MUNDIAL PARA LA PRODUCTIVIDAD**

**Presentada por:**

**JESÚS GERARDO CRUZ ÁLVAREZ**

**Disertación presentada como requisito parcial para obtener el grado de:**

**DOCTOR EN FILOSOFÍA CON ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN**

**Ciudad Universitaria,**

**San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Noviembre – 2004.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN**

**TESIS**

**ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES:**

**HERRAMIENTAS DE CLASE MUNDIAL PARA LA PRODUCTIVIDAD**

**Presentada por:**

**Jesús Gerardo Cruz Álvarez**

**APROBADA POR EL COMITÉ DOCTORAL**

---

Dr. Carlos Gómez Díaz de León  
Presidente

---

Dr. José Luis Abreu Quintero

Secretario

---

Dr. Miguel Ángel Palomo González

Vocal 1

---

Dr. Mohammad H. Badii Zabeth

Vocal 2

---

Dr. Gustavo Alarcón Martínez

Vocal 3

**Comité Doctoral**

**Director de Tesis**

**Carlos Gómez Díaz de León, PhD.**

Profesor e Investigador

División de Postgrado en Administración

Facultad de Contaduría Pública y Administración, UANL

**Comité Doctoral**

**Mohammad H. Badii Zabeth, PhD.**

Profesor e Investigador SIN-III

Secretario del Postgrado en Administración, FACPYA, UANL

**Miguel Ángel Palomo, PhD.**

Profesor y Consultor en Tecnología

Facultad de Ciencias Químicas, UANL

**Gustavo Alarcón, PhD**

Profesor e investigador

Facultad de Contaduría Pública y Administración, UANL

**José Luis Abreu, PhD**

Profesor Distinguido Invitado

Spenta University

## Agradecimientos

Se agradece la confianza y asesoría prestada por el Comité Doctoral de la Facultad de Contaduría Pública y Administración de la UANL, ya que este proyecto, definitivamente no fue una iniciativa de una sola persona, sino de un equipo de maestros dedicados que en conjunto logramos tener un proyecto sobre el cual se edifica esta tesis.

A continuación, se mencionan por orden alfabético los: Maestros, Colegas, Colaboradores y Familiares que incidieron en que la elaboración de esta Tesis, llegará a su conclusión.

Candidato a Doctor Juan Paura	Dr. Yi Liu
Candidato a Doctor Juan Rositas	Dra. Mónica Blanco
Candidato a Doctor Ulises de la Garza	Ing. Alejandro Navas
Dr. Carlos Gómez	Ing. Antonio Campa
Dr. Cuautemoc Calderón	Lic. Blanca Cruz
Dr. Fabián López	Lic. Liliana Sahagún de Cruz
Dr. José Barragán Codina	Lic. Maria Eugenia Garcia
Dr. José Luis Abreu	MSc. Virgilio Alemán
Dr. Miguel Ángel Palomo	Sr. José Luis Buitron
Dr. Mohammad Badii	Sra. Magdalena Álvarez
Dr. Rahim Foroughbach	Ing. Federico Navas
Dr. Rajeev Sawhney	Ing. Octavio Barrera

## Tabla de Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1-1</b>
1.1	Problema a investigar	1-1
1.2	Importancia del estudio	1-3
<b>2</b>	<b>Administración de Operaciones</b>	<b>2-4</b>
2.1	El proceso de administración de operaciones	2-4
2.2	Indicadores de desempeño	2-12
2.3	Limitaciones de la administración de operaciones	2-19
2.4	Modelos de la administración de operaciones	2-20
2.4.1	Modelo de Robert Jacobs.	2-20
2.4.2	Modelo de Terence Hill.	2-21
2.5	Conclusión	2-23
2.6	Referencias Bibliográficas	2-24
<b>3</b>	<b>Globalización y Competitividad</b>	<b>3-25</b>
3.1	Negocios internacionales	3-25
3.2	Estrategias de competencia	3-34
3.3	Sistema de competencia	3-35
3.4	Indicadores de competitividad	3-38
3.5	Conclusión	3-42
3.6	Referencias Bibliográficas	3-43
<b>4</b>	<b>Manufactura de Clase Mundial</b>	<b>4-44</b>
4.1	Principios de manufactura de clase mundial	4-44
4.2	Herramientas de clase mundial	4-47
4.2.1	Justo a tiempo	4-50
4.2.2	Calidad Total	4-51
4.2.3	Cambio rápido de dados	4-56
4.2.4	Teoría de restricciones	4-58
4.2.5	Mantenimiento de la productividad total	4-60
4.2.6	Cadena de proveedores	4-62
4.3	Tendencias de clase mundial	4-64
4.4	Limitaciones de la manufactura de clase mundial	4-65
4.5	Conclusión	4-66
4.6	Referencias Bibliográficas	4-67
<b>5</b>	<b>Planteamiento del Problema</b>	<b>5-68</b>
5.1	Planteamiento del problema	5-68
5.1.1	Objetivos de investigación	5-79
5.1.2	Preguntas de Investigación	5-79
5.1.3	Justificación de la investigación	5-70
5.1.4	Viabilidad de la investigación	5-71
5.1.5	Consecuencias de la Investigación	5-72
5.2	Hipótesis	5-72
5.2.1	Hipótesis de investigación	5-72
5.2.2	Hipótesis nula	5-72
5.2.3	Hipótesis complementarias	5-72
5.2.4	Variables de investigación	5-73
5.3	Conclusión	5-74
5.4	Referencias Bibliográficas	5-76

<b>6</b>	<b>Diseño de la Investigación de Campo</b>	<b>6-77</b>
6.1	Procedimientos de cálculo	6-77
6.1.1	Estudio transeccional	6-77
6.1.2	Estudio descriptivo	6-78
6.1.3	Explicación correlacional – causal	6-78
6.2	Selección de la muestra	6-78
6.2.1	Delimitación de la población bajo estudio	6-79
6.2.2	Caracterización de la población	6-80
6.2.3	Cálculo del tamaño de la muestra	6-81
6.3	Características de la muestra	6-83
6.4	Recolección de datos	6-85
6.4.1	Propuesta de la encuesta	6-85
6.4.2	Validación conceptual de la encuesta	6-86
6.4.3	Sujetos tipo	6-90
6.4.4	Cálculo de la validez del instrumento	6-91
6.5	Conclusión	6-94
6.6	Referencias Bibliográficas	6-95
<b>7</b>	<b>Resultados de la Investigación</b>	<b>7-96</b>
7.1	Análisis descriptivo	7-96
7.1.1	Codificación de los instrumento de recolección de datos	7-96
7.1.2	Tabla de distribución de frecuencias absolutas y acumuladas	7-97
7.1.3	Polígono de frecuencias	7-102
7.1.4	Resumen gráfico de medidas de tendencia central y dispersión	7-111
7.2	Inferencia estadística	7-117
7.3	Análisis paramétricos	7-118
7.3.1	Coefficiente de correlación Pearson	7-118
7.3.2	Análisis de varianza	7-120
7.4	Análisis multivariante	7-122
7.4.1	Regresión multivariada	7-122
7.4.2	Análisis de componentes principales	7-123
7.5	Conclusión	7-124
7.5.1	Hipótesis nula y alternativa	7-124
7.5.2	Hipótesis complementarias	7-126
7.6	Referencias Bibliográficas	7-128
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>8-129</b>
8.1	Aportación teórica	8-129
8.2	Aportación práctica	8-130
8.2.1	Problema central de investigación	8-130
8.2.2	Problemas complementarios de investigación	8-131
8.2.3	Resultados de la investigación	8-134
8.3	Líneas de investigación cubiertas por la investigación	8-135
8.4	Líneas de investigación para desarrollo futuro	8-136
<b>9</b>	<b>Anexos</b>	<b>9-136</b>
9.1	Directorio de empresas	9-136
9.2	Bibliografía de consulta	9-146
9.3	Centros de Investigación	9-153

## Lista de Figuras

Figura 2–I. Esquema de entradas y salidas.	2-9
Figura 2–II. Proceso de administración estratégica.	2-10
Figura 2–III. Niveles estratégicos en la administración de operaciones.	2-11
Figura 2–IV. Indicador de productividad.	2-13
Figura 2–V. Rol estratégico de la medición del desempeño.	2-18
Figura 2–VI. Interrelación entre la manufactura y la mercadotecnia.	2-21
Figura 3–I. Acuerdos comerciales inscritos en la WTO.	3-27
Figura 3–II. Porcentaje de exportación en América latina.	3-28
Figura 3–III. Porcentaje de exportación en el este central.	3-28
Figura 3–IV. Porcentaje de exportación en Asia.	3-29
Figura 3–V. Porcentaje de exportación en África.	3-29
Figura 3–VI. Manufactura de clase mundial.	3-36
Figura 3–VII. Manufactura de clase mundial.	3-37
Figura 3–VIII. Manufactura de clase mundial.	3-37
Figura 3–IX. Balanza comercial de México.	3-38
Figura 3–X. Valor agregado por persona.	3-39
Figura 3–XI. Productividad laboral.	3-40
Figura 3–XII. Costos de mano de obra.	3-40
Figura 3–XIII. Empresas mexicanas divididas por tamaño.	3-41
Figura 3–XIV. Empresas mexicanas divididas por giro.	3-41
Figura 5–I. Población bajo estudio.	5-74
Figura 6–I. Estratificación por giro industrial.	6-84
Figura 6–II. Estratificación por tamaño de las empresas.	6-85
Figura 6–III. Estratificación por tipo de operación.	6-85
Figura 6–IV. Propuesta de encuesta.	6-87
Figura 6–V. Encuesta final.	6-89
Figura 7–I. Polígono de frecuencias para la variable "SCM".	7-103
Figura 7–II. Polígono de frecuencias para la variable "TQM".	7-104
Figura 7–III. Polígono de frecuencias para la variable "JIT".	7-105
Figura 7–IV. Polígono de frecuencias para la variable "SMED".	7-106
Figura 7–V. Polígono de frecuencias para la variable "TOC".	7-107
Figura 7–VI. Polígono de frecuencias para la variable "TPM".	7-108
Figura 7–VII. Polígono de frecuencias para la variable "Yi".	7-110
Figura 7–VIII. Intervalos de confianza para "SCM".	7-111
Figura 7–IX. Intervalos de confianza para "TQM".	7-112
Figura 7–X. Intervalos de confianza para "JIT".	7-113
Figura 7–XI. Intervalos de confianza para "SMED".	7-114
Figura 7–XII. Intervalos de confianza para "TOC".	7-115
Figura 7–XIII. Intervalos de confianza para "TPM".	7-116
Figura 7–XIV. Intervalos de confianza para "Yi".	7-117
Figura 7–XV. Análisis de varianza tipo usando Box Plots.	7-121

## Lista de Tablas

Tabla 2–II. Evolución de la administración de operaciones.	2-5
Tabla 2–II. Decisiones estratégicas de la administración de operaciones.	2-11
Tabla 2–III. Indicadores de desempeño.	2-14
Tabla 2–IV. Implicaciones de la estrategia de manufactura.	2-22
Tabla 4–I. Estrategia de liderazgo en costo.	4-45
Tabla 4–II. Evolución de la administración de operaciones.	4-59
Tabla 4–III. Justo a tiempo.	4-51
Tabla 4–IV. Evolución en calidad.	4-51
Tabla 4–V. Calidad total.	4-55
Tabla 4–VI. Metodología SMED.	4-57
Tabla 4–VII. Cambio de datos.	4-58
Tabla 4–VIII. Teoría de restricciones.	4-59
Tabla 4–IX. Teoría de restricciones.	4-60
Tabla 4–X. Eficiencia total del equipo.	4-61
Tabla 4–XI. Mantenimiento de la productividad total.	4-62
Tabla 4–XII. Cadena de proveedores.	4-64
Tabla 5–I. Matriz de congruencia.	5-75
Tabla 6–I. Empresas ubicadas en el Área Metropolitana de Monterrey.	6-79
Tabla 6–II. Población bajo estudio.	6-80
Tabla 6–III. Clasificación de las empresas por tamaño.	6-81
Tabla 6–IV. Coeficientes de confianza.	6-82
Tabla 6–V. Datos generales de la muestra.	6-84
Tabla 6–VI. Matriz de correlación de ítems.	6-92
Tabla 6–VII. Cálculo de Alfa de Cronbach.	6-92
Tabla 6–VIII. Cálculo de coeficientes de variación.	6-93
Tabla 7–I. Tabla de codificación de respuestas.	7-97
Tabla 7–II. Tabla de codificación de variables.	7-98
Tabla 7–III. Tabla de frecuencias para la variable "SCM".	7-99
Tabla 7–IV. Tabla de frecuencias para la variable "TQM".	7-99
Tabla 7–V. Tabla de frecuencias para la variable "JIT".	7-100
Tabla 7–VI. Tabla de frecuencias para la variable "SMED".	7-100
Tabla 7–VII. Tabla de frecuencias para la variable "TOC".	7-101
Tabla 7–VIII. Tabla de frecuencias para la variable "TPM".	7-101
Tabla 7–IX. Tabla de frecuencias para la variable "Yi".	7-102
Tabla 7–X. Estadística descriptiva para la variable "SCM".	7-103
Tabla 7–XI. Estadística descriptiva para la variable "TQM".	7-104
Tabla 7–XII. Estadística descriptiva para la variable "JIT".	7-105
Tabla 7–XIII. Estadística descriptiva para la variable "SMED".	7-106
Tabla 7–XIV. Estadística descriptiva para la variable "TOC".	7-108
Tabla 7–XV. Estadística descriptiva para la variable "TPM".	7-109
Tabla 7–XVI. Estadística descriptiva para la variable "Yi".	7-110
Tabla 7–XVII. Análisis de proporciones por variable.	7-118



## Lista de Ecuaciones

Ecuación 6–I. Media muestral.	6-81
Ecuación 6–II. Varianza muestral.	6-81
Ecuación 6–III. Tamaño de la muestra en base a la media poblacional.	6-82
Ecuación 6–IV. Cálculo del tamaño muestra.	6-83
Ecuación 6–V. Coeficiente de Cronbach.	6-91
Ecuación 6–VI. Coeficiente de variación.	6-93
Ecuación 7–I. Resultados de multicorrelación Pearson.	7-119
Ecuación 7–II. Correlación de las variables de productividad.	7-120
Ecuación 7–III. Análisis de varianza.	7-120
Ecuación 7–IV. Regresión multivariada.	7-122
Ecuación 7–V. Componentes principales.	7-123

## **Resumen**

La presente tesis tiene por objetivo abordar el campo de la administración, en particular la administración de operaciones, para explicar sus fronteras y dar pauta, a descubrir las limitaciones estratégicas que presenta. De esta forma, se presentará la necesidad de hacer una conjunción entre la administración de operaciones y la planeación estratégica, en donde cada una aportará su cuerpo de conocimientos para ofrecer alternativas para el incremento de la productividad en las organizaciones.

La productividad y competitividad son conceptos fundamentales que han dado una importancia prioritaria a la administración de operaciones, la cuál ofrece diferentes herramientas de clase mundial tales como: 1) Gestión total de calidad, 2) Cambio rápido de datos, 3) Teoría de restricciones, 4) Cadena de proveedores, 5) Justo a tiempo, y 6) Mantenimiento de la productividad total, las cuáles tienen por objetivo mejorar la productividad de la organización.

La tesis se encuentra estructurada en tres secciones, a saber: 1) Marco teórico, 2) Estudio de campo, y 3) Conclusiones. El marco teórico abordará el concepto de administración y llevará al lector hasta lograr definir la gestión estratégica de operaciones, concepto fundamental de esta tesis. Por otra parte, el estudio de campo que consiste en una investigación aplicada que incluye, el planteamiento del problema, hipótesis de trabajo y un diseño de investigación, tiene por objetivo analizar el efecto del uso de las diferentes herramientas de clase mundial en la productividad. Al final de la tesis se explicarán las conclusiones de la investigación y se propondrán algunas líneas de investigación futuras.

## 1 Introducción

### 1.1 Problema a investigar

La investigación se encuentra dividida en dos secciones: 1) Investigación teórica, e 2) Investigación de campo.

#### Investigación teórica

- En la investigación teórica se analizará el modelo de la administración de operaciones, sus elementos componentes y los diferentes enfoques evolutivos de esta área de la ciencia: investigación de operaciones, ingeniería industrial, manufactura de clase mundial, productividad total, entre otras.
- Se presentarán los modelos más aceptados de la administración de operaciones, por una parte el modelo de manufactura de clase mundial del Dr. Hill, y por otra, el modelo de administración de operaciones del Dr. Jacob; Estos dos modelos se confrontarán con el modelo de planeación estratégica del Dr. Porter, el cuál ofrece tres estrategias genéricas de competencia: 1) Diferenciación, 2) Segmentación, y 3) Liderazgo en costo.
- Bajo esta perspectiva, se plantea que la estrategia de liderazgo en costo requiere de herramientas de clase mundial, programas, técnicas administrativas que coadyuven a incrementar la productividad, la cuál es uno de los medios para mejorar la competitividad.
- La administración de operaciones ofrece diferentes herramientas (denominadas de clase mundial o herramientas para la mejora continua y productividad), las cuáles están enfocadas a incrementar la productividad del sistema de operación de la empresa, sin embargo, las investigaciones

actuales no cuantifican el impacto de las herramientas de clase mundial en la productividad.

- La investigación teórica está circunscrita por seis herramientas de clase mundial: 1) Administración de la calidad total, 2) Mantenimiento de la productividad total, 3) Cambios rápidos, 4) Teoría de restricciones, 5) Cadena de suministro, y 6) Justo a tiempo. Estas herramientas de clase mundial serán analizadas y se presentarán conclusiones sobre el concepto, alcance y objetivos que cada una de las herramientas para la mejora continua y productividad.

### Investigación de campo

- La investigación de campo se presentará dividida en dos capítulos: 1) Diseño de la investigación de campo, y 2) Resultados de la investigación de campo.
- En el capítulo del diseño de la investigación de campo se definirá cada uno de los elementos de la investigación aplicada y se llevarán a la práctica. Los elementos más importantes de este capítulo son: 1) Definición de la población bajo estudio, 2) Selección del tamaño de la muestra, 3) Creación del instrumento de recolección de datos, 4) Validación del instrumento de recolección de datos, y 5) Caracterización de la muestra.
- En el capítulo de resultados de la investigación se ofrecerán respuestas a las preguntas de investigación, hipótesis de investigación y se revisará el cumplimiento de cada uno de los objetivos de investigación.
- Los resultados de toda la investigación tanto en la sección teórica como práctica se integran en el capítulo de conclusiones, adicional a esto, se presentarán las líneas cubiertas por la presente investigación y se presentarán algunas sugerencias para el desarrollo de futuras líneas de investigación.

## **1.2 Importancia del estudio**

Se han realizado investigaciones anteriores respecto a la forma en la cuál las herramientas de clase mundial se pueden implementar, incluso dentro del campo de conocimientos de la administración en específico dentro de la teoría de reingeniería de procesos de negocio, existen modelos de consultoría para la implantación exitosa de los programas de productividad.

La teoría de la administración de operaciones, explica que las herramientas de clase mundial ayudan a la empresa a elevar su productividad, sin embargo, a la fecha no existen investigaciones que determinen: 1) El impacto que las herramientas de clase mundial tiene en la productividad, y 2) Los programas integradores que las empresas pueden implementar paralelamente para maximizar la productividad.

De acuerdo a lo anterior, la importancia de la investigación realizada radica en dos aspectos fundamentales: 1) Generar conocimiento en el campo de la administración al investigar el impacto que las herramientas de clase mundial tienen en la productividad, y 2) Una vez que se ha identificado el impacto de la herramientas de clase mundial en la productividad, este resultado lo puede usar el empresario para definir y delinear sus estrategias genéricas de productividad.

## 2 Administración de Operaciones

El presente capítulo establece el marco conceptual relativo al proceso de la administración de operaciones, en el cuál se incluyen: los elementos componentes de la administración de operaciones, sus indicadores de desempeño, la relación entre la administración de operaciones y la productividad, así como los modelos de la administración de operaciones. Al final del capítulo el lector encontrará un resumen de los diferentes modelos de administración de operaciones en el cuál se desarrolla la presente tesis.

### 2.1 El proceso de administración de operaciones

Desde que el hombre ha tenido la necesidad de transformar algo (llámese materia prima), en algún bien (llámese producto y servicios), ha requerido de la administración para poder optimizar sus resultados, aumentar los niveles de rendimiento por unidad de tiempo o espacio, e incluso compararse con otras organizaciones y situarse en un marco de referencia.

El concepto de administración de operaciones ha evolucionado incorporando nuevos enfoques a su campo de conocimientos, los cuáles son usados para delinear estrategias que coadyuven al incremento de la productividad y optimización de los sistemas administrativos. En la siguiente tabla ([véase la tabla No. 2-1](#)), se presenta un cuadro propuesto que identifica los diferentes enfoques y precursores de las teorías (Everett, A. y Ebert, R. 1998) que se han incorporado en el campo de la administración de operaciones.

Tabla 2-1. Evolución de la administración de operaciones.

Etapa	Año	Contribución	Precursor
1	1776	Especialización de la mano de obra	Adam Smith.
	1832	División de la mano de obra según las habilidades	Charles Babage.
	1900	Administración científica	F. W. Taylor.
	1900	Estudio de tiempos y movimientos	F.B. Gilbreth.
	1901	Secuencia de operaciones	H. Gantt.
	1915	Teoría del lote económico	F.H. Harris.
	1927	Relaciones humanas	Elton Mayo.
2	1931	Métodos estadísticos para el control de la calidad	W. A. Shewhart.
	1935	Muestreo estadístico	H.F. Dodge y H.G. Roming.
	1940	Investigación de operaciones	P.M.S. Blacket.
	1947	Programación lineal	George B. Dantzing.
	1950	Procesos estocásticos	A. Charnes
3	1960	Comportamiento organizacional	L. Cummings
	1970	Integración de operaciones como una estrategia	W. Skinner
	1980	Calidad total como herramienta de competencia	W.E. Deming y J. Jurán.
4	1990	Manufactura de clase mundial	Terence Hill.
	1991	Productividad herramienta competitiva	Cris Voss.
	1993	Estrategia de operaciones	Robert Jacobs

En la tabla anterior se han presentado los diferentes enfoques que han contribuido al conjunto de conocimientos de la administración de operaciones, así mismo se han presentado los diferentes precursores en lo particular. Como podemos observar el cúmulo de conocimientos es amplio y para fines didácticos puede ser segmentado en cuatro etapas: 1) Etapa mecanicista, 2) Etapa mecanicista evolutiva, 3) Integración competitiva, y 4) Manufactura de clase mundial.

#### 1) Etapa mecanicista.

- La etapa mecanicista fue caracterizada por herramientas que estaban enfocadas a la especialización de la mano de obra, con el objetivo de determinar con la mayor precisión posible, el tiempo estándar para cada actividad y operación, a fin de identificar las restricciones más importantes dentro del sistema de manufactura y poder asignar los recursos necesarios para eficientizar la cadena productiva.

- Esta etapa ofreció algunos beneficios, por ejemplo: 1) Especialización de la mano de obra y 2) Determinación de los tiempos estándares de procesamiento. Por otra parte, la principal limitación de esta etapa fue el considerar a la persona como recurso cuantificable, disponible y asignable, y no fué sino a finales de la década de 1920, en donde se incorporó un nuevo enfoque que sentaría las bases del aspecto humano en las organizaciones.

#### Etapa mecanicista evolutiva.

- Se ha denominado a esta segunda etapa bajo el nombre de mecanicista evolutivo, por que fué precisamente después de haberse incorporado los fundamentos de las relaciones humanas, cuando empezó a darse un cambio hacia la calidad.
- La calidad era entendida como un proceso necesario para lograr manufacturar productos conformes, es decir; que cumplan con las intenciones originales para los cuáles fueron creados. Años más tarde, la situación que se vivía durante los años de la segunda guerra mundial, dieron cabida al surgimiento de conceptos matemáticos que serían aplicados en la administración de operaciones, para la eficientización de los recursos de una manera lógica y estructurada siguiendo procedimientos de optimización, esta técnica es conocida como investigación de operaciones.
- El principal beneficio de esta etapa fue el nacimiento del concepto de calidad y el surgimiento de nuevos enfoques para la optimización de operaciones. La principal desventaja fué él no considerar a la empresa como una organización evolutiva en búsqueda de la mejora continua



### Integración competitiva.

- En esta etapa de la administración de operaciones surgen dos enfoques principales: comportamiento organizacional y calidad total, estos dos enfoques se integran como una estrategia de competencia.
- El enfoque de comportamiento organizacional aportó nuevas ideas respecto de la gestión de los recursos humanos, con el fin de edificar organizaciones ágiles, eficaces y versátiles respecto a las estructuras organizacionales.
- El enfoque de calidad total aportó la idea de concebir que el proceso de calidad, no es de una sola persona o departamento, por el contrario la calidad es un proceso de toda una organización, que a través de la implantación de herramientas avanzadas de calidad, la organización entera debe enfocarse a la satisfacción del cliente.

### Manufactura de clase mundial.

- En esta etapa de la evolución de la administración de operaciones, se edificaron los principios de manufactura de clase mundial, para que a través de la aplicación de herramientas de clase mundial la empresa logre: incrementar la productividad y reducir costos de producción.

El concepto de la administración de operaciones se ha desarrollado a través de la incorporación de diferentes enfoques a lo largo de la historia. Analicemos algunos conceptos de autores en el área de la administración de operaciones.

- Administración de operaciones: “...es el área de influencia de la producción de productos y servicios. En conjunción con otras áreas funcionales, también administra los recursos (entradas) y la distribución de productos y servicios terminados (salidas) a los clientes...” (Noori, H. y Radford, R. 1995).
- Administración de operaciones: “...es la administración de las actividades que transforman los recursos en productos y servicios...” (Heizer, J. y Render, B. 1996).
- Administración de Operaciones: “...puede entenderse como el diseño, operación y mejoramiento de los sistemas de producción que hacen que la empresa manufacture sus productos y servicios primarios...” (Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, R. 1999).
- Administración de Operaciones: “...es la administración del proceso de conversión que transforma: tierra, trabajo y capital y otras entradas en bienes y servicios...” (Everett, A. y Ebert, R. 1992).

Las definiciones anteriormente presentadas presentan algunas similitudes, por ejemplo: 1) La existencia de un sistema de transformación o proceso sistémico, 2) El enfoque de administración de los recursos. Estas similitudes pueden resumirse en la siguiente proposición:

- La administración de operaciones es un proceso el cuál está orientado al diseño, operación y mejora de los sistemas de manufactura, para la optimización de recursos, para lograr incrementar la productividad del sistema.

La administración de operaciones incluye dos elementos integradores: 1) Sistema de operación, y 2) Proceso de conversión.

Sistema de operación.

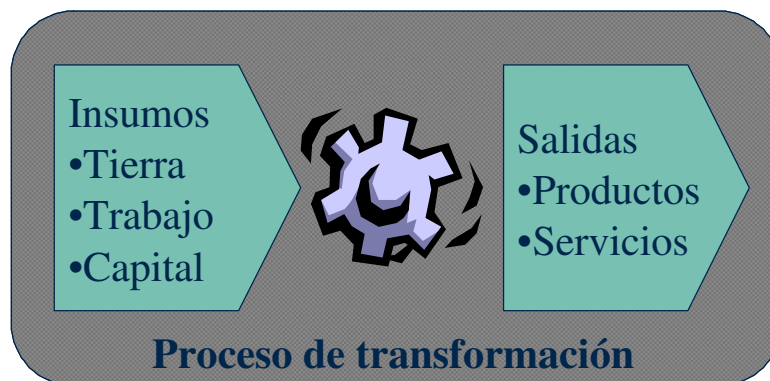
- Es el conjunto de actividades relacionadas que interrelacionan maquinaria, personal y otros recursos para la manufactura o el ofrecimiento de servicios.

Proceso de conversión.

- Es el proceso mediante el cuál se transforman las materias primas y en general todos los insumos directos para la venta de un bien o un servicio.

El sistema de operación puede identificarse en la organización como el sistema que da soporte al proceso de conversión (*véase la figura No.2-1*), en la cuál se identifican las entradas al proceso de conversión y la salida en términos de productos y servicios ofrecidos.

*Figura 2-1. Esquema de entradas y salidas.*



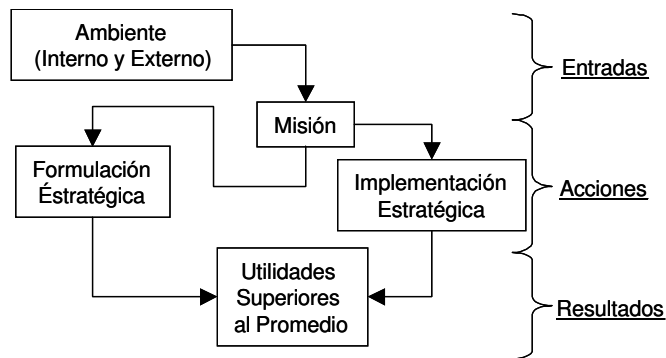
El término de administración de operaciones, ha sido mal interpretado debido al contexto de la palabra "operaciones", ya que comúnmente este término es relacionado con la palabra "manufactura".

En sentido amplio, el concepto de la administración de operaciones puede ser aplicable en los ámbitos tanto de manufactura como de servicios, ya que la administración de operaciones está enfocada a incrementar la productividad y sus herramientas pueden ser implantadas en los dos tipos de industrias.

La administración de operaciones tiene relación con las estrategias del negocio, para explicar esto, revisemos primeramente el concepto de gestión estratégica, para después enlazar el concepto de la administración de operaciones y su aportación estratégica.

Proceso de administración estratégica: “... es el conjunto de compromisos, decisiones y acciones requeridas por la organización para que logre obtener competencias estratégicas y lograr retornos de inversión por encima del promedio esperado...” (Hitt, M., Ireland, D. y Hoskisson, R. 1999) *(véase la figura No. 2-II)*.

Figura 2–II. Proceso de administración estratégica.



En la figura anterior, podemos encontrar sinergias teóricas entre estos dos conceptos (Hitt, M., Ireland, D. y Hoskisson, R. 1999): 1) Administración estratégica, y 2) Administración de operaciones. Estas sinergias se visualizan a través de las decisiones tomadas (*véase la tabla No. 2-II*), siendo la primera la que se encarga del aspecto visionario y de planeación avanzada ubicado al lado izquierdo del diagrama, y el segundo, con un carácter plenamente operativo, se debe encargar de la implementación de las estrategias, ubicado al lado derecho del diagrama.

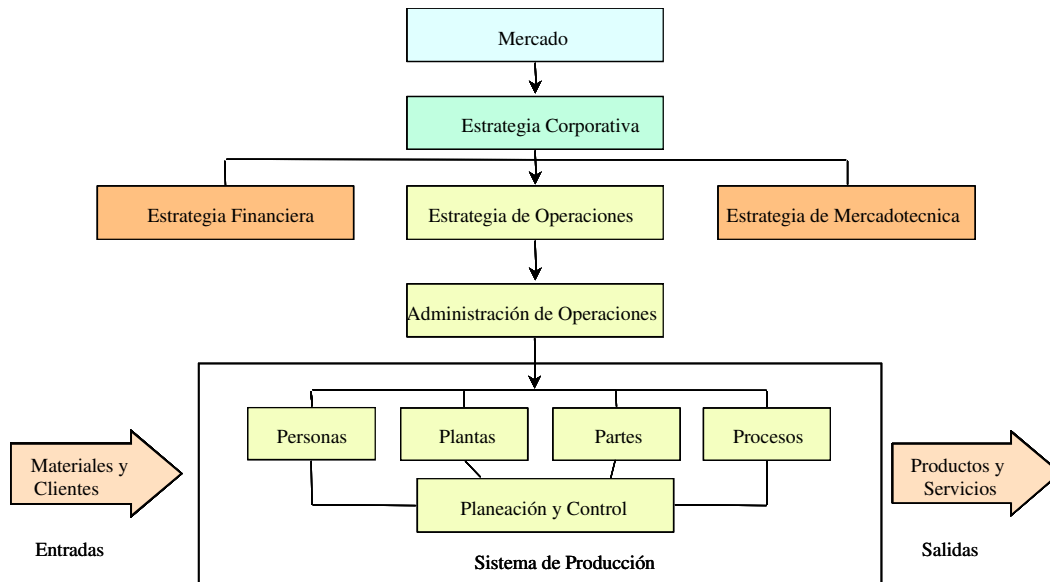
*Tabla 2–II. Decisiones estratégicas de la administración de operaciones.*

Decisión	Alcance
Estratégica	Largo plazo
Táctica	Mediano plazo
Operativa	Planear-hacer-verificar- actuar

La teoría de la administración de operaciones, identifica dos estrategias fundamentales: 1) Estrategia corporativa, y 2) Estrategia de operaciones (*véase la figura No. 2-III*); La primera se fundamenta en los principios filosóficos de la alta dirección como la misión, visión y valores y esta se refleja en tres grandes áreas: la estrategia de operaciones, la estrategia financiera y la estrategia de mercadotecnia.

La estrategia de operaciones (Chase, R., Aquilano, N. y Jacob, R. 2001), definida por los siguientes elementos: personas, plantas, partes, procesos, y planeación y control, que en conjunto definen el sistema de producción y son el fundamento de la productividad y competitividad de la empresa, la cuál será evaluada a través de métricas de desempeño.

Figura 2–III. Niveles estratégicos en la administración de operaciones.



## 2.2 Indicadores de desempeño

Una de las preocupaciones mayores de todo empresario es conocer el resultado financiero de la organización, y este, puede ser entendido como la utilidad. Para distinguir y entender claramente el término de utilidad, podremos segregarla en dos apartados, tales como: utilidad de operación y utilidad neta.

### Utilidad de operación

- La utilidad de operación es conocida como los beneficios económicos que resultan de las actividades operativas, desde la compra de materiales hasta el pago a proveedores, además, de su correspondiente cargo de costos directos y variables, sin considerar gastos financieros, administrativos, depreciación, cargo de regalías, cuotas corporativas, etc.

### Utilidad neta

- La utilidad neta es la diferencia entre el total de las compras y costos asociados tanto directos e indirectos, que se realizaron para producir un bien o servicio.

Para efectos de la medición de la productividad consideraremos el apartado de la utilidad de operación, para hacer énfasis en las entradas y en las salidas del sistema de producción, en el cuál el factor de productividad, es el principal ingrediente en esta relación (*véase la figura No. 2-IV*).

*Figura 2–IV. Indicador de productividad.*

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

El concepto de productividad es la relación de eficiencia entre todos los recursos utilizados para la manufactura de un bien y la cantidad de productos obtenidos, de esta forma, la productividad resulta ser un indicador clave de la empresa.

La empresa se encuentra integrada a través de diferentes sistemas de operación, los cuáles, pueden ser catalogados en dos: sistemas operativos y sistemas administrativos.

Los sistemas operativos, son aquellos que están directamente relacionados con la producción de un bien, a saber: producción, calidad, ingeniería. Los sistemas administrativos son aquellos que se relacionan de forma indirecta con el sistema de producción y dan soporte a todas sus actividades, por ejemplo: recursos humanos, logística, finanzas y compras.

El concepto de productividad está inmerso dentro de cada uno de los sistemas de la empresa, para los cuáles se pueden establecer diferentes tipos de métricas con el fin de monitorear su desempeño y establecer medidas correctivas o preventivas para su control y mejora. A continuación se mostrará (*véase la tabla No.2-III*) un listado de los indicadores típicos de medición del desempeño del sistema de operación de la empresa.

Tabla 2–III. Indicadores de desempeño.

Indicador	Definición	Procedimiento de cálculo
<b>Calidad</b>		
Calidad de salida.	Partes por millón al cliente.	PPM = (Productos defectuosos * 1 millón)/ total producido.
Entregas (proveedores o clientes).	Nivel de confianza de entregas para su uso inmediato.	(Pedidos rechazados * 100) / Total de pedidos generados.
Calidad a la primera vez.	Es el nivel de calidad del sistema de producción.	FTQ = % de calidad de la estación de trabajo 1 * % de calidad de la estación de trabajo 2 * % de calidad de la estación de trabajo i.
<b>Producción</b>		
Curva de aprendizaje.	Es la velocidad de producción medida a través del tiempo.	CA = piezas / hora a través del tiempo.
Productividad laboral.	Es la velocidad de producción en un tiempo específico.	PL = piezas / hora.
Eficiencia total del equipo.	Equivale a la capacidad de utilización de los equipos respecto de la capacidad instalada.	OEE = % de calidad * % de disponibilidad de los equipos * % de velocidad de producción.
<b>Ingeniería</b>		
Nuevos productos.	Es la velocidad de implementación de nuevos productos.	PPAP = Cantidad de nuevos productos implementados / unidad de tiempo.



<b>Recursos humanos</b>		
Rotación.	Establece el porcentaje de la cantidad de personal que deja de laborar en la empresa.	$R = \text{Cantidad de personal que deja de laborar} / \text{total de empleados} * 100$
Ausentismo.	Establece la cantidad de personal que no asiste a laborar.	$A = \text{Cantidad de personal que no asiste a laborar} / \text{total de empleados} * 100$
Clima laboral.	Indica el nivel de satisfacción laboral de los trabajadores.	$CL = \text{Porcentaje de cumplimiento respecto a las variables del clima laboral.}$
<b>Inventarios</b>		
Rotación de inventario de materia prima.	La cantidad de vueltas de inventario en materia prima.	$(\text{Ventas acumuladas} * 100) / \text{Inventario promedio}.$
Índice de duración de las mercancías.	La duración en días del inventario sin sufrir una transformación total.	$(\text{Inventario final} * 100) / \text{Ventas promedio}.$
Exactitud del inventario	Mide la diferencia entre el valor del inventario reportado en el sistema, versus el porcentaje de confiabilidad por el valor del inventario físico.	$\text{Valor del inventario teórico} - \text{Valor del inventario físico.}$
Análisis de uso de transporte	Mide la utilización de transporte propio versus subcontratar una línea transportista.	$\text{Costo de uso del transporte propio} / \text{costo de un subcontrato.}$

Nivel de utilización del transporte.	Mide la utilización individual o en masa de los camiones.	Capacidad real utilizada / capacidad real del camión.
Entregas.	Mide el cumplimiento de entregas a tiempo.	Total de pedidos no entregados a tiempo / total de pedidos requeridos.
Embarques.	Mide el cumplimiento del programa de embarques.	Total de embarques a tiempo / total de embarques requeridos.
Calidad en la facturación.	Mide la tasa de errores en las facturas.	Facturas emitidas con errores / total de facturas emitidas.
Notas de crédito.	Mide el porcentaje de bonificación por notas de crédito a cliente.	Valor de notas de crédito / monto total de ventas.
Pendientes por facturar.	Mide el cumplimiento en la facturación.	Total de pedidos pendientes por facturación / total de pedidos facturados.
<b>Finanzas</b>		
Costos logísticos.	Mide el total del costo logístico en comparación con las ventas.	Costo total logístico / Ventas totales de la compañía.
Márgenes de contribución.	Explica la contribución a la utilidad	Venta real del producto / Costo real.
Ventas perdidas.	Es el costo de oportunidad por no entregar material a clientes.	Valor de los pedidos no entregados / total de ventas de la compañía.

La tabla anterior muestra diferentes tipos de indicadores agrupados para los dos tipos de sistemas, tanto para los sistemas operativos como para los sistemas administrativos, a su vez subdivididos en indicadores de: calidad, finanzas, recursos humanos, inventarios, producción e ingeniería. Estos indicadores presentados de una forma integrada, constituirán el documento clave que resume el desempeño de la organización, el cuál puede ser usado para la toma de decisiones.

Al iniciar un programa de medición de la productividad de la empresa, lograremos visualizar en términos globales el desempeño de la organización, con respecto, a su declaración estratégica (estrategia de operaciones) y de la corporación (estrategia corporativa). Sí la empresa no tiene un sistema de medición del desempeño, será difícil reaccionar ante los cambios que se presentan en un ambiente de competencia.

El rol estratégico de la medición del desempeño estriba en la necesidad de dar retroalimentación a la organización para realinear sus estrategias o bien hacer pequeños ajustes durante el camino de evolución hacia el logro de la visión de la empresa.

Como podemos observar en la figura [\(véase la figura No. 2-V\)](#), la estrategia del negocio está ligada a un indicador de desempeño, de forma tal que, continuamente el impulso estratégico se esté retroalimentando, para tomar las medidas correctivas o preventivas y alinear las acciones hacia los objetivos estratégicos.

Figura 2–V. Rol estratégico de la medición del desempeño.



Un programa de medición del desempeño, puede ser iniciado a través de cinco etapas: 1) La revisión de los fundamentos estratégicos: visión, misión y valores, 2) El inventario de las medidas de desempeño existentes, 3) El hacer un análisis de los indicadores actuales contra los objetivos estratégicos de la organización, 4) El determinar los indicadores de desempeño clave que serán fundamento del documento de enfoque (balanced score card), y 5) El establecer responsabilidades y programas de revisión de indicadores.

La productividad es uno de los objetivos fundamentales de todo negocio. La forma en que los recursos son utilizados para obtener productos y servicios es vital para la productividad; debido a esta razón, la empresa deberá siempre buscar mejores formas de administrar sus recursos y optimizarlos.

Si la empresa logra incrementar su productividad, es decir, maximizar la salida de productos y servicios respecto a los insumos utilizados, logrará el uso más eficiente de sus recursos.

La competitividad es un indicador referencial, a diferencia del indicador de productividad, la competitividad se define en términos comparativos, por ejemplo, comparación de la empresa respecto a las símiles dentro del sector industrial, dentro de la región, o del segmento específico de mercado.

La productividad es una de las variables de la competitividad, ya que al buscar la productividad a través de un uso más eficiente de los recursos, se logrará eficientizar el sistema de manufactura, en términos de costeo del producto, siendo este uno de los factores claves para la competencia.

### **2.3 Limitaciones de la administración de operaciones**

La administración de operaciones por una parte, busca la eficiencia del sistema de operación, y por otra, ofrece diferentes herramientas de clase mundial que van enfocadas a incrementar la productividad, sin embargo no existe una explicación clara entre cada herramienta y su impacto con la estrategia de la corporación.

Las herramientas de clase mundial están enfocadas a la productividad, no obstante no conocemos cuál es el impacto de cada una de las herramientas, de tal manera que podamos claramente identificar en todo caso, la herramienta más apropiada para un determinado giro o tipo de empresa y predecir el posible impacto en la productividad.

Existen programas integrales de productividad y mejoramiento continuo, tales como: mantenimiento de la productividad total o gestión total de calidad, no obstante no conocemos si estos programas pueden ser implantados en conjunto con otras herramientas, de una forma paralela o se deben implantar de una forma secuencial programática.

El campo de aplicación de las herramientas de clase mundial es amplio y pueden ser implantadas tanto en los ambientes de servicio como manufactureros, no obstante, no se conoce si el impacto será el mismo, o qué variantes deben incorporarse para realizar una correcta implantación y un impacto efectivo.

## **2.4 Modelos de la administración de operaciones**

La administración de operaciones contemporánea está fundamentada por dos corrientes de pensamiento: modelo del Dr. Jacobs y el modelo del Dr. Hill.

### **2.4.1 Modelo del Dr. Robert Jacobs.**

El Dr. Jacobs (Chase, R., Aquilano, N. y Jacob, R. 2001) del Centro de Negocios de Indiana, indica que existe una relación entre: plantas, partes, personas, procesos y planeación y control.

Plantas.

- Se refiere a las diferentes unidades de negocio existentes o bien a las agencias de servicio en las cuáles se mantienen operaciones secundarias o incluso subsidiarias de la empresa original.

Partes.

- Esto incluye todos los insumos directos e indirectos para la operación del negocio, un ejemplo de estrategias a usar en este rubro son los conocidos programas de desarrollo de proveedores y cadenas de suministro.

Personas

- En esta sección todos los trabajadores directos e indirectos a la operación del negocio, puede incluirse además a los subcontratados. Un ejemplo de programas a implementar pueden darse en el terreno del desarrollo organizacional.

Procesos.

- Es la forma en que las cosas son realizadas, implica el conocimiento de la forma en que las cosas deben de realizarse, la tecnología usada y el cómo debe de usarse ésta para optimizar los recursos implicados en la operación del negocio.

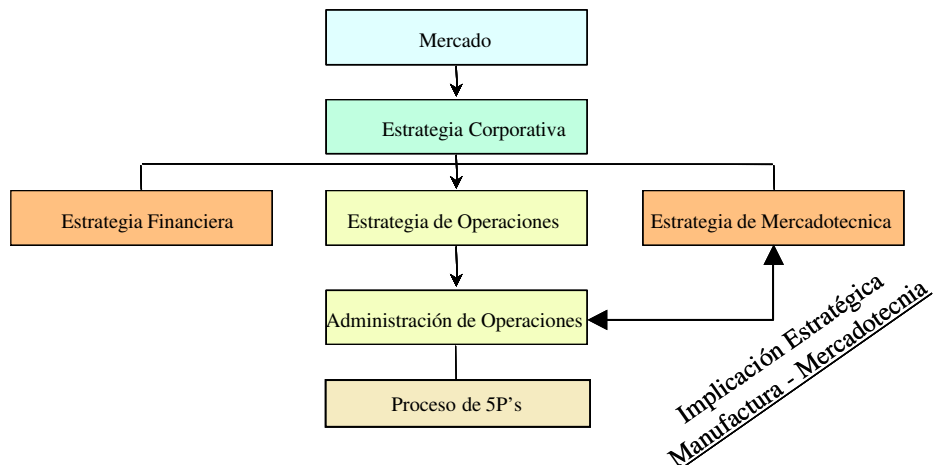
Planeación y control

- Este apartado tiene especial importancia ya que implica el sistema de información usado para poder planear y controlar las operaciones de la empresa, un ejemplo de esto son los sistemas de planeación de requerimientos de materiales, entre otros.

#### 2.4.2 Modelo del Dr. Terence Hill.

El Dr. Hill (Hill, T. 1994) de la Escuela de Negocios de Oxford, por su parte, indica que en muchas compañías las estrategias funcionales se consolidan en la estrategia corporativa de la organización. El Dr. Hill propone que es necesario hacer una interrelación entre la estrategia de manufactura y la estrategia de mercadotecnia (*véase la figura No. 2-VI*).

*Figura 2–VI. Interrelación entre la manufactura y la mercadotecnia.*



La interrelación que existe entre la estrategia de manufactura y la estrategia de mercadotecnia implica una alineación de los recursos y capacidades productivas de la empresa a la orientación hacia las necesidades que se demandan en el mercado.

La metodología de integración entre la estrategia de operaciones (Hill, T. 1994) implica: definir los objetivos corporativos, determinar las estrategias de mercado, establecer un análisis comparativo de mercado, definir la forma más apropiada de producir un determinado artículo y proveer de la infraestructura apropiada para soportar la producción (*véase la Tabla No. 2-IV*).

*Tabla 2–IV. Implicaciones de la estrategia de manufactura.*

Objetivos corporativos.	Estrategia de mercadotecnia.	Calificador y ganador de pedidos	Estrategia de manufactura	
			Selección del proceso	Infraestructura
Crecimiento	Segmentación del mercado	Precio Calidad Entregas	Procesos alternativos	Manufactura
Sobre vivencia	Rango y variedad de productos	Confiabledad Flexibilidad	Hacer versus comprar	Ingeniería concurrente
Rentabilidad	Estandarizar versus customizar	Diseño	Nivel de inventario	Estructura del trabajo
Retorno de la inversión	Innovación	Servicio	Capacidad	Estructura organizacional



## **2.5 Conclusiones**

El campo de conocimientos de la administración de operaciones ha tenido una evolución en el transcurso del tiempo, él cuál puede ser dividido en cuatro etapas: 1) Etapa mecanicista, 2) Etapa mecanicista evolutiva, 3) Integración competitiva, y 3) Manufactura de clase mundial.

Aunque existen diferentes definiciones del concepto de la administración de operaciones, se pueden encontrar similitudes, por ejemplo: 1) La existencia de un sistema de transformación o proceso sistémico, 2) El enfoque de administración de los recursos.

Estas similitudes pueden resumirse en la siguiente proposición:

- La administración de operaciones es un proceso el cuál está orientado al diseño, operación y mejora de los sistemas de manufactura, para la optimización de recursos, para lograr incrementar la productividad del sistema.

Existen dos modelos contemporáneos que ofrecen diferentes enfoques de la administración de operaciones: 1) Modelo del Dr. Robert Jacob, y 2) Modelo del Dr. Terence Hill.

El Dr. Robert Jacobs<sup>1</sup> del Centro de Negocios de Indiana, indica que dentro de la administración de operaciones existe una relación de: plantas, partes, personas, procesos y planeación y control. Este modelo tiene un carácter operativo relativo al sistema de producción.

El Dr. Hill propone que es necesario hacer una interrelación entre la estrategia de manufactura y la estrategia de mercadotecnia, para crear sinergias entre la administración de la manufactura y la estrategia de operaciones.

Ambos modelos describen a la administración de operaciones, el primero describe a la administración de operaciones como una función plenamente táctica y operacional, que no tiene una interrelación directa con la dirección de la empresa, mientras que el segundo modelo describe a la administración de operaciones como una parte de engarce estratégico de la operación de la empresa y su dirección.

## 2.6 Referencias Bibliográficas

En el presente apartado se listarán las referencias bibliográficas ordenadas conforme se utilizaron en el capítulo.

- 
- Chase, R., Aquilano, N. y Jacob, R. (2001). *Operations Management for Competitive Advantage*. USA: McGraw-Hill, pp. 7.
  - Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, R. (1999). *Production and Operation Management : Manufacturing and Services*. USA: Irwin McGraw-Hill, pp. 5.
  - Everett, A. y Ebert, R. (1992). *Productions and Operations Management*. USA: Prentice-Hall, pp. 11.
  - Everett, A. y Ebert, R. (1998). *Production and Operations Management*. USA: Prentice Hall Press, pp. 9.
  - Heizer, J. y Render, B. (1996). *Productions And Operations Management*. USA: Prentice Hall, pp. 4.
  - Hill, T. (1994). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. USA: Irwin, pp. 18.
  - Hitt, M., Ireland, D. y Hoskisson, R. (1999). *Strategic Management: Competitiveness and Globalization*. USA: South Western, pp.5.
  - Noori, H. y Radford, R. (1995). *Production and Operations Management*. USA: McGraw-Hill, pp. 31.

### **3 Globalización y Competitividad**

El presente capítulo establece el marco conceptual de referencia que integra el campo de la administración de operaciones al contexto de la globalización. Durante el desarrollo del capítulo se abordarán los temas de los negocios internacionales, las estrategias de competencia aplicables, y las herramientas de productividad aplicables en los países del Tratado de Libre Comercio de Norte América. Al final del capítulo se presentan los diferentes indicadores coyuntura para la competitividad de México y se analizará su posición competitiva.

#### **3.1 Negocios internacionales**

Hoy día podemos percibir que el escenario comercial ha influenciado la forma de administrar las operaciones de las empresas, este ambiente dinámico puede ser caracterizado por dos fenómenos: 1) Los países forman asociaciones internacionales para incrementar el flujo comercial, y como resultado 2) Las empresas buscan y adoptan mejores prácticas administrativas para incrementar la productividad y la competitividad. Ante este entorno dinámico de alta competencia, la administración juega un papel clave, para ofrecer nuevos enfoques, nuevas prácticas, que lleven a la empresa al desarrollo e implantación de sistemas que incidan en su productividad.

La administración de operaciones de la empresa ofrece parámetros de medición y estrategias claras para poder de una forma efectiva planear, organizar, dirigir y controlar sus operaciones para enfrentar el reto de la dinámica empresarial caracterizada por la alta competencia.

El Dr. Stoner (Stoner, 1996) menciona que el fenómeno de la globalización se define en la convergencia de tres aspectos fundamentales: 1) Proximidad, 2) Ubicación, y 3) Actitud.

### Proximidad

- A pesar de las grandes distancias que pueden existir entre los países, las vías de comunicación, los accesos a la información y la mercadotecnia global han acortado todas las distancias dejando al alcance de los consumidores potenciales la oferta de una variedad de productos y servicios.

### Ubicación

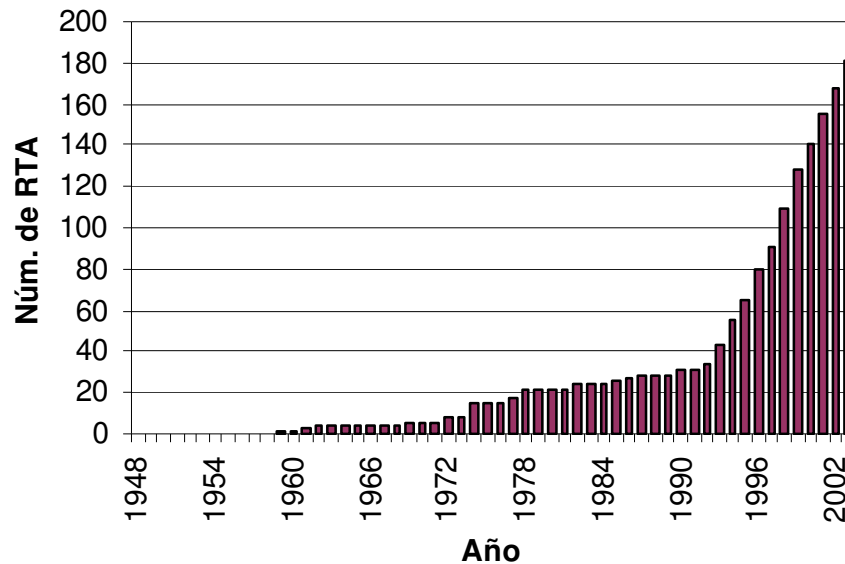
- La cercanía física de países se transforma en una virtual asociación de forma territorial, lo cuál impacta la forma de operar de las empresas, la sociedad y su cultura, entre otras cuestiones.

### Actitud

- El consumidor empieza a adoptar una diferente actitud, debido a dos razones: 1) Exposición libre de medios de comunicación a nivel global, y 2) El libre acceso a diferentes opciones de compra. Estas dos variables hacen que el consumidor adopte una postura crítica respecto a las diferentes opciones que se le presentan (oferta) y ejerce su poder de compra en la opción que más le convenga a sus intereses (selección y decisión), donde las compras pueden incluir productos regionales, internacionales o globales.

La combinación de estos tres factores, trae como consecuencia una red de países, empresas, gobiernos y sociedades, interdependientes, formando asociaciones comerciales, denominadas bloques comerciales. Como podemos observar en la siguiente figura (*véase la figura No. 3-1*) el nivel de acuerdos comerciales se ha incrementado notablemente los últimos 50 años.

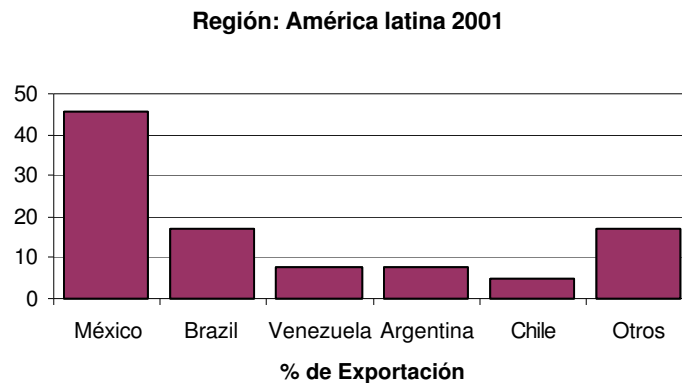
Figura 3–I. Acuerdos comerciales inscritos en la World Trade Organization.



Existen más de 180 acuerdos comerciales a nivel mundial (WTO, 2003) reportados hasta septiembre 2003. México está inmerso dentro de este dinamismo comercial, y su participación principal se encuentra en el Tratado de Libre Comercio de Norte América, no obstante, mantiene relaciones comerciales con diferentes regiones del mundo.

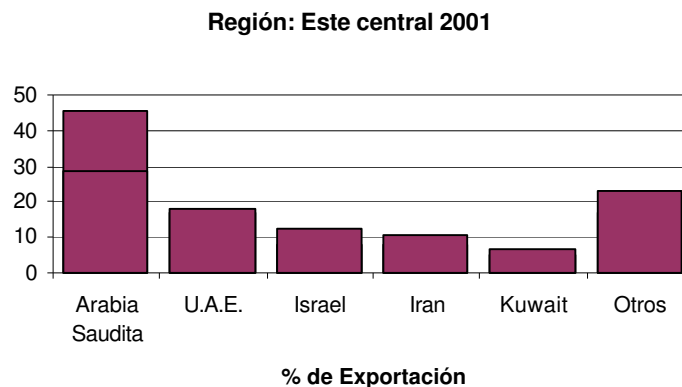
Para indicar de una manera más clara el dinamismo internacional, en las siguientes figuras (*véase las figuras No. 3-II a V*) se indica el comercio internacional segmentado por región exportadora, en donde, México se ubica en la región de Latinoamérica.

Figura 3–II. Porcentaje de exportación en América Latina.



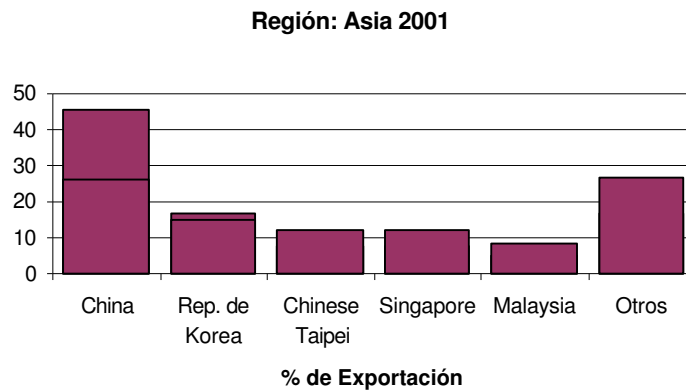
En la región de comercio de América Latina, se identifica que México ocupa el primer lugar en el volumen total de exportaciones seguido de Brasil en un segundo lugar.

Figura 3–III. Porcentaje de exportación en el Este central.



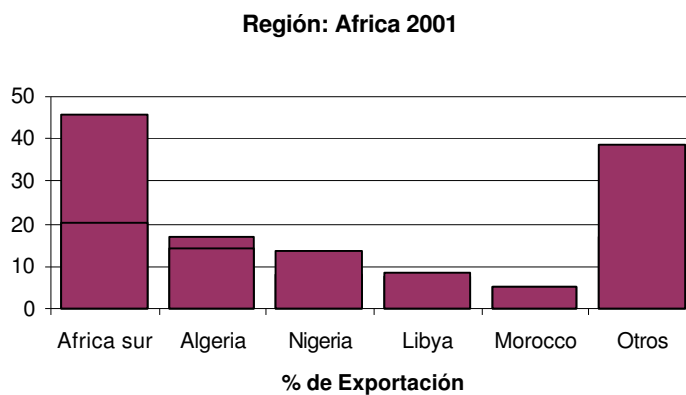
En la región de comercio de Este central, se identifica que Arabia Saudita ocupa el primer lugar en el volumen total de exportaciones seguido de Los Emiratos Árabes Unidos en un segundo lugar.

Figura 3–IV. Porcentaje de exportación en Asia.



En la región de comercio de Asia, se identifica que China ocupa el primer lugar en el volumen total de exportaciones seguido de la República de Corea en un segundo lugar.

Figura 3–V. Porcentaje de exportación en África.



En la región de comercio de África, se identifica que África del sur ocupa el primer lugar en el volumen total de exportaciones seguido de Algeria en un segundo lugar.

Ante este entorno de alta competencia la administración de operaciones tiene especial importancia debido a que colabora en la formulación de estrategias, para que la empresa de forma eficiente y eficaz logre manufacturar sus productos y ofrecerlos a los consumidores en los diferentes mercados.

Uno de los principales asuntos que deberá atender la alta administración es precisamente la dirección de las operaciones de la empresa, a fin de alcanzar posiciones cada vez más competitivas dentro de este entorno de negocios, sin embargo, ¿Cuáles son los factores que alientan a la organización a alcanzar posiciones más estratégicas dentro de esos bloques comerciales? Acorde con lo que menciona el Dr. Stoner (Stoner, 1996b), podemos identificar cuatro diferentes factores: consumidores, accionistas, gobierno y sociedad, los cuáles interactúan de manera conjunta afectando el ambiente de negocios de la empresa.

#### Los consumidores

- Los consumidores se encuentran dentro de un mercado (mercado de la demanda o simplemente mercado de consumidores) demandando productos con las siguientes características: calidad, variedad, precios y disponibilidad, entre otras.

#### Los accionistas

- El consejo de accionistas de una empresa analiza ciertos indicadores, entre los cuales destacan: utilidad neta operativa, el rendimiento de la inversión y los márgenes de utilidad por productos. Los indicadores anteriores son una muestra de la visión económica y lucrativa del negocio, pero también indican la permanencia de la empresa en el mercado y su solidez financiera.



## El gobierno

- Una de las funciones del Gobierno es el fomento a los programas de exportación y regulación de las importaciones, lo cual afecta de forma directa a las operaciones de las empresas ya que esto puede cambiar significativamente la estrategia de competencia de las organizaciones.

## La sociedad

- La sociedad está caracterizada por personas con diferentes gustos y preferencias, las cuáles se ven afectadas por el fenómeno de la globalización. El principal efecto es el acceso a una variedad de productos y servicios que antes no se tenían, en consecuencia el consumidor buscará las mejores alternativas para él, esto en definitiva, incrementa la competencia y dinamismo empresarial.

Una opción para hacer frente a estos cuatro factores es precisamente buscar estrategias que ayuden al empresario a visualizar un plan estratégico, que lleve a la organización a posiciones más competitivas dentro del bloque económico y / o mercado de enfoque.

La globalización se caracteriza por un dinamismo en los negocios internacionales, y para entender de una forma más clara sus variables nos apoyaremos en el modelo de negocios internacionales propuesto por los Drs. Donald Ball y Wendel Mc. Culloch (Ball, D. y McCulloch, W. 1999a).

Dentro del campo de los negocios internacionales se puede mencionar la existencia de tres tipos genéricos de empresas: 1) Empresas de mercados domésticos, 2) Empresas globales, y 3) Empresas internacionales. Cada una de estas responde al mercado con estrategias plenamente identificadas.

### 1) Empresa de mercado doméstico

- Son aquellas empresas que tienen filiales en otros países y cada una de éstas opera bajo el nombre del corporativo o de la empresa matriz, sin embargo define su propia estrategia basándose en las diferencias de mercado que encuentra.

### 2) Empresas globales

- Este tipo de empresas son aquellas organizaciones que integran sus operaciones de una forma estandarizada, en los países donde tienen presencia, es decir, ofrecen un mismo producto para el mercado global.

### 3) Empresas internacionales

- Las empresas internacionales son aquellas organizaciones que integran sus operaciones tanto de forma doméstica como de forma global.

Los tres tipos de negocios internacionales son presentados como una respuesta ante el fenómeno de la globalización que acorde a los investigadores Donald Ball y Wendel Mc.Culloch (Ball, D. y McCulloch, W. 1999b), indican que las fuerzas que guían el fenómeno de la globalización son: fuerzas políticas, fuerzas tecnológicas, fuerzas de mercado, fuerzas en costos y fuerzas de competencia.

#### Fuerzas políticas

- Existe en la actualidad una tendencia muy marcada por los gobiernos de los países en romper las barreras comerciales que existen entre los países, la necesidad de inversión extranjera en unos casos, en otros la necesidad de crear nuevos mercados para los nacionales, guía a los gobiernos de los países a establecer vínculos comerciales entre estos, siendo la proximidad y la ubicación dos de los factores característicos de la globalización. Un ejemplo de ello es el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, el cual se realizó primeramente por una notoria proximidad al ser países

vecinos, por otra parte la ubicación de los tres países es privilegiada y que entre los tres países se forman corredores naturales de comercio.

#### Fuerzas tecnológicas

- Los avances tecnológicos, tales como: redes de comunicación, vías de acceso por tierra, aire y mar, han hecho que el mundo no sea tan grande como aparenta. Este fenómeno es percibido por los habitantes de cualquier país, y el consumidor llega a notar ciertas diferencias entre los productos que actualmente consume y los productos que se ofrecen en otros mercados de los diferentes países, lo cual, genera un deseo por tener acceso a otros mercados de proveedores. Un ejemplo de esto es la empresa Amazon (Amazon, 2003), la cual vende libros a través del Internet, y en consecuencia, el consumidor tiene acceso a un mercado bibliográfico más amplio.

#### Fuerzas de mercado

- Conforme las empresas inician sus operaciones en diversos mercados, los consumidores se vuelven consumidores globales, basta con revisar las marcas de los artículos que una familia de clase media tiene en su propio hogar, para darnos cuenta de que se consumen productos en muchos casos de procedencia global. Un ejemplo de esta afirmación es la industria electrónica, hoy día prácticamente es difícil encontrar un artículo electrónico que haya sido ensamblado en el Continente Americano, lo más normal sería encontrar que su procedencia es del mercado Asiático.

#### Fuerzas en costos

- El factor crítico de esta fuerza radica en las economías de escala, las cuales son usadas por las empresas para identificar la mejor oportunidad estratégica, para producir y comercializar sus productos al menor costo posible.

- En México se identifican programas de apoyo a la inversión extranjera, por ejemplo el programa PITEX o el programa Maquila (Secretaría de Economía, 2003), los cuales enumeran beneficios económicos para las empresas internacionales para poder establecer sus operaciones en el territorio nacional, generando así un flujo continuo de divisas extranjeras, a la vez de promover fuentes de empleo, entre otros aspectos positivos para la economía nacional.

#### Fuerzas de competencia

- Los mercados, al encontrarse expuestos a fuerzas exógenas, proporcionan de manera natural una movilización de productos, empresas y fuerza laboral, entre otras. Este tipo de manifestaciones es conocido como fuerzas resultantes de la competencia.

### **3.2 Estrategias de competencia**

Las estrategias de competencia constituyen los planes estratégicos generales que formulan las organizaciones para hacer frente a la competencia, dentro de un entorno globalizado caracterizado por el dinamismo de los negocios internacionales.

El Dr. Porter (Porter, 1994), propone un modelo de tres estrategias genéricas de competencia, las cuáles se ofrecen como un camino a seguir ante la dinámica empresarial: 1) Liderazgo en costo, 2) Diferenciación, 3) Segmentación.

#### Estrategia de liderazgo en costo.

- La organización que mantiene una estructura de costos más esbelta le resulta más económico producir, esto quiere decir: que bajo un entorno competido la empresa que pueda lograr disminuir sus costos de producción (y en términos generales los costos de operación), podrá tener una mayor

potencialidad de competir con costos bajos, debido a la productividad en sus operaciones.

Estrategia de diferenciación.

- La estrategia de diferenciación es un enfoque que las empresas pueden implementar, cuando requieren de un plan estratégico que responda a las presiones competitivas que reciben. La estrategia de diferenciación consiste en proporcionar valor agregado superior al de los competidores, y como resultado se logrará ser la opción más atractiva a la vista de los consumidores actuales y potenciales.

Estrategia de atención a un segmento en específico.

- Cuando la empresa considera que algunos segmentos de mercado están sumamente competidos (por ejemplo: la industria automotriz o bien la industria de alimentos primarios), la empresa realiza un estudio de exploración del mercado con el objetivo de identificar necesidades específicas de los diferentes segmentos de mercado, para los cuáles ofrece satisfactores definidos para ese segmento en particular, por lo tanto no encontrará alta competencia y su posicionamiento resultara menos difícil.

La dirección de la empresa define cuál de las estrategias le conviene en relación a su situación en lo particular. La administración de operaciones por su parte, puede identificársele como una de las herramientas que podrán ayudar a conseguir las metas establecidas e impactar en la estrategia de competencia seleccionada.

### **3.3 Sistema de competencia**

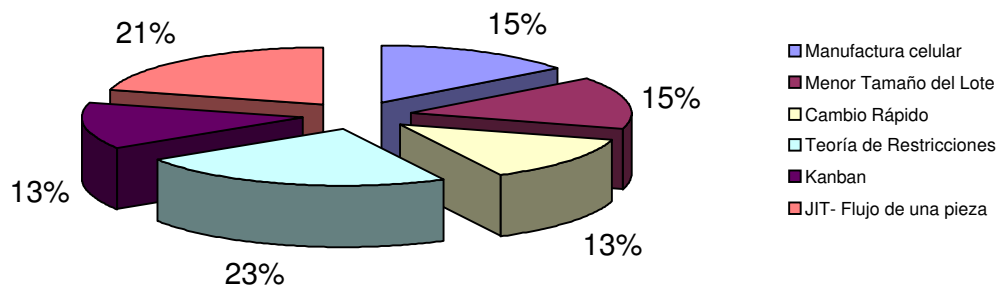
En el año del 2001, la revista Norte Americana Industry Week (IW, 2003), realizó un censo entre las empresas que conforman el Tratado de Libre Comercio de Norte América: Estados Unidos, México y Canadá.

La encuesta proporciona datos estadísticos con respecto a las mejores prácticas competitivas que las empresas utilizan, para incrementar la productividad bajo la estrategia genérica de competencia de liderazgo en costo.

La encuesta fue enviada a 28,000 suscriptores de la revista que en colaboración con la revista de Manufactura (Serrano, 2001) en México y apoyados por la firma de consultoría Price Water House Coopers (PWC, 2003). La encuesta se llevó a cabo utilizando un intervalo de confianza del 95 % para realizar todas sus estimaciones. Los resultados de la encuesta de muestran en las siguientes figuras (véase las figuras No. 3-VI a VIII).

Figura 3–VI. Manufactura de clase mundial.

### Prácticas de Manufactura: EEUU



En la gráfica anterior se muestran las herramientas de productividad que son usadas con mayor frecuencia en los Estados Unidos de Norteamérica: 1) Teoría de restricciones con un 23 %, y 2) Justo a tiempo con un 21 %.

En la gráfica siguiente se muestran las herramientas de productividad que son usadas con mayor frecuencia en Canadá: 1) Justo a tiempo con un 23 %, y 2) Cambio rápido de herramientas con un 18 %.

Figura 3–VII. Manufactura de clase mundial.

### Prácticas de Manufactura: Canadá

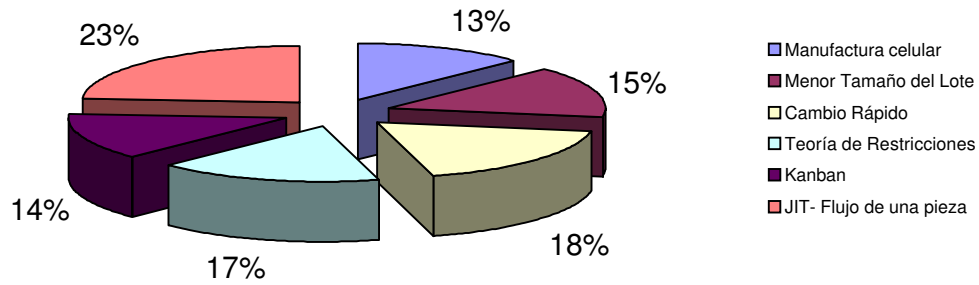
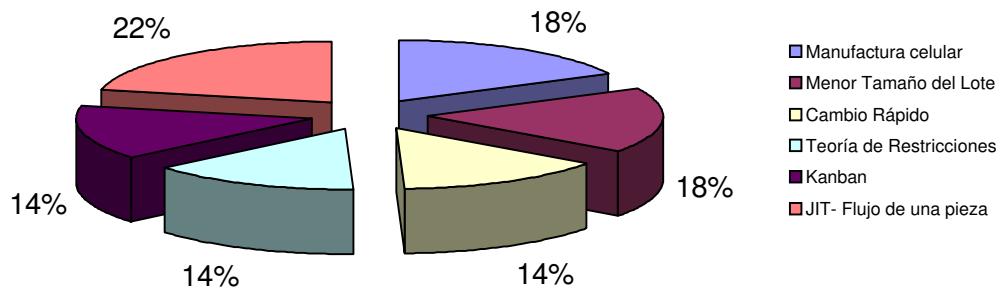


Figura 3–VIII. Manufactura de clase mundial.

### Prácticas de Manufactura: México



En la gráfica anterior se muestran las herramientas de productividad que son usadas con mayor frecuencia en México: 1) Justo a tiempo con un 22 %, 2) Manufactura celular con un 18 %, y 3) Kanban con un 18 %.

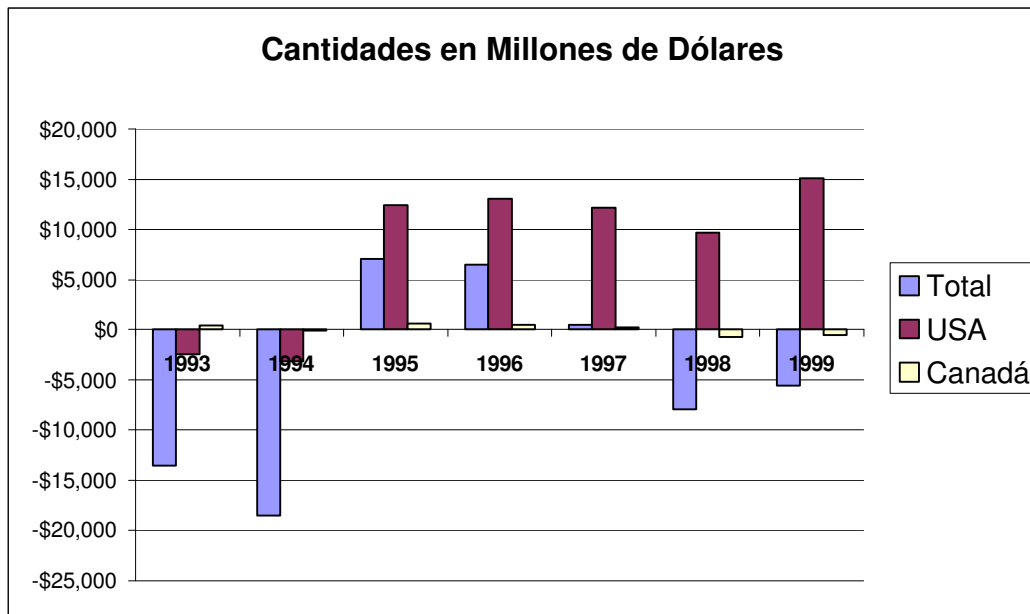
Es importante destacar que cada una de las herramientas presentadas en el estudio, responden a la estrategia genérica de competencia de liderazgo en costo.

Los tres países convergen en el uso de la herramienta justo a tiempo, una posible explicación ante este efecto puede ser los beneficios que ofrece el uso de esta herramienta: 1) Disminución de inventarios, y 2) La edificación de un sistema de suministro, y 3) Producción justo en la cantidad requerida y entregada a los clientes en la fecha acordada.

### 3.4 Indicadores de competitividad

La competitividad de un país puede verse reflejada en el comportamiento de algunos indicadores macroeconómicos, tales como: 1) Balanza comercial, 2) Valor agregado por persona, 3) Productividad laboral, y 4) Costo de la mano de obra. En este sentido, de acuerdo a la información proporcionada por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México) se puede establecer un marco comparativo para evidenciar la situación competitiva de México en relación a sus socios comerciales de Norteamérica (*véase las figuras No. 3-IX a XIV*).

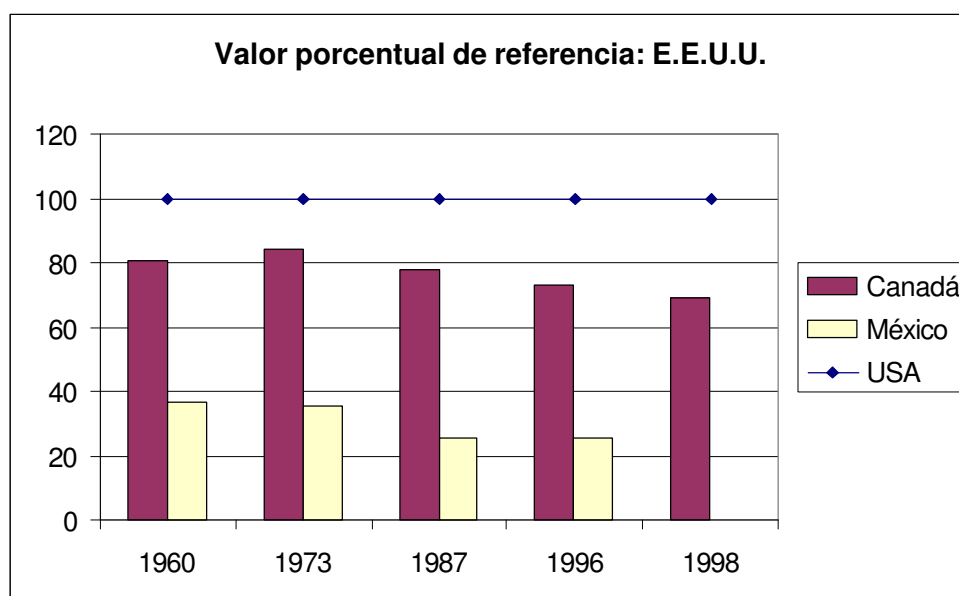
Figura 3–IX. Balanza comercial de México.





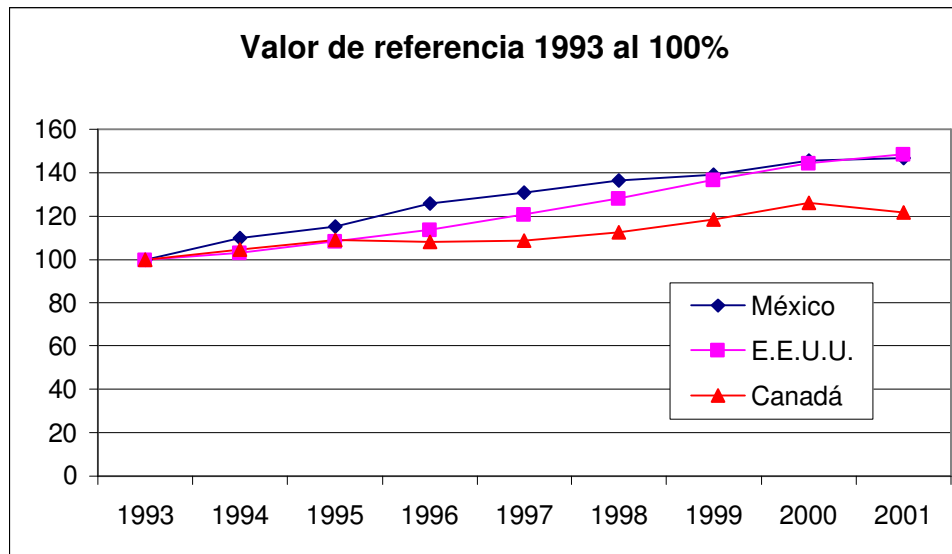
En la gráfica anterior (*véase la figura No. 3-IX*) se logra ver que la balanza comercial de México ha tenido un comportamiento desfavorable, en los años 1993 a 1994, así como de 1998 a 1999 la balanza reporta cantidades negativas, mientras que de 1995 a 1997 la balanza comercial presenta una tendencia positiva.

Figura 3–X. Valor agregado por persona.



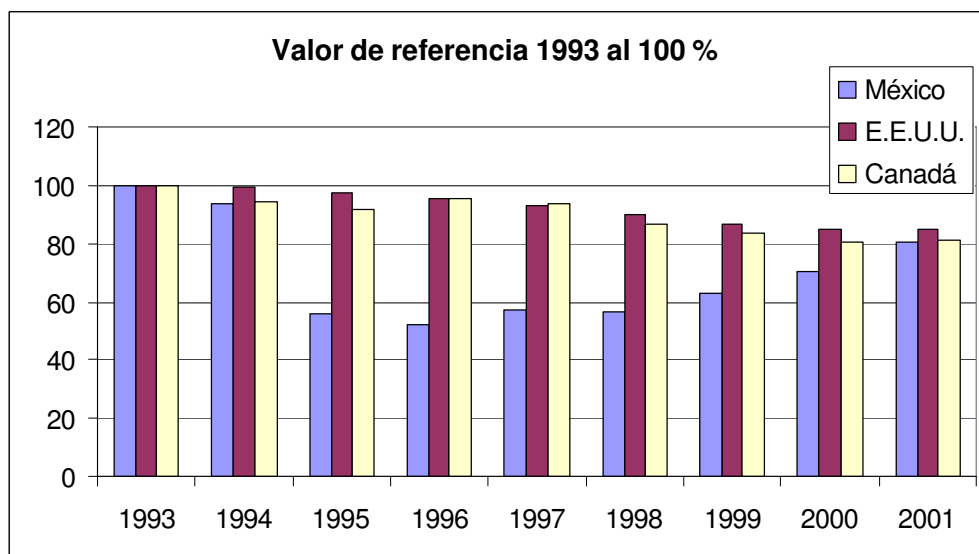
En la gráfica anterior (*véase la figura No. 3-X*) se muestra el valor de Estados Unidos de Norte América como el valor de referencia al 100 %. Teniendo esta base como referencia se logra apreciar que el valor agregado por persona empleada tanto en México como en Canadá ha venido en decremento.

Figura 3–XI. Productividad laboral.



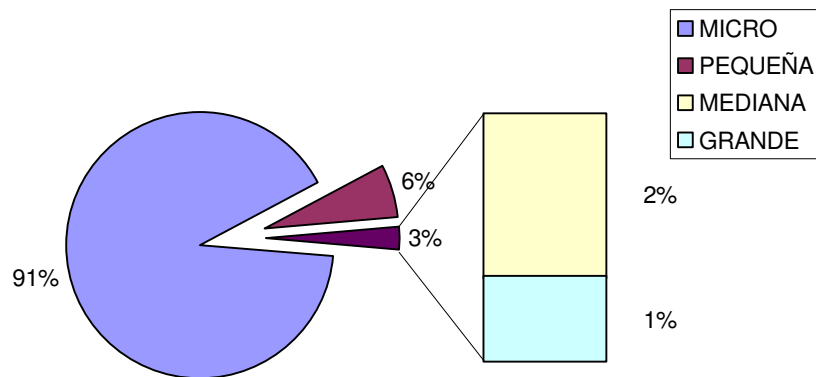
La gráfica anterior (*véase la figura No. 3-XI*) muestra la productividad laboral, es decir, la cantidad de productos y servicios que son producidos por cantidad de personas. Se logra identificar que en los tres países existe un incremento de productividad sostenido desde 1993, sin embargo, la velocidad de incremento de México es mayor en comparación al país canadiense.

Figura 3–XII. Costos de mano de obra.



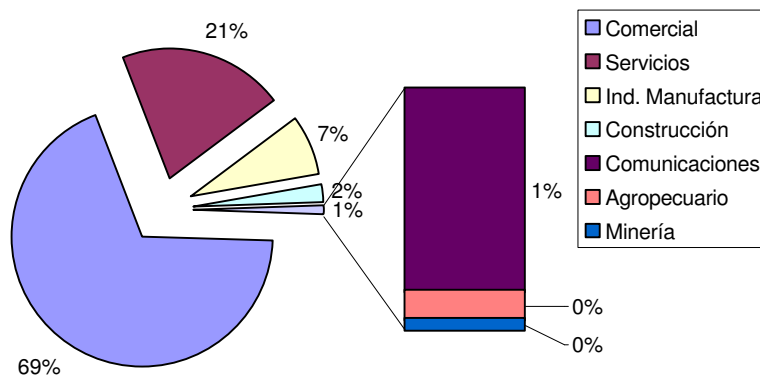
En la gráfica anterior (véase la figura No. 3-XII) se muestran los costos de la mano de obra, se puede apreciar que los costos de la mano de obra de Canadá y de Estados Unidos van en decremento desde 1993, sin embargo, el costo de la mano de obra en México ha aumentado, y prácticamente en el año de 2001 los costos de la mano de obra son equiparables a los de Estados Unidos y México.

Figura 3–XIII. Empresas mexicanas divididas por tamaño.



En la gráfica anterior (véase la figura No. 3 -XIII) se identifica la composición industrial mexicana segmentado por tamaño de empresa, se identifica que el 91 % de las empresas mexicanas corresponden a la categoría de microempresas.

Figura 3–XIV. Empresas mexicanas divididas por giro.



En la gráfica anterior (*véase la figura No. 3 -XIV*) se identifica la composición industrial mexicana segmentado por giro industrial, se identifica que el 69 % de las empresas mexicanas corresponden a la categoría del giro comercial.

### **3.5 Conclusiones**

En el presente capítulo se han presentado los siguientes temas: 1) Negocios internacionales, 2) Estrategias de competencia, 3) Sistema de competencia, e 4) Indicadores de productividad.

En el campo de los negocios internacionales podemos concluir que los países han formado asociaciones internacionales para aumentar el flujo comercial, y a la fecha existen más de 180 acuerdos comerciales, entre los cuáles, México tiene una especial participación en el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica.

Los negocios internacionales están caracterizados por un ambiente globalizado, el cuál presenta las siguientes variables: 1) Proximidad, 2) Ubicación, y 3) Actitud.

Las empresas que decidan afrontar el reto globalizado, deberán definir acciones claras en su planeación estratégica para lograr el liderazgo en costo, de forma tal que le lleven a la mejora de la posición competitiva.

En un estudio realizado por la firma Industry Week presenta que las herramientas de productividad que son usadas con mayor frecuencia en México son: 1) Justo a tiempo, 2) Manufactura celular, y 3) Kanban.

Los principales indicadores de productividad de México, son ofrecidos por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), entre los cuáles destacan: 1) Productividad de la mano de obra, 2) Costo de la Mano de obra, y 3) Balanza comercial.

La productividad y el costo de la mano de obra mexicana se encuentran muy competitivos dentro de la zona del tratado de libre comercio, sin embargo, la balanza comercial no presenta un comportamiento favorable. Estos indicadores

macroeconómicos afectan la situación competitiva de las empresas, debido a que estos parámetros representan el marco de acción de la fuerza industrial. La empresa por su parte deberá analizar cada uno de estos indicadores y definir un plan de acción para enfrentar la situación de competencia.

### 3.6 Referencias Bibliográficas

En el presente apartado se listarán las referencias bibliográficas ordenadas conforme se utilizaron en el capítulo.

- Amazon. Consultado en Agosto 2003 en <http://www.amazon.org>.
- Ball, D. y McCulloch, W. (1999). *International Business: The Challenge of Global Competition*. USA: Irwin-McGraw-Hill, pp. 20.
- Industry Week. Consultado en Internet en Agosto 2003 en <http://www.industryweek.com/>.
- Porter, M. (1994). *Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*. México: CECSA, pp. 87.
- Price Water House Coopers. Consultado en Agosto 2003 en <http://www.pwcglobal.com>.
- Secretaría de Economía. Consultado en Agosto 2003 en <http://www.economia.gob.mx/>.
- Serrano, J. (2001). *Manufactura*. 7(70), pp. 76-91.
- Stoner, J., Freeman, E. y Gilbert, D. (1996). *Administración*. México: Prentice Hall, pp.1.
- World Trade Organization. Consultado en Septiembre 2003 en <http://www.wto.org>.

## 4 Manufactura de Clase Mundial

El presente capítulo establece el marco conceptual de manufactura de clase mundial, y los elementos que contiene, tales como: justo a tiempo (JIT), calidad total (TQM), teoría de restricciones (TOC), cambio rápido de dados (SMED), cadena de suministro (SCM), y mantenimiento de la productividad total (TPM). Al final del capítulo se presentará un cuadro comparativo de los beneficios, usos y aplicaciones de cada una de las herramientas de clase mundial mencionadas.

### 4.1 Principios de manufactura de clase mundial

La manufactura de clase mundial es un concepto que se encuentra dentro de la teoría de la administración de operaciones, siendo el principal precursor el Dr. Hill (Hill, T. 1994).

Las operaciones de manufactura, entendidas como los procesos de transformación de productos, han sido precursoras de los grandes avances tecnológicos para la eficiencia de las operaciones de producción, sin embargo, no sólo las empresas de manufactura se han beneficiado de estas nuevas técnicas de administración, sino que otros sectores tales como el sector servicios y el de alimentos también han sido beneficiados.

La manufactura de clase mundial ha cambiado la forma tradicional de la administración de operaciones, incorporando el elemento de liderazgo en costo dentro del escenario de alta competitividad que se tiene hoy en día ([véase la tabla No. 4-1](#)).

Tabla 4–I. Estrategia de liderazgo en costo.

Estrategia de competencia	Consumidor	Competencia
Liderazgo en costo	Requiere de productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes, en términos de calidad, cantidad, tiempo y costo.	Pasiva
Liderazgo en costo	Requiere de productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes, en términos de calidad, tiempo y costo.	Dinámica

El cambio en la dinámica de mercado desde un ambiente de competencia pasiva a un ambiente dinámico, trae como consecuencia que las estrategias tradicionales de la administración de operaciones no sean del todo efectivas, por lo tanto, se deberán incorporar nuevas herramientas para una administración de operaciones más efectiva y eficiente.

Un ejemplo clásico es el modelo Ford “T” del Sr. Henry Ford, quién bajo la consigna de ofrecer un automóvil con una mayor rapidez y a un menor costo de fabricación, logró diseñar una línea de ensamble secuencial o en serie, que más tarde se transformaría en producción de tipo celular o de grupo, con ello, logró incorporar la estrategia de liderazgo en costo, ofreciendo vehículos automotores que se caracterizaban por una mayor calidad, menor tiempo de respuesta y menor costo.

La manufactura de clase mundial, ha venido a revolucionar la forma en la cual se administra la operación de la cadena productiva; podemos resumir en tres características fundamentales de tendencia de manufactura avanzada: 1) Hacer las cosas de una mejor forma, 2) Hacer las cosas de una forma más eficiente, y 3) Hacer las cosas de una manera más ágil.

Hacer las cosas de una forma mejor.

- Un ejemplo es el uso de programas de diseño por computadoras, tales como: CAD (diseño asistido por computadora), CAM (manufactura asistida por computadora), y CIM (manufactura integrada por computadora), los cuales han sido vitales en el mejoramiento del diseño de los productos.

Hacer las cosas de una forma más económica.

- Al resultarle más económico o eficiente producir a la empresa podrá estar en una mejor posición de competencia, por lo tanto, los costos y gastos de producción disminuirán. El uso de herramientas de clase mundial enfocadas al liderazgo en costo tendrán una importancia vital en este apartado.

Hacer las cosas de una manera más ágil.

- La manufactura ágil puede entenderse como flexibilidad, rapidez, velocidad de operación, etc. Algunas de las herramientas usadas para este fin, pueden ser: teoría de restricciones, cambio rápido de datos, manufactura esbelta, entre otros.



## **4.2 Herramientas de clase mundial**

La aplicación de la manufactura de clase mundial se realiza a través de la implantación de diversas técnicas de administración (denominadas herramientas de clase mundial), las cuales tienen por objetivo el reducir o eliminar los sobre costos en el sistema de manufactura o de operación de la organización.

Dentro del sistema de manufactura de las empresas podemos identificar seis tipos de sobre costos típicos (Shingo, S. 1990) a saber:

Sobre costo en el manejo de materiales.

- Este tipo de sobre costo de producción está relacionado con la cantidad de tiempo involucrado en el manejo de materiales, desde el recibo de materiales, surtimiento de materiales a la línea de producción, hasta el producto final.

Sobre costo en el almacenamiento

- Este tipo de sobre costo se encuentra específicamente en el proceso de planeación de requerimientos de materiales, donde se definen las siguientes variables: cantidad a ordenar, inventarios de seguridad, vueltas de inventario y valor del inventario. Cada una de estas variables repercute directamente en costo financiero al mantener el inventario.

Sobre costo en el cambio de dados

- La empresa recibe diferentes órdenes de producción cada una con sus propias características, para ello, el programador de la producción deberá planear el uso de la maquinaria y la secuencia entre las diferentes órdenes de producción.

- El tiempo de cambio entre una orden de producción y otra se denomina tiempo de cambio de datos o tiempo de preparación, en el cual, el sistema no se encuentra produciendo por lo tanto es un sobre costo.

#### Sobre costo en la calidad

- La eficiencia de operación de un sistema de manufactura tiene varios indicadores, a saber: velocidad de la línea, disponibilidad del equipo y calidad a la primera vez. El tener defectos ocasiona serios problemas en el sistema de operación, por ejemplo: disminución de la eficiencia del sistema, recuperación de productos, tiempo extra o un mayor inventario de seguridad.

#### Sobre costo en el balanceo de las líneas

- Las líneas de producción están compuestas por diferentes arreglos de maquinaria, las cuáles al no estar correctamente sincronizadas a la misma velocidad de producción, ocasionarán inventarios en proceso: tanto de uso temporal o de uso posterior. La falta de balanceo en las velocidades de producción trae como consecuencia sobre costos de inventario.

La manufactura de clase mundial a través de la implementación de diferentes herramientas de productividad, busca la eliminación de los sobre costos ([véase la tabla No.4-II](#)).

Tabla 4–II. Evolución de la administración de operaciones.

Sobre costo en el sistema de operación	Herramienta de clase mundial	Principal beneficio
Excesivos tiempo de manejo de materiales	Justo a tiempo	Reducción de inventarios
Productos con defectos	Calidad total	Reducción de defectos
Tiempos muertos por el cambio de órdenes de trabajo en la secuenciación de producción	Cambio rápido de dados	Reducción de los tiempos de preparación
Velocidad de producción no balanceada en las diferentes estaciones de trabajo	Teoría de restricciones	Sincronización de las diferentes estaciones de trabajo
Disponibilidad de los equipos	Mantenimiento de la productividad total	Aumento de la disponibilidad de equipos
Problemas de calidad, entregas y servicio con proveedores	Cadena de proveedores	Mayor confiabilidad en los proveedores

#### 4.2.1 Justo a tiempo

Los antecedentes del JIT provienen de dos sucesos históricos importantes en la industrial automotriz, por una parte se encuentra el Sr. Henry Ford, que lograría recortar el precio de venta del auto Ford "T" debido a la reducción del tiempo de ciclo total a través del uso de un sistema de manufactura en serie, por otra parte, Taichii Ohno y Shigeo Shingo (Shingo, S. 1990), ejecutivos de la empresa Toyota, acuñaron propiamente el término de Justo a tiempo, que consiste en una herramienta de reducción y eliminación de desperdicios.

El concepto del sistema justo a tiempo, ha venido a revolucionar las técnicas de administración de las operaciones, debido a que esta técnica tiene su principal objetivo en la producción de la cantidad exacta de productos y servicios que son requeridos, en el momento adecuado en el cual se necesitan. El impacto principal del sistema justo a tiempo radica en una disminución drástica de inventario en proceso, a la par de la reducción del tiempo de ciclo total de producción, logrando ofrecer productos acordes a los pedidos.

El sistema justo a tiempo impacta a todas las actividades de la organización, a saber: compras, producción, mantenimiento, ingeniería y manufactura, finanzas, control de producción, servicio a clientes, etc.

El sistema justo a tiempo, es una herramienta que pone a punto el sistema de producción, en otras palabras, reduce dramáticamente el tiempo de respuesta del tiempo total de manufactura o servicio y por otra parte lo hace al menor costo, esto equivale a mayor rentabilidad.

En la siguiente tabla ([véase la tabla No. 4-III](#)) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta justo a tiempo.

Tabla 4–III. Justo a tiempo.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Producir la cantidad exacta de productos y servicios que son requeridos, en el momento adecuado en el cual se necesitan.	Sistema de suministro de materiales.  Sistema de suministro de producto terminado.	Sistema de manufactura.	Reducción de inventarios.	Valor de inventario.  Vueltas de inventario.  Entregas a tiempo.

#### 4.2.2 Calidad Total

La calidad fue conocida como una filosofía de administración a finales de la década de los sesenta, sin embargo, las herramientas de calidad no iniciaron en esos años, ya que desde los inicios del siglo XX, ya se usaban ciertos principios de calidad. A continuación presentaremos un resumen histórico de los principales enfoques de calidad (*véase la tabla No.4-IV*).

Tabla 4–IV. Evolución en calidad.

Etapas	Concepto de calidad	Elemento principal
Inspección.	Revisión de productos para separar los buenos de los malos.	Auditorías de calidad.

Etapa	Concepto de calidad	Elemento principal
Control de calidad.	Aplicación de técnicas estadísticas para muestrear.	Ingeniería de calidad.
Calidad en el servicio.	Implementación de conceptos de gerencia enfocada al servicio.	La voz del cliente.
Garantía de calidad.	Ponderación de la calidad en los diferentes tipos de productos, como alimentos.	Sistemas de aseguramiento de calidad: HACCP (análisis de riesgos y puntos críticos de control).
Administración de la calidad.	Filosofías y principios para administrar la calidad en las empresas públicas y privadas.	Administración de la calidad total y control total de calidad.
Aseguramiento de la calidad.	Constitución de los elementos mínimos para edificar un sistema de calidad institucional efectivo.	Normas internacionales de aseguramiento de la calidad, a través de los estándares de calidad ISO 9000.

Etapa	Concepto de calidad	Elemento principal
Metodologías de mejoramiento continuo.	Aplicación de diferentes técnicas para reducir costos de operación, con el objetivo de incrementar la eficiencia del sistema de operación.	Seis sigma, Kaizen, Planes de mejoramiento continuo, costos de calidad, etc.
Calidad ambiental	La preservación del medio ambiente como una vía para el desarrollo sustentable.	Normas internacionales de aseguramiento de la calidad, a través de los estándares de calidad ISO 14001.

### Inspección

- La inspección fue la técnica de selección de productos buenos de los defectuosos, este enfoque, era altamente costoso, debido a que toda la producción debía pasar por estaciones de selección, sorteo y verificación.

### Muestreo

- Con la llegada de la segunda guerra mundial llegó también la necesidad de producir más y mejor, hecho por el cual, la inspección 100 % de los productos no era lo más adecuado, debido a que incrementaba el tiempo de ciclo y los costos de producción, para ello, se desarrollaron procedimientos de muestreo que lograrían eficientizar los métodos de selección de productos.

### Calidad en el servicio

- Al término de la segunda guerra mundial se inició una era de recuperación, y emergieron algunos conceptos, tales como: la voz del cliente, calidad en el servicio, satisfacción del cliente. Estos nuevos conceptos estaban orientados a escuchar la voz del cliente y satisfacerlo, era común escuchar lemas como: satisfacción total y superación de expectativas, entre otros.

### Garantía de calidad

- El concepto de garantía de calidad está relacionado con el grado de riesgo involucrado en caso de falla, que tiene un producto o un servicio cuando es ofrecido al cliente, para esto, se desarrollaron algunas herramientas, tales como: planeación de la calidad, análisis de modo y efecto de falla y plan de control, entre otras. El principal beneficio de esta etapa de la calidad fue la determinación de puntos de control y mejoramiento, para ofrecer un producto y/o servicio más seguro al consumidor.

### Administración de la calidad

- El principal objetivo de esta etapa, fue introducir el concepto de la calidad en los procesos administrativos y definir la filosofía de la empresa (visión, misión y valores y políticas) en términos el compromiso de la organización en la satisfacción de los clientes.

### Aseguramiento de la calidad

- El aseguramiento de la calidad surgió a finales de la década de los ochenta, al publicarse de manera oficial la norma ISO 9000 versión 1987. Estas normas fueron el primer intento serio por estandarizar los conceptos de calidad en términos administrativos de procesos y prácticas.



## Metodologías para el mejoramiento de la calidad

- El mantener un sistema de aseguramiento de la calidad fue el principio de la nueva era en materia de calidad, los gerentes de calidad, investigadores y empresarios siempre mantuvieron la misma pregunta: ¿Cómo hacer para mejorar los procesos internos de la organización? y se desarrollaron algunas herramientas, tales como: kaizen (mejora continua), kairyo (mejoras de alto impacto), PMC (planes de mejoramiento continuo), y 6σ (seis sigma), entre otras.

## Calidad ambiental

- En la Comunidad Económica Europea y Norte América, empezaron a emerger conceptos, tales como: desarrollo sustentable, tecnologías limpias, ecoeficiencia. Estos conceptos se incorporarían a la vida diaria de la empresa, a través de un estándar internacional denominado ISO14000.

En la siguiente tabla ([véase la tabla No. 4-V](#)) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta calidad total.

*Tabla 4–V. Calidad total.*

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Ofrecimiento de productos y servicios que satisfagan las expectativas de los clientes.	Productos y servicios.	Sistema de administración de la empresa.	Reducción de costos.  Incremento de la satisfacción de clientes.	Costos de calidad  Satisfacción de clientes

### 4.2.3 Cambio rápido de datos

El mercado actual, demanda productos con un nivel de complejidad cada vez mayor, y ésta estriba en los siguientes conceptos: 1) Lotes pequeños de producción, 2) Menor tiempo de respuesta, y 3) Reducción de costos.

Lotes pequeños de producción

- Los clientes muy raras veces piden grandes cantidades del mismo número de parte, en otras palabras buscan variedad e incluso diversidad.

Menor tiempo de respuesta

- El tiempo total entre la confirmación del pedido hasta la entrega deberá ser cada vez más corta.

Reducción de costos

- Los productores no pueden bajar sus precios bajo un esquema de guerra de precios sin afectar o poner en riesgo la estabilidad de la empresa, por lo tanto deben ofrecer reducciones de precios con base en las reducciones en los costos de operación, esto implica mayor productividad y la búsqueda de hacer productos al nivel más económico posible sin afectar las especificaciones ni estándares de diseño y producción.

La herramienta de productividad cambio rápido de datos (SMED) está enfocada a los primeros dos elementos: lotes pequeños de producción y menor tiempo de respuesta.

La metodología SMED propone una serie de pasos para poder disminuir el tiempo de preparación entre el cambio y secuenciación de diferentes órdenes de trabajo en las diferentes estaciones de procesamiento (*véase la tabla No. 4-VI*).

Tabla 4–VI. Metodología SMED.

Etapa	Descripción
I	Identificar las actividades externas y las actividades internas.
II	Transformar las actividades internas en externas.
III	Optimizar los tiempos de ejecución de las actividades internas remanentes.
IV	Estandarizar la operación.

Como se puede observar en la tabla anterior, la metodología está basada en la identificación de las actividades, tanto internas como externas. Las actividades internas son aquellas que se deben realizar forzosamente cuando la estación de trabajo se encuentra sin funcionar (tiempo muerto), mientras que las actividades externas, son aquellas que se pueden realizar cuando la estación de trabajo está produciendo (tiempo productivo).

En la siguiente tabla ([véase la tabla No. 4-VII](#)) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta cambio de datos.

Tabla 4–VII. Cambio de datos.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Disminuir los tiempos muertos relativos a los cambios y secuenciación de órdenes de trabajo.	Sistema de manufactura.	Estaciones de trabajo.	Reducción de tiempos muertos.	Tiempo de preparación entre cambio de órdenes de trabajo.

#### 4.2.4 Teoría de restricciones

La teoría de restricciones y justo a tiempo tienen mucho en común, de hecho en su filosofía de operación se encuentran muchos elementos comunes, siendo el principal objetivo: la necesidad de maximizar la salida operativa a través de la reducción drástica del tiempo de ciclo.

La teoría de restricciones fue promovida por el Dr. Goldratt (Goldratt, E. 2004), la cuál centra su atención en la restricción mayor del sistema productivo, es decir: la estación de más bajo rendimiento productivo o el proceso más lento, en consecuencia una vez identificado el proceso más lento, se realizan ajustes para incrementar la salida en ese proceso en particular, y así sucesivamente hasta que la velocidad de salida de toda la cadena productiva es incrementada.

La metodología de teoría de restricciones propone una serie de pasos para poder incrementar la eficiencia del sistema de producción (*véase la tabla No. 4-VIII*).

Tabla 4–VIII. Teoría de restricciones.

Etapa	Descripción
I	Identificación de las restricciones del sistema
II	Maximizar la salida en las restricciones tanto como sea posible
III	Balancear la línea de producción a esa restricción
IV	Mejoramiento de cada una de las restricciones
V	Iniciar otra vez el ciclo de mejora continua

La teoría de restricciones es un proceso estructurado de un paso a la vez, enfocándose a la restricción mayor del sistema, es decir: el proceso más lento el cuál marca el ritmo de producción de todo el sistema. Si el sistema de manufactura produce de una forma desbalanceada con respecto a esa restricción, ocasionará sobre costos en relación a los inventarios en proceso que resultarán, en consecuencia pérdida de eficiencia y reducción de la productividad. lo que vamos a hacer es tener inventarios en proceso, desacoplamiento de procesos, y esto, se traduce en sobre costos de producción, que impactan directamente a la utilidad de operación.

En la siguiente tabla ([véase la tabla No. 4-IX](#)) se presenta un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta teoría de restricciones.

Tabla 4–IX. Teoría de restricciones.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Incrementar la eficiencia del sistema de operación.	Sistema de manufactura.	Estaciones de trabajo y centros de procesamiento.	Aumento de la capacidad productiva.	Velocidad de la línea de producción.

#### 4.2.5 Mantenimiento de la productividad total

Las empresas que inician sus esfuerzos en el campo de la manufactura de clase mundial pueden creer que los cambios se realizan a través de un convencimiento masivo de la forma de pensar de la personas a través de un cambio cultural. Sin embargo no es lo único, además de realizar un cambio cultural donde, algunos paradigmas en los que el desperdicio es aceptado (por ejemplo inventarios de producto terminado y sobre producción) deben desaparecer, se deberá realizar un enfoque continuo al mejoramiento de los procesos.

Henry Ford en 1926 escribió: “el desperdicio del tiempo difiere del desperdicio del material, debido a que éste no puede ser recuperado, y es el más difícil de eliminar” (Black, J. 1998).

El mantenimiento de la productividad total es una herramienta fundamentada en tres indicadores: 1) Velocidad de producción, 2) Disponibilidad del equipo, y 3) Calidad, los cuáles establecen la eficiencia total del equipo.

En la siguiente tabla se explica un ejemplo de los tres indicadores del sistema de operación (*véase la tabla No. 4-X*). Los cálculos están basados en un día de producción de 24 horas, los datos presentados son una ejemplificación de cómo se calcula el indicador de eficiencia total.

*Tabla 4-X.Eficiencia total del equipo.*

Disponibilidad de equipos	Velocidad de producción	Calidad	Eficiencia total del equipo
<p>Un día de producción consiste en 24 horas</p> <p>Disponibilidad de equipos = 90 %</p> <p>Horas disponibles = 21.6 horas.</p>	<p>La velocidad promedio de producción considerando tiempos de descanso = 95 %</p> <p>Horas reales de producción descontando las pérdidas de velocidad de producción = 20.52 horas.</p>	<p>Considerando que se tiene un 99 % de calidad.</p> <p>Las horas efectivas de producción son = 20.32 horas.</p>	<p>La eficiencia total del equipo fue de = 84 %</p> <p>Las horas totales a máxima eficiencia fueron = 20.32</p> <p>Total de perdida del sistema = 3.68 horas.</p>

En la tabla anterior se presenta un ejemplo del cálculo del indicador de eficiencia total del equipo. Es importante destacar que para el ejemplo presentado la eficiencia total del equipo es de 84 %, perdiendo 16 % del tiempo total disponible para manufacturar productos.

En la siguiente tabla (*véase la tabla No.4-XI*) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta mantenimiento de la productividad total.

*Tabla 4–XI. Mantenimiento de la productividad total.*

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Incrementar la eficiencia total del equipo.	Sistema de manufactura.	Estaciones de trabajo y centros de procesamiento.	Incremento del tiempo productivo.	Eficiencia total del equipo.  Capacidad de utilización.

#### **4.2.6 Cadena de proveedores**

La administración de la cadena de proveedores es un tema vital para la productividad, ya que el costo de los componentes comprados resulta ser el rubro principal del precio del producto.

La administración de la cadena de proveedores incluye los siguientes componentes: 1) Evaluación de proveedores, y 2) Desarrollo de proveedores.



## Evaluación de proveedores

- El concepto de evaluación de proveedores inició junto con la necesidad de conocer el nivel o grado de confiabilidad de un proveedor, en términos de calidad y tiempos de entrega.
- Típicamente, la escala de evaluación de proveedores consta de tres escaños: proveedor certificado, proveedor aceptable y proveedor en desarrollo.
- El principal objetivo de la evaluación de proveedores es conocer las áreas de oportunidad, las cuáles son detectadas en base a un instrumento de evaluación que indica los requerimientos del cliente.

## Desarrollo de proveedores

- El concepto de desarrollo de proveedores es la consecuencia evidente de la evaluación de proveedores, en otras palabras; El desarrollo de proveedores es el conjunto de actividades que van encaminadas a asegurar que las áreas de oportunidad encontradas en la evaluación son atendidas y resueltas.
- El objetivo del desarrollo de proveedores es lograr que el proveedor tenga las menores áreas de oportunidad, pasando de ser proveedor en desarrollo a proveedor aceptable, posteriormente a ser un proveedor certificado.
- Es común encontrar una función organizacional enfocada al desarrollo de proveedores en la industria automotriz, siendo la principal justificación la necesidad de mantener una base de proveedores certificada en términos de calidad, tiempo de entrega y costo de los productos suministrados.

En la siguiente tabla (*véase la tabla No. 4-XII*) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta cadena de proveedores.

*Tabla 4–XII. Cadena de proveedores.*

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Evaluación y desarrollo de proveedores.	Proveedores de materiales directos e indirectos.	Cadena de suministro.	Incremento en la confiabilidad de los proveedores, en términos de calidad y tiempo de entrega.	Nivel de calidad de los proveedores  Tiempo de respuesta y entregas a tiempo.

### 4.3 Tendencias de clase mundial

La teoría de la manufactura de clase mundial ofrece herramientas para la reducción de los sobre costos de producción, y son especialmente requeridos en el entorno dinámico y de alta competencia.

La manufactura de clase mundial debe ofrecer nuevos enfoques, que estén perfilados no solo a reducir los sobre costos sino a eliminarlos. Un ejemplo de esto puede ser la implementación de mecanismos a prueba de error, los cuáles no van encaminados a reducir los defectos de calidad, sino que están diseñados para tener cero defectos.

La tendencia fundamental de la manufactura de clase mundial es precisamente, la incorporación de nuevos enfoques para la eliminación de los sobre costos de producción, para lograr: 1) Liderazgo en costo, 2) Incremento de la productividad, y 3) Mejor posición competitiva.

#### **4.4 Limitaciones de la manufactura de clase mundial**

La manufactura de clase mundial se encuentra compuesta por herramientas de clase mundial, las cuáles están enfocadas a incrementar la productividad del sistema de operación, sin embargo ¿Qué herramienta de clase mundial se deberá implementar primero? y ¿Cuál después?

Los modelos de manufactura de clase mundial no ofrecen una respuesta concreta, por el contrario, éstos solamente definen las herramientas, sus usos y aplicaciones, pero no ofrecen una guía específica para determinar cuál de las herramientas podrá impactar en la productividad en cada caso.

Como hemos visto, la manufactura de clase mundial consiste en la aplicación de diversas técnicas de administración de la producción, sin embargo, no establece directrices para el trato del factor humano, considerando que el sistema de manufactura es operado por personas, éstas no son tomadas en cuenta.

En resumen, la manufactura de clase mundial tiene dos limitaciones importantes: 1) La selección de las herramientas más apropiadas en relación al impacto con la productividad, y 2) Considerar dentro del modelo de manufactura de clase mundial el factor humano.

## **4.5 Conclusiones**

En el presente capítulo se han presentado seis herramientas de clase mundial: justo a tiempo (JIT), calidad total (TQM), teoría de restricciones (TOC), cambio rápido de datos (SMED), cadena de suministro (SCM), y mantenimiento de la productividad total (TPM). Se han presentado los objetivos, alcances y principales beneficios de cada una de las herramientas.

La manufactura de clase mundial presenta dos limitaciones fundamentales: 1) La selección o identificación de la herramienta de clase mundial que más impacto tiene en la productividad, y 2) La incorporación del factor humano dentro de su teoría.

La manufactura de clase mundial se encuentra situada en el ofrecimiento de herramientas para la reducción de los sobre costos de producción, no obstante, la principal tendencia es la incorporación de nuevos enfoques y herramientas para la eliminación de los sobre costos de producción, con esto lograr: 1) Liderazgo en costo, 2) Incremento de la productividad, y 3) Mejor posición competitiva.

## 4.6 Referencias Bibliográficas

En el presente apartado se listarán las referencias bibliográficas ordenadas conforme se utilizaron en el capítulo.

- Black, J. (1998). *A World Class Production System: Best Manufacturing Practices*. USA: 1998, pp. 12.
- Goldratt Institute. Consultado en Junio 2004 en <http://www.goldratt.com/>.
- Hill, T. (1994). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. USA: Irwin, pp. 18.
- Rubrich, Y. y Watson, M. (2000). *World Class Manufacturing: A Bridge to your Manufacturing Survival*. USA: WCM Associates, pp. 31.
- Shingo, S. (1990). *A Study of the Toyota Production System*. USA: Productivity Press, USA 1990, pp. 69.

## **5 Planteamiento del Problema**

El presente capítulo establece el planteamiento del problema, justificación de la investigación, viabilidad de la investigación, objetivos de investigación, las preguntas de investigación y las hipótesis de investigación. Al final de este capítulo se presenta un resumen de las variables de investigación que se usarán en la investigación de campo.

### **5.1 Planteamiento del problema**

La administración de operaciones se encuentra identificada por dos modelos de pensamiento, los cuales se ubican como el estado del arte.

Cómo se mencionó anteriormente, el modelo de la administración de operaciones del Dr. Jacobs (Chase, R., Aquilano, N. y Jacob, R. 2001) establece que la organización debe identificar una relación entre las siguientes variables: plantas, partes, personas, procesos y planeación y control. Estas variables son el punto de partida de la aplicación de las herramientas de clase mundial, que tienen por objetivo incrementar la productividad de la organización.

Por su parte, el modelo de manufactura de clase mundial del Dr. Terence Hill (Hill, T. 1994) propone que es necesario hacer una interrelación entre la estrategia de manufactura y la estrategia de mercadotecnia. Las herramientas de clase mundial forman parte de la interrelación entre las dos estrategias, proporcionando diferentes mecanismos para elevar la productividad en el sistema de manufactura a fin de cumplir con las expectativas de la estrategia de mercadotecnia.

Los dos modelos de la administración de operaciones identifican que las herramientas de clase mundial son utilizadas dentro del sistema de manufactura, sin embargo, no se identifica una estrategia clara para identificar: 1) El impacto que tiene cada herramienta en la productividad, 2)Cuál de las herramientas

impacta en mayor medida la productividad, y 3) Cuáles herramientas se podrán implementar de manera conjunta para maximizar los efectos en la productividad.

### **5.1.1 Objetivos de investigación**

Los objetivos de investigación son tres y están estructurados de la siguiente forma: objetivo general y objetivos específicos de investigación.

Objetivo general de investigación

- O<sub>1</sub>. Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.

Objetivos específicos de investigación

- O<sub>2</sub>. Identificar las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.
- O<sub>3</sub>. Identificar las herramientas de clase mundial que conjuntamente pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad, con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular.

### **5.1.2 Preguntas de Investigación**

Las preguntas de investigación se encuentran estructuradas de la siguiente forma: pregunta central y preguntas específicas de investigación.

Pregunta central de investigación

- P<sub>1</sub>. ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?

### Preguntas específicas de investigación

- P<sub>2</sub>. ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad?
- P<sub>3</sub>. ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que de manera conjunta pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular?

#### **5.1.3 Justificación de la investigación**

La presente investigación está circunscrita al campo de la administración de operaciones, en específico, al uso de las herramientas de clase mundial, que a continuación se listan: 1) Administración total de calidad (TQM), 2) Cambio rápido de dados (SMED), justo a tiempo (JIT), 3) Teoría de restricciones (TOC), 4) Mantenimiento de la productividad total (TPM), y 5) Cadena de proveedores (SCM).

El uso de las herramientas de clase mundial está enfocado a incrementar la productividad en el sistema de manufactura de las empresas, no obstante, a pesar de existir modelos de administración de operaciones, dónde se explicitan los conceptos de cada herramienta de clase mundial, no se cuantifican el impacto que éstas tienen en la productividad.

La productividad forma parte integrante de la estrategia genérica de competencia de liderazgo en costo, para ello, la organización define a través de la planeación estratégica los objetivos y metas que habrán de cumplirse, sin embargo, no se definen las herramientas de clase mundial que deben implementarse y la programación de la implantación de éstas, a fin de maximizar la productividad con los mínimos recursos asociados.



La propuesta fundamental de la presente investigación, es ofrecer dos aportaciones en el aspecto tanto teórico como práctico respectivamente:

1) Aportación teórica: Se identificará el impacto que cada herramienta de clase mundial tiene en la productividad, así como la selección de la (s) herramientas que tienen un impacto altamente significativo, y por último se identificarán aquellas herramientas que de manera conjunta pueden ser implementadas para maximizar el efecto en la productividad.

2) Aportación práctica: Se ofrecerá los resultados encontrados en esta investigación, para que el empresario utilice estos conocimientos y le ayuden a definir una estrategia de productividad fundamentada en hechos y datos, que le lleve soportar de una mejor manera su planeación estratégica.

#### **5.1.4 Viabilidad de la investigación**

La presente investigación tuvo una duración de cuatro años comprendidos de Enero del 2001 a septiembre del 2004, en los cuáles, el investigador realizó una revisión documental del estado del arte, documentando e integrando un cuerpo teórico de enfoques modales, y se plantearon las hipótesis pertinentes. Posteriormente, se realizó un estudio de campo en el cuál se buscará aceptar o rechazar la hipótesis de investigación.

La investigación tuvo a bien las siguientes etapas en su desarrollo:

- Estudio exhaustivo del tema de investigación, sus variables y la identificación del problema de investigación.
- Revisión a través de seminarios básicos e interdisciplinarios
- Revisiones parciales y finales por un cuerpo académico conformado por los miembros del jurado sinodal.
- Rigor estadístico y metodológico en el diseño de la investigación de campo.

### **5.1.5 Consecuencias de la Investigación**

La investigación rompe con algunos paradigmas establecidos, por ejemplo, cuando se aborda el problema de la falta de productividad y cómo se puede llegar a incrementarla, típicamente no se pone en tela de duda si las herramientas de clase mundial ayudan a la productividad o no, sin embargo hasta este momento no existen estudios que revelen el impacto de la productividad. Por esto, con los resultados de la presente investigación prueba que la aplicación de las herramientas tienen un impacto diferenciado, en otras palabras, existen herramientas que logran una mayor productividad y otras no, esto impactará tanto al campo del conocimiento como al campo práctico de negocios.

## **5.2 Hipótesis**

Las hipótesis están estructuradas en dos apartados: hipótesis de investigación e hipótesis nula. En los siguientes apartados se presentarán las hipótesis de la presente investigación.

### **5.2.1 Hipótesis de investigación**

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.

### **5.2.2 Hipótesis nula**

- $H_1$ : El uso de las herramientas de clase mundial tienen un igual impacto en la productividad.

### **5.2.3 Hipótesis complementarias**

- $H_a$ : Existen herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

- $H_b$ : La aplicación de manera conjunta de algunas de las herramientas de clase mundial pueden maximizar el efecto en la productividad, con respecto al efecto que cada una de ellas pueden tener en lo individual.

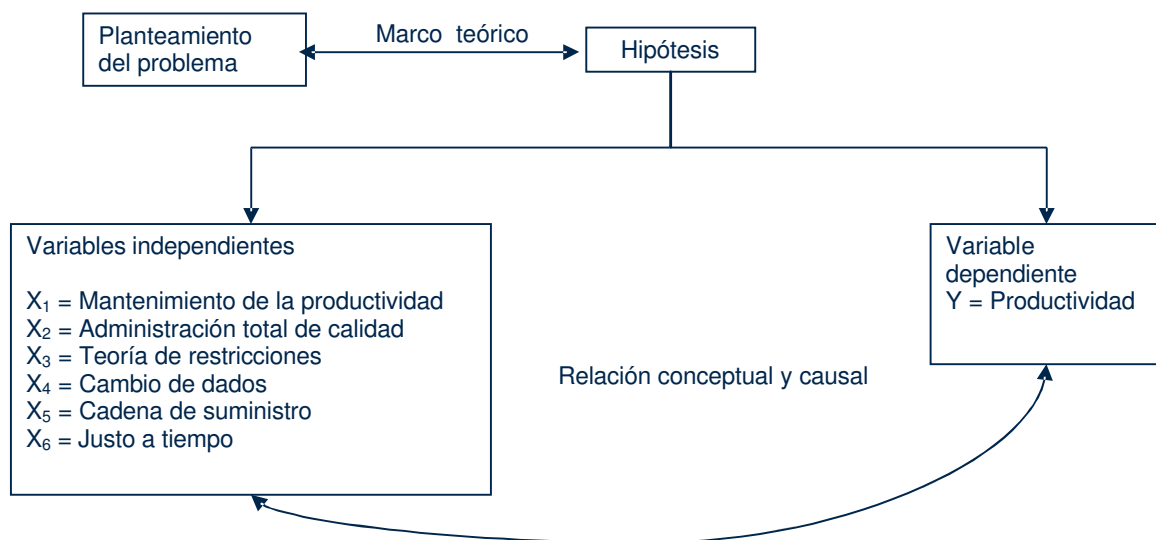
#### **5.2.4 Variables de investigación**

La investigación de campo analizará el efecto que tiene el uso de las herramientas de clase mundial (variables independientes) y su efecto en la productividad (variable dependiente). A continuación de listas las variables independientes y la variable dependiente.

- Variables independientes.
  - $X_1$  = Mantenimiento de la productividad total;
  - $X_2$  = Administración total de calidad;
  - $X_3$  = Teoría de restricciones;
  - $X_4$  = Cambio rápido de de datos;
  - $X_5$  = Cadena de suministro;
  - $X_6$  = Justo a tiempo.
- Variable dependiente.
  - $Y$  = Productividad.

En la siguiente figura (véase la figura No. 5-1) se presenta un esquema conceptual que establece las interrelaciones entre las variables independientes con la variable dependiente.

Figura 5-1. Esquema conceptual de investigación..



### 5.3 Conclusiones

El presente capítulo ha presentado los siguientes temas: 1) Planteamiento del problema, 2) Objetivos de la investigación, 3) Hipótesis de la investigación, y 4) Variables independientes y dependientes de la investigación.

Dentro del planteamiento del problema se han definido los objetivos de investigación, donde el objetivo central de investigación es:

- O<sub>1</sub>. Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.

La pregunta central de investigación es:

- P<sub>1</sub>. ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?

La investigación presenta su hipótesis nula:

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.

La hipótesis nula se puede disgregar en dos variables:

- Variables independientes: el uso de las herramientas de clase mundial.
- Variable dependiente: impacto en la productividad.

En la siguiente tabla (*véase la tabla No. 5-1*), se presenta la relación existente entre el objetivo central de la investigación, el planteamiento del problema, la hipótesis nula y las variables independientes y dependiente.

*Tabla 5-1. Matriz de congruencia.*

Objetivos	Planteamiento del Problema	Hipótesis	Variables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>O_1</math>. Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P_1</math>. ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>H_0</math>: El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables independientes : el uso de las herramientas de clase mundial.</li> <li>• Variable dependiente: impacto en la productividad.</li> </ul>

El siguiente capítulo presentará el diseño de la investigación de campo, el cuál contiene los elementos metodológicos de la investigación, tales como: 1) Diseño del instrumento de investigación de campo, 2) Cálculo de la validez de la encuesta, 3) Determinación del tamaño de la muestra, y 4) Caracterización del la población muestral.

#### **5.4 Referencias Bibliográficas**

Referencias bibliográficas

En el presente apartado se listarán las referencias bibliográficas ordenadas conforme se utilizaron en el capítulo.

- Chase, R., Aquilano , N. y Jacob, R. (2001). *Operations Management for Competitive Advantage*. USA: McGraw-Hill, pp. 7.
- Hill, T. (1994). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. USA: Irwin, pp. 18.

## **6 Diseño de la Investigación de Campo**

El presente capítulo describe la metodología de la investigación de campo, a través de los elementos de investigación: 1) Procedimientos de cálculo, 2) Selección de la muestra, 3) Características de la muestra, y 5) Recolección de datos. Al final del capítulo se presentan las conclusiones respecto a: el tipo de investigación, cálculo del tamaño de la muestra, validez del instrumento de investigación y las características de la muestra.

### **6.1 Procedimientos de cálculo**

La investigación de campo tiene como objetivo identificar el grado de impacto que tiene el uso de las herramientas de clase mundial en la productividad. En este sentido a continuación se exponen los siguientes aspectos de la investigación: 1) El carácter transeccional de la investigación, y 2) Los métodos de comprobación de las hipótesis, los cuales incluyen análisis descriptivos y de correlación causal.

#### **6.1.1 Estudio transeccional**

La investigación es de tipo transeccional debido a que se realiza en un periodo específico de tiempo. Para los fines de esta investigación el intervalo de tiempo considerado será de julio 2003 a enero 2004.

Para realizar el estudio transeccional se definió utilizar el mecanismo de encuesta como instrumento de recolección de datos, así como el uso de la metodología Lickert para traducir los elementos cualitativos de la encuesta en elementos cuantitativos.

La metodología Lickert establece una escala cualitativa que puede ser codificada en una escala cuantitativa, y de esta forma permitirá el poder analizar los datos utilizando la estadística tradicional y no paramétrica.

### **6.1.2 Estudio descriptivo**

Como se mencionó en el capítulo anterior, el planteamiento del problema establece una relación entre las variables independientes, es decir:  $X_1$  = mantenimiento de la productividad total,  $X_2$  = administración total de calidad,  $X_3$  = teoría de restricciones,  $X_4$  = cambio rápido de de datos,  $X_5$  = cadena de suministro, y  $X_6$  = justo a tiempo, y la variable dependiente: productividad.

Para analizar la relación entre estas variables, se procedió a utilizar los métodos de estadística descriptiva para poder analizar cada variable en lo particular.

Los estimadores estadísticos típicos que se utilizaron en este caso fueron: promedio aritmético, desviación estándar, varianza muestral, rango, coeficiente de varianza, sesgo, kurtosis, e intervalos de confianza.

### **6.1.3 Explicación correlacional – causal**

El planteamiento del problema no solamente requiere que se explique el efecto del uso de las herramientas de clase mundial en la productividad; Adicionalmente se requiere explicar el efecto existente en las interrelaciones de aplicación de una o más variables a la vez.

Los estimadores estadísticos típicos que se utilizaron por otra parte, con el propósito de ampliar la explicación correlacional – causal son: 1) Análisis de correlación de Pearson, 2) Análisis de varianza, 3) Regresión multivariada, y 4) Análisis de componentes principales.

## **6.2 Selección de la muestra**

El procedimiento de selección de la muestra se divide en las siguientes etapas: 1) Delimitación de la población bajo estudio, 2) Caracterización de la población y, 3) Cálculo del tamaño de la muestra. En los siguientes apartados se describirá cada uno de estos elementos.



### 6.2.1 Delimitación de la población bajo estudio

Las herramientas de clase mundial pueden ser aplicadas tanto en la industria de de servicios, como en la industria metalmecánica, para la presente investigación se seleccionó exclusivamente al sector de transformación industrial metalmecánica, y dentro de este segmento, se identificó solamente al subgrupo de las medianas y grandes empresas, siendo este subgrupo la población bajo estudio. La razón por la cuál se eligió este segmento industrial fué que en este de forma tradicional se utilizan las herramientas de clase mundial que están bajo estudio.

La población total de empresas en el Área Metropolitana de Monterrey son 736 (véase la tabla No. 6-I), de las cuáles, 326 se encuentran dentro del sector Automotriz e Industrial (Guía Roji, 2003), divididas por tamaño a saber en: 1) Pequeñas, 2) Medianas, y 3) Grandes

Tabla 6-I. Empresas ubicadas en el Área Metropolitana de Monterrey.

Sector industrial	Población										Gran Total
	Apodaca	Garza García	Gral. Escobedo	Guadalupe	Monterrey	Pesquería	San Nicolás	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Villa de García	
<i>Automotriz</i>	4	3	4	2	18		5	2	6		44
<i>Industrial</i>	24	4	6	29	93	1	69	17	37	2	282
Alimentos	3		3	9	34		4	4	2		59
Comercio	2			1	40		3	6	1		53
Construcción	2			1	41		3	9	9	1	66
Editorial				1	4						5
Educación					7		2				9
Farmacéutico					6			2		1	9
Financiero					8			11			19
Servicios	4			3	53		5	29	3		97
Tabacos					1						1
Textil	1	2			6			3			12
Varios	4			6	43		12	8	7		80
<b>Gran Total</b>	44	9	13	52	354	1	103	91	65	4	<b>736</b>

La población bajo estudio corresponde al subgrupo de las empresas medianas y grandes (*véase la tabla No. 6-II*). La cantidad de empresas contenidas en este subgrupo son 124, localizadas en ocho Municipios del Área Metropolitana de Monterrey.

*Tabla 6–II. Población bajo estudio.*

Conteo por sector	Población									
	Tamaño	Apodaca	Garza García	Gral. Escobedo	Guadalupe	Monterrey	San Nicolás	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Gran Total
Automotriz	Grande	2	2	1	1	1	3		1	11
	Mediana	1	1	1		2			3	8
Total Automotriz		3	3	2	1	3	3		4	19
Industrial	Grande	8	2	1	6	11	17	9	5	59
	Mediana	4		2	4	13	17	2	4	46
Total Industrial		12	2	3	10	24	34	11	9	105
Gran Total		15	5	5	11	27	37	11	13	124

### 6.2.2 Caracterización de la población

La población bajo estudio se encuentra dividida en empresas medianas y grandes, esta clasificación se encuentra basada en la cantidad del personal empleado ( Secretaría de Desarrollo Económico, 2003). En la siguiente tabla (*véase la tabla No. 6-III*) se encuentra la clasificación de las empresas de acuerdo a su tamaño.

Tabla 6–III. Clasificación de las empresas por tamaño.

Sector	Clasificación	Personal laborando
Transformación industrial	Micro	1 a 15 empleados
Transformación industrial	Pequeña	16 a 100 empleados
Transformación industrial	Mediana	101 a 250 empleados
Transformación industrial	Grande	Más de 250 empleados

### 6.2.3 Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la población bajo estudio es de 124 empresas, por lo tanto consideremos que la población es grande en congruencia con los cánones metodológicos estadísticos. A continuación (*Véase las ecuaciones No.6-I a IV y tabla 6-IV*) se mostrará el desarrollo matemático para el cálculo de la muestra.

*Ecuación 6–I. Media muestral.*

$$\bar{\chi} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

De donde :

$\bar{\chi}$  = Media muestral;

$x_i$  = Elemento de la muestra;

$n$  = Total de la muestra.

La ecuación anterior (*véase la ecuación No. 6-I*) ilustra la media muestral, ésta es usada para realizar inferencias estadísticas de la muestra respecto a la población.

*Ecuación 6–II. Varianza muestral.*

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{\chi})^2}{n-1}$$

De donde :

$s^2$  = Varianza muestral.

La ecuación anterior (véase la ecuación No. 6-II) ilustra la desviación estándar muestral, ésta será usada para realizar inferencias estadísticas de la muestra respecto a la población.

Tabla 6–IV. Coeficientes de confianza.

$(1-\alpha)$	$\alpha$	$\alpha/2$	$Z_{\alpha/2}$
0.90	0.10	0.050	1.645
<b>0.95</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>1.96</b>
0.98	0.02	0.010	2.33
0.99	0.01	0.005	2.58

La tabla anterior (véase la tabla No. 6-IV) ilustra los coeficientes de confianza sobre la base de una distribución normal estándar  $N[0,1]$ , donde la media se centra en “0” y la desviación estándar equivale a “1”. El intervalo de confianza definido para el cálculo de la muestra es de 95 %, manteniendo un 5 % de error distribuido en ambos extremos de la densidad de distribución.

Ecuación 6–III. Tamaño de la muestra en base a la media poblacional.

Parámetro :  $\mu$

$$\text{Tamaño de la muestra : } \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{B^2}$$

De donde :

$\sigma^2$  = Desviación estándar poblacional;

$B^2$  = Error de estimación;

$z_{\alpha/2}^2$  = Tipificación normal estándar dos colas.

La ecuación anterior (*véase la ecuación No. 6-III*) indica la fórmula para el cálculo de la muestra. Se utilizó el intervalo de confianza de 95 % para asegurar una mayor confiabilidad en el cálculo, sin embargo, el parámetro de la desviación estándar no es conocido. Por lo tanto, se utilizarán las probabilidades “p” y “q” para estimar el valor de la varianza poblacional ( $\sigma$ ).

Los valores “p” y “q” utilizados en la ecuación anterior son 16 % y 84 % respectivamente, estos valores fueron determinados en base a una encuesta que realizó la firma Industry Week (Serrano, J. 2001), con el objetivo de definir la frecuencia de uso de las herramientas de clase mundial en los países del Tratado de Libre Comercio de Norte América.

*Ecuación 6–IV. Cálculo del tamaño muestra.*

$$n = \frac{z_{\alpha/2} \sigma^2}{B^2} = \frac{1.96(\sigma^2)}{(0.10)^2} = \frac{1.96(pq)}{(0.10)^2} = 1.96(0.16 * 0.84) = 26.34.$$

De donde :

$n$  = Tamaño de la muestra;

$p$  = Probabilidad a favor;

$q$  = Probabilidad en contra.

Es conveniente destacar que el tamaño calculado de la muestra es igual a 27 (*véase la ecuación No. 6-IV*), no obstante, para lograr condiciones de normalidad, la muestra se incrementará a 30 elementos, bajo la consideración que al incrementar la muestra el error de estimación disminuye.

### **6.3 Características de la muestra**

El tamaño muestral calculado es de 30 elementos, sin embargo al realizar el procedimiento de entrevistas el número final de los elementos muestrales fué de 43. A continuación se presenta una tabla resumen de los datos generales de la muestra (*véase la tabla No.6-V*).

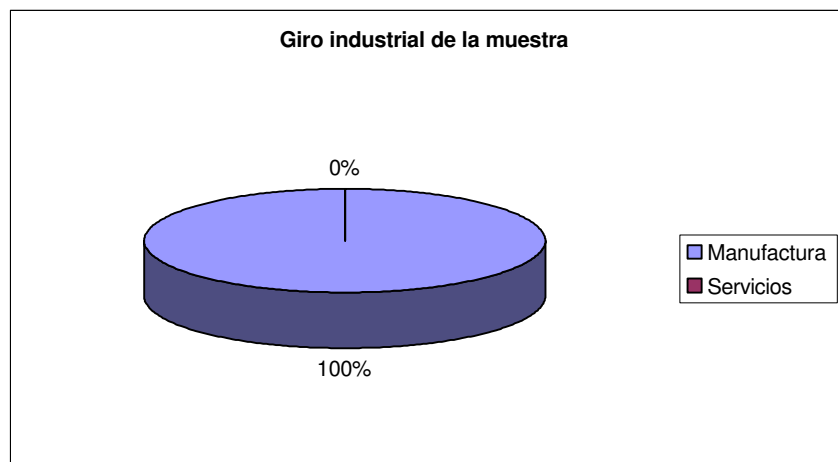
Tabla 6–V. Datos generales de la muestra.

Características de la Muestra	
Categorías	Población Muestral
Cantidad de elementos muestrales	43
Rango	5
Valor mínimo de la escala	1
Valor máximo de la escala	5
Rango total observado	4

Se puede observar en la tabla anterior (*véase la tabla No. 6-V*) que el rango de la escala observado fué de 4, y el valor máximo de la escala es de 5, lo cuál indica que los sujetos tipo, utilizaron toda la escala para contestar cada cuestionamiento. Este efecto indica que el instrumento de recolección de datos es sensible a las respuestas de los sujetos tipo.

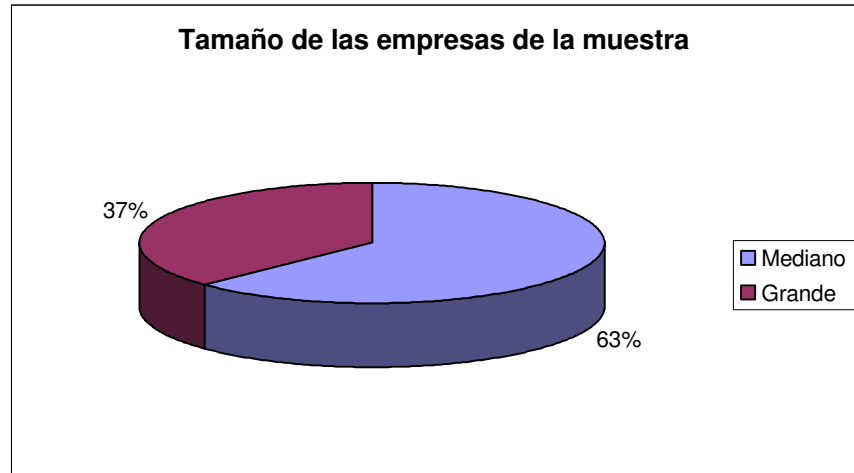
A continuación se presentará de forma gráfica las características de la muestra (*véase las figura No.6-I a III*).

Figura 6–I. Estratificación por giro industrial.



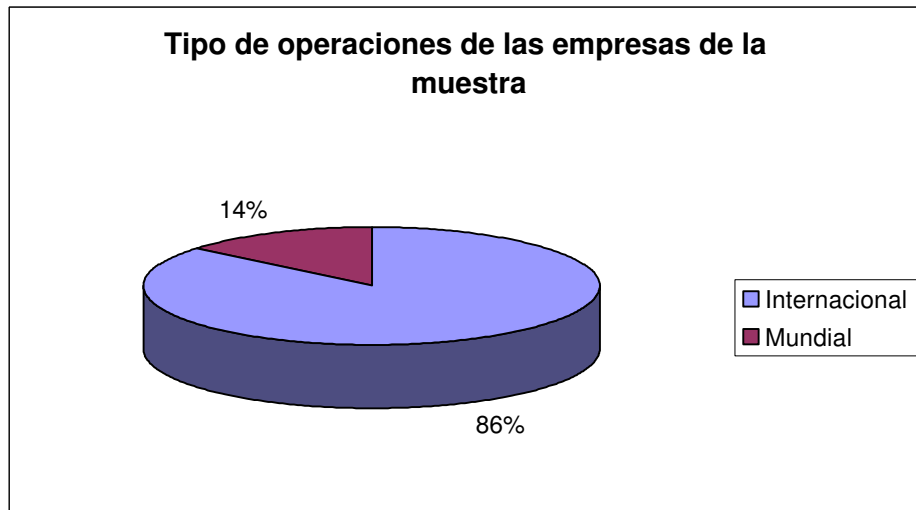
En la figura anterior (*véase la figura No.6-I*) se observa que la totalidad de las personas entrevistadas laboran en empresas del giro industrial manufacturero.

*Figura 6–II. Estratificación por tamaño de las empresas.*



En la figura anterior (*véase la figura No.6-II*) se observa que el 63 % de las empresas encuestadas son de tamaño mediano, mientras que el restante 37 % corresponde a las grandes empresas.

*Figura 6–III. Estratificación por tipo de operación.*



En la figura anterior (*véase la figura No.6-III*) se observa que el 86 % de las empresas encuestadas, mantienen operaciones dentro del continente americano, mientras que el restante 14 % mantiene un intercambio comercial con otros continentes.

#### **6.4 Recolección de datos**

Al principio del capítulo quedó establecido que el instrumento de recolección de datos sería la encuesta, en esta sección se explicarán los elementos utilizados para el diseño y validez del instrumento.


Los elementos fundamentales para la realización de la encuesta son: 1) Propuesta de la encuesta, 2) Validación conceptual de la encuesta, 3) Sujetos tipo, y 4) Cálculo de la validez del instrumento.

##### **6.4.1 Propuesta de la encuesta**

La encuesta es realizada para investigar sobre los cuestionamientos presentados en el planteamiento del problema, a saber: se requiere conocer si la utilización de las herramientas de clase mundial tienen un impacto diferenciado en la productividad, por otra parte, se requiere conocer cuáles de ellas se pueden integrar conjuntamente en un sistema de administración de operaciones para la alineación de esfuerzos hacia la productividad. En la siguiente figura (*véase la figura No.6-IV*) se presenta la propuesta inicial del instrumento de recolección de datos.



Figura 6–IV. Propuesta de encuesta.



Facultad de Contaduría Pública y Administración  
 Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración  
**Encuesta Sobre la Aplicación de Herramientas de Clase Mundial**

**Información General de la Empresa**

Nombre \_\_\_\_\_ Nivel \_\_\_\_\_ Área \_\_\_\_\_  
 Teléfono \_\_\_\_\_ Empresa \_\_\_\_\_ Tamaño \_\_\_\_\_  
 Giro \_\_\_\_\_ Producto principal \_\_\_\_\_ Procedencia \_\_\_\_\_

**Uso y Aplicación de las Herramientas de Clase Mundial**

Existencia o no del Programa		Uso y Aplicación					¿Cuánto ha aumentado la productividad con estos programas?
		No se ha aplicado aún 0%	Hay una iniciativa para implementarse 25%	Hay un programa definido 50%	Liderazgo enfocado al resultado 75%	Ya es un sistema de operación 100%	
TQM (Admón. de la Calidad Total)	X <sub>1</sub>						0%
SCM (Cadena de Proveedores)	X <sub>2</sub>						25%
JIT (Justo a Tiempo)	X <sub>3</sub>						50%
SMED (Cambios Rápidos)	X <sub>4</sub>						75%
TOC (Teoría de restricciones)	X <sub>5</sub>						100%
TPM (Mto.de la Productividad Total)	X <sub>6</sub>						

**Implementación de las Herramientas de Clase Mundial**

En Base a su experiencia ¿Cuál es la secuencia de implementación que resulte en una mayor productividad?		Ordene de Menor a Mayor	<b>ENCUESTA DE MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL</b>
TQM (Admón. de la Calidad Total)	X <sub>7</sub>		
SCM (Cadena de Proveedores)	X <sub>8</sub>		
JIT (Justo a Tiempo)	X <sub>9</sub>		
SMED (Cambios Rápidos)	X <sub>10</sub>		
TOC (Teoría de restricciones)	X <sub>11</sub>		
TPM (Mto.de la Productividad Total)	X <sub>12</sub>		

La encuesta contiene tres secciones: 1) Datos generales: en esta sección se anotan los datos de la persona encuestada, así como, los datos de la empresa. 2) Uso y aplicación de las herramientas de clase mundial: en esta sección se cuestiona respecto al grado de implementación de las herramientas y su impacto en la productividad. 3) Secuencia de implementación de las herramientas: en esta sección se le pide al encuestado que ordene de forma lógica, el uso de las herramientas para su implementación.

#### 6.4.2 Validación conceptual de la encuesta

El proceso de validación conceptual de la encuesta está dividido en tres apartados: 1) Aplicación de la encuesta en sujetos tipo similares, 2) Retroalimentación, y 3) Incorporación de los cambios en una segunda revisión de la encuesta.

El sujeto tipo similar de la encuesta se describe bajo las siguientes características: profesionalista, nivel jefatura y ocupa puestos en las áreas de calidad, producción, logística o ingeniería.

Después de aplicar el instrumento de recolección de datos a los sujetos tipo similares, se lograron tres recomendaciones: 1) Formato vertical en lugar de horizontal, 2) La estructura correlacional de la encuesta es complicada y, 3) Cambiar el tipo de escala.

Las observaciones fueron incluidas en el instrumento de investigación final, incluyendo un cambio de escala, donde originalmente se usaba de tipo gradiente, se cambió a una escala tipo Lickert (*véase la figura No.6-V*).

Figura 6–V. Encuesta final.

**Facultad de Contaduría Pública y Administración**  
 Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración  
 Encuesta Sobre la Aplicación de Herramientas de Clase Mundial

**I. Información General de la Empresa (Marque con una "X" en cada Espacio)**

Empresa _____	Tamaño	<input type="checkbox"/>	0 a 30	Giro	<input type="checkbox"/>	Manufactura
Teléfono _____		<input type="checkbox"/>	31 a 100		<input type="checkbox"/>	Servicios
Producto Principal _____		<input type="checkbox"/>	101 a 500	Operación	<input type="checkbox"/>	Nacional
		<input type="checkbox"/>	+500		<input type="checkbox"/>	Internacional
					<input type="checkbox"/>	Mundial
Contacto _____	Nivel	<input type="checkbox"/>	Supervisión	Área	<input type="checkbox"/>	Calidad
Teléfono _____		<input type="checkbox"/>	Jefatura		<input type="checkbox"/>	Manufactura
		<input type="checkbox"/>	Gerencia		<input type="checkbox"/>	Producción
		<input type="checkbox"/>	Dirección		<input type="checkbox"/>	Ingeniería
					<input type="checkbox"/>	Comercial
					<input type="checkbox"/>	Logística
					<input type="checkbox"/>	Desarrollo Humano

**II. Uso y Aplicación de Herramientas de Manufactura de Clase Mundial**

**Indicaciones** A continuación se listan las herramientas de Clase mundial que tienen un mayor impacto en las organizaciones. En cada caso determine la importancia que su empresa le ha dado a cada programa.

Respuestas	
1	Muy Importante
2	Importante
3	Neutral
4	Poco Importante
5	No Importante

<b>II.1</b>	En su empresa, tienen programas de: <b>Administración de la Calidad Total "TQM: Total Quality Management"</b>	<input type="checkbox"/>
<b>II.2</b>	En su empresa, tienen programas para la <b>Administración de la Cadena de Proveedores "Supply Chain Management"</b>	<input type="checkbox"/>
<b>II.3</b>	En su empresa, tienen programas de: <b>Justo a Tiempo "JIT"</b>	<input type="checkbox"/>
<b>II.4</b>	En su empresa tienen programas para eliminar el tiempo muerto entre cambios de trabajo <b>"SMED", "Single Minute Exchnge of Diece"</b> .	<input type="checkbox"/>
<b>II.5</b>	En su empresa aplican conceptos de <b>Teoría de Restricciones "TOC"</b>	<input type="checkbox"/>
<b>II.6</b>	En su empresa tienen programas para la productividad como: <b>Mantenimiento Productivo Total "TPM"</b> .	<input type="checkbox"/>
<b>II.7</b>	Su empresa ha implementado otra herramienta: _____	<input type="checkbox"/>
<b>II.8</b>	En términos generales la aplicación de estas herramientas en su empresa, cuánto se ha aumentado en la productividad	<input type="checkbox"/>

**II. Desde su punto de vista cuál es el orden lógico de implementación de las herramientas de clase mundial: 1 "la Primera", 2 "la Segunda", así sucesivamente**

<input type="checkbox"/>	TQM (Admón. de la Calidad Total)	<input type="checkbox"/>	SMED (Cambios Rápidos)
<input type="checkbox"/>	SCM (Cadena de Proveedores)	<input type="checkbox"/>	TOC (Teoría de restricciones)
<input type="checkbox"/>	JIT (Justo a Tiempo)	<input type="checkbox"/>	TPM (Mtto.de la Productividad Total)
<input type="checkbox"/>	Otra _____	<input type="checkbox"/>	Otra _____

La encuesta final está compuesta de tres secciones: 1) Datos generales, 2) Impacto en la productividad, y 3) Secuencia de implementación de las herramientas.

1) Datos generales: en esta sección el encuestador pregunta información general de la persona que se entrevista tanto de la empresa, por ejemplo: Nombre de la persona entrevistada y puesto, nombre de la empresa, cantidad de empleados, el nivel de operación, nacional, internacional (continente americano) o mundial (intercambio comercial con otros continentes), giro del negocio y producto principal.

2) Impacto en la productividad: en esta sección se le pide a la persona entrevistada que indique las herramientas de clase mundial que en la empresa se están implementando, además de cuantificar el impacto en la productividad.

3) Secuencia de implementación de las herramientas: en esta sección se le pide al entrevistado que ordene de forma lógica, el uso de las herramientas para su implementación.

### **6.4.3 Sujetos tipo**

El planteamiento del problema contiene preguntas muy específicas, las cuáles habrán de hacerse a las personas correctas. El perfil del sujeto tipo se caracteriza por laborar en la industria Metal Mecánico, ocupando un puesto directamente relacionado con el área de producción de la empresa; Normalmente los puestos que el sujeto tipo ocupa son: Superintendente o Gerencia de calidad, producción, ingeniería o logística. El sujeto tipo cuenta con escolaridad mínima a nivel licenciatura y lleva laborando más de 6 meses en la empresa actual.

Las consideraciones anteriormente mencionadas, tienen la finalidad de estandarizar la aplicación de instrumento de recolección de datos en sujetos tipo similares, esto coadyuvará para la reducción de la dispersión en las respuestas de los encuestados.

#### 6.4.4 Cálculo de la validez del instrumento

El cálculo de la validez del instrumento es la clave principal para determinar si los resultados extraídos de él serán confiables.

Existen diversos procedimientos para el cálculo de la validez de los instrumentos de recolección de datos, entre los principales se pueden señalar: 1) El alfa de Cronbach, y 2) La estandarización de los coeficientes de variación.

##### 6.4.4.1 Alfa de Cronbach

El alfa de Cronbach (Hernandez, R. y Fernández, C. 1998). es un procedimiento estadístico no paramétrico, donde su coeficiente oscila entre  $0 < \text{Alfa} < 1$ , Alfas mayores a 0.80 son consideradas como aceptables. A continuación se presenta la fórmula para el cálculo del coeficiente de Cronbach (*véase la ecuación No.6-V y tabla No. VI y VII*), posteriormente se mostrará el proceso de sustitución y cálculo.

*Ecuación 6–V. Coeficiente de Cronbach.*

$$\alpha = \frac{N\bar{p}}{1 + \bar{p}(N - 1)}$$

De donde :

$\alpha$  = Alfa de Cronbach;

$N$  = Número de Items;

$\bar{p}$  = Promedio de las correlaciones.

$$\bar{p} = \frac{\sum p}{Np}, \text{ De donde :}$$

$p$  = Correlación del item i.

Tabla 6–VI. Matriz de correlación de ítems.

Matriz de correlación de máximos pares Procedimiento usando Rho de Pearson					
	1	2	3	4	5
2	0.394	-	-	-	-
3	0.507	0.58	-	-	-
4	0.553	0.44	0.696	-	-
5	0.469	0.12	0.59	0.592	-
6	0/560	0.75	0.586	0.617	0.29

En la tabla anterior (*véase la tabla No. VI*) se muestran las correlaciones para los pares máximos de los ítems de la encuesta. Puede observarse que existen unos espacios vacíos y repetidos, estos habrán de eliminarse a fin de utilizar exclusivamente las correlaciones naturales entre los pares máximos.

Tabla 6–VII. Cálculo de Alfa de Cronbach.

Sustitución de fórmula	
Promedio de correlaciones	0.5149
N	6
(N-1)	5
Alfa de Cronbach	0.8643
<b>Resultado</b>	<b>Aceptable</b>

El procedimiento del Alfa de Cronbach utiliza el promedio de las correlaciones y resta un grado de libertad al total de ítems de la encuesta. Como se puede observar en la tabla anterior (*véase la tabla No. VII*), el coeficiente Alfa es igual a 0.86, lo cuál se interpreta como aceptable y se considera el instrumento de recolección de datos como confiable.

#### 6.4.4.2 Estandarización de coeficientes de variación

El procedimiento de estandarización de coeficientes de variación, se basa en el método de variación máxima, en el cuál se identifica la variación de cada componente respecto a su media y se compara respecto a los demás ítems.

El instrumento de recolección de datos es considerado como estandarizado siempre y cuando la variación máxima de cada componente respecto a los demás no sea mayor al 20 %. A continuación se presenta la fórmula para el cálculo del coeficiente de variación y el procedimiento de cálculo ocupado para el caso [\(véase la ecuación No.6-VI y tabla No.6-VIII\)](#).

*Ecuación 6–VI. Coeficiente de variación.*

$$CV = S/\bar{X}$$

De donde :

CV = Coeficiente de variación;

S = Desviación estándar muestral;

$\bar{X}$  = Promedio del item i.

*Tabla 6–VIII. Cálculo de coeficientes de variación.*

Coeficientes de variación						
Elemento	1	2	3	4	5	6
Promedio	1.56	1.88	2.26	2.49	2.70	2.09
Desviación estándar	0.93	0.96	1.24	1.28	1.30	1.09
Coeficiente de variación	<b>0.60</b>	<b>0.51</b>	<b>0.55</b>	<b>0.51</b>	<b>0.48</b>	<b>0.52</b>
Variación relativa	<b>15%</b>	<b>8%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>15%</b>
Interpretación	<b>Aceptable</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Aceptable</b>

En la tabla anterior [\(véase la tabla No. V-III\)](#) se muestran los cálculos para cada elemento de la encuesta. Es necesario destacar que la variación máxima del instrumento es de 15 %, lo cual no sobre pasa el límite crítico del 20 %, por lo tanto se considera que el instrumento es aceptable para su uso.

## **6.5 Conclusiones**

El presente capítulo han presentado los siguientes temas: 1) Selección de la muestra, 2) Recolección de datos, y 3) Caracterización de la muestra.

Tipo de investigación: se ha definido que la investigación es transeccional, descriptiva y correlacional – causal. Los métodos de análisis estadísticos acordes a este tipo de investigación serán presentados en el siguiente capítulo.

Cálculo de la población muestral: el cálculo de la muestra utilizó el procedimiento de la desviación estándar poblacional, con la aproximación de las probabilidades “p” y “q”, además de un intervalo de confianza al 95 % y error de estimación menor al 10 %.

Tamaño de la muestra: el tamaño de la muestra fue de 27 empresas, sin embargo, para lograr las mínimas condiciones de normalidad se estableció el número final en 30 elementos muestrales. Al final del periodo de aplicación de la encuesta se lograron 43 elementos muestrales, lo cual, hace que el error de estimación disminuya y la confiabilidad aumente.

Validez del instrumento de investigación: se utilizaron dos procedimientos para el cálculo de la validez del instrumento de recolección de datos: 1) El alfa de Cronbach, y 2) Estandarización de coeficientes de variación. En ambos modelos el resultado del instrumento de recolección de datos fue aceptable, hecho por el cual, la información recabada se considera como válida.

Características de la muestra: los elementos muestrales corresponden en su totalidad al giro de transformación industrial, donde el 14 % de las empresas encuestadas, mantienen operaciones en el ámbito internacional y el 63 % son medianas empresas.



## **6.6 Referencias Bibliográficas**

- Guía Roji. Consultado en Agosto 2003 en <http://www.guiaroji.com>.
- Hernandez, R. y Fernández, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Secretaría de Desarrollo Económico de México. Consultado en Junio 2004 en <http://www.economia.gob.mx/>.
- Serrano, J. (2001). *Manufactura*. 7(70), pp. 76-91.

## **7 Resultados de la Investigación**

El presente capítulo presenta los resultados de la investigación de campo. Las variables de investigación serán analizadas utilizando las siguientes técnicas: 1) Análisis descriptivo, 2) Inferencia estadística, 3) Análisis paramétricos, y 4) Análisis multivariante. Al final del capítulo se presentarán las conclusiones relativas a cada una de las preguntas de investigación.

### **7.1 Análisis descriptivo**

El análisis descriptivo consiste en la realización de una serie de procesos estadísticos, que nos ayudarán a obtener información para corroborar nuestra hipótesis principal y dar solución a los cuestionamientos de la investigación así como la solución de algunos objetivos.

Se presentarán diferentes herramientas estadísticas aplicadas, de acuerdo al siguiente orden: 1) Tabla de distribución de frecuencias, 2) Tabla de distribución de frecuencias acumuladas, 3) Histograma de respuestas, 4) Tabla resumen de medidas de tendencia central, 5) Tabla resumen de medidas de dispersión y, 6) Inferencia estadística.

#### **7.1.1 Codificación de los instrumento de recolección de datos**

El instrumento de recolección de datos está diseñado para que el sujeto de investigación conteste las preguntas en base a una tabla de respuestas dirigidas, las cuáles corresponden al procedimiento Lickert, es decir, el sujeto de investigación responderá cada concepto evaluando en una escala de “1” a “5”.

El procedimiento Lickert consiste en determinar intervalos de escala impares, y cada uno de los intervalos cuantitativos mantienen una correspondencia cualitativa, por ejemplo: Muy importante equivale a 5, importante equivale a 4, así sucesivamente, hasta no importante equivalente a 1 (*véase tabla No. 7-I*).

*Tabla 7-I. Tabla de codificación de respuestas.*

<b>Codificación</b>	<b>Descripción</b>
1	<b>Muy importante</b>
2	<b>Importante</b>
3	<b>Regular</b>
4	<b>Poco Importante</b>
5	<b>No importante</b>

Para los fines de análisis estadísticos, es conveniente codificar las variables bajo estudio, en lo sucesivo, las variables serán identificadas de acuerdo una codificación estándar (*véase tabla No. 7-II*).

Tabla 7–II. Tabla de codificación de variables.

<b>Codificación</b>	<b>Descripción</b>
SCM	<b>Cadena de suministro</b>
TQM	<b>Calidad total</b>
SMED	<b>Cambio de dados</b>
TOC	<b>Teoría de Restricciones</b>
JIT	<b>Justo a tiempo</b>
Yi	<b>Productividad</b>

### 7.1.2 Tabla de distribución de frecuencias absolutas y acumuladas

La distribución de frecuencias absolutas y relativas es un indicador que nos ayuda a visualizar la densidad de distribución para las variables bajo estudio, así como la distribución acumulada.

Las variables bajo estudio presentan diferentes comportamientos en su distribución acumulada, si la distribución acumulada presenta valores entre 80 % - 100% para las codificaciones Lickert “1” a “2” consideraremos que el impacto es altamente significativo. Si los valores acumulados se presentan entre 60 % y 80 %, consideraremos que el impacto en la productividad es significativo, por otra parte, si los valores de la densidad se presentan menores del 60 %, luego entonces, el impacto en la productividad es moderado. En las siguientes tablas (*véase tablas No. 7-III a No. 7-IX*) se presentan los análisis de frecuencias absolutas y acumuladas para cada variable bajo estudio.

Tabla 7–III. Tabla de frecuencias para la variable "SCM".

Variable: Cadena de suministro (SCM)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	28	65%	65%
Importante	2	9	21%	86%
Regular	3	4	9%	95%
Poco Importante	4	1	2%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-III*) se presenta la distribución acumulada de la variable "SCM", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 86 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto altamente significativo en la productividad.

Tabla 7–IV. Tabla de frecuencias para la variable "TQM".

Variable: Calidad total (TQM)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	18	42%	42%
Importante	2	16	37%	79%
Regular	3	5	12%	91%
Poco Importante	4	4	9%	100%
No importante	5	0	0%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-IV*) se presenta la distribución acumulada de la variable "TQM", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 79 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto significativo en la productividad.

Tabla 7–V. Tabla de frecuencias para la variable "JIT".

Variable: Justo a tiempo (JIT)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	16	37%	37%
Importante	2	11	26%	63%
Regular	3	6	14%	77%
Poco Importante	4	9	21%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-V*) se presenta la distribución acumulada de la variable "JIT", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 63 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto significativo en la productividad.

Tabla 7–VI. Tabla de frecuencias para la variable "SMED".

Variable: Cambio de dados (SMED)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	14	33%	33%
Importante	2	8	19%	51%
Regular	3	8	19%	70%
Poco Importante	4	12	28%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-VI*) se presenta la distribución acumulada de la variable "SMED", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante, alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 51 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto moderado en la productividad.

Tabla 7–VII. Tabla de frecuencias para la variable "TOC".

Variable: Teoría de restricciones (TOC)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	8	19%	19%
Importante	2	15	35%	53%
Regular	3	7	16%	70%
Poco Importante	4	8	19%	88%
No importante	5	0	0%	88%
Total		38		

En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-VII*) se presenta la distribución acumulada de la variable "TOC", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 53 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto moderado en la productividad.

Tabla 7–VIII. Tabla de frecuencias para la variable "TPM".

Variable: Mantenimiento de la productividad total (TPM)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	16	37%	37%
Importante	2	13	30%	67%
Regular	3	9	21%	88%
Poco Importante	4	4	9%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-VIII*) se presenta la distribución acumulada de la variable "TPM", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 67 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto significativo en la productividad.

Tabla 7–IX. Tabla de Frecuencias para la variable "Yi".

Variable: Productividad (Yi)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	24	56%	56%
Importante	2	9	21%	77%
Regular	3	10	23%	100%
Poco Importante	4	0	0%	100%
No importante	5	0	0%	100%
Total		43		

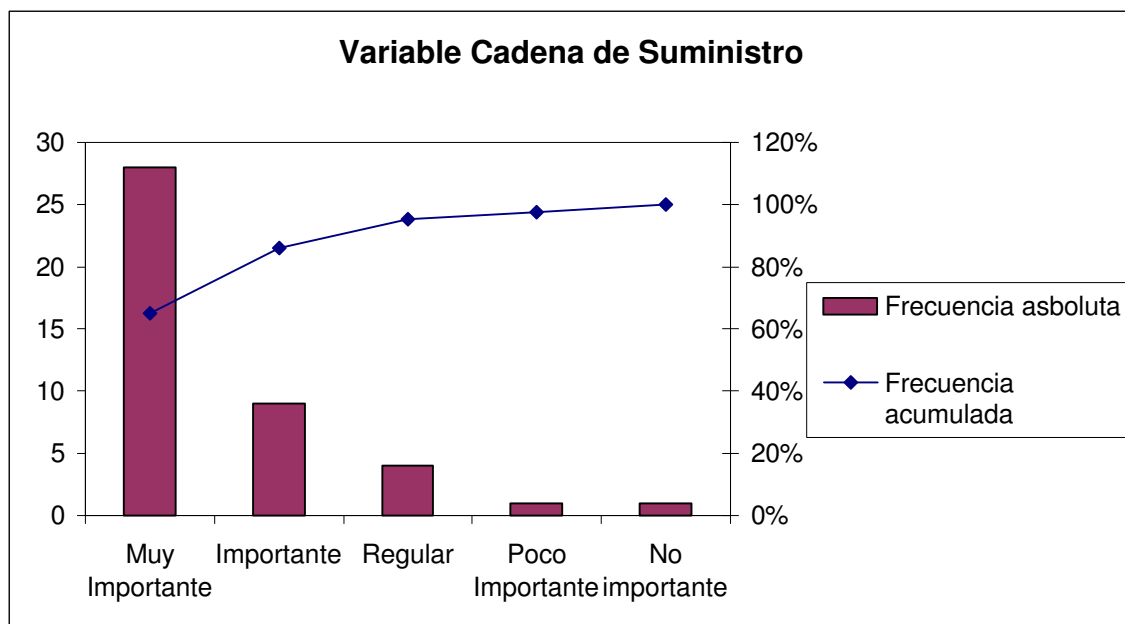
En la tabla anterior (*véase tabla No. 7-IX*) se presenta la distribución acumulada de la variable "Yi", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 53 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de las herramientas de clase mundial tienen un impacto significativo en la productividad.

### 7.1.3 Polígono de frecuencias

La distribución de frecuencias absolutas y relativas es un indicador que nos ayuda a visualizar la densidad de distribución para las variables bajo estudio, así como la distribución acumulada. En las siguientes figuras (*véase las figuras No. 7-III a IX*) se presenta el análisis correspondiente para cada variable bajo estudio.



Figura 7-I. Polígono de frecuencias para la variable "SCM".



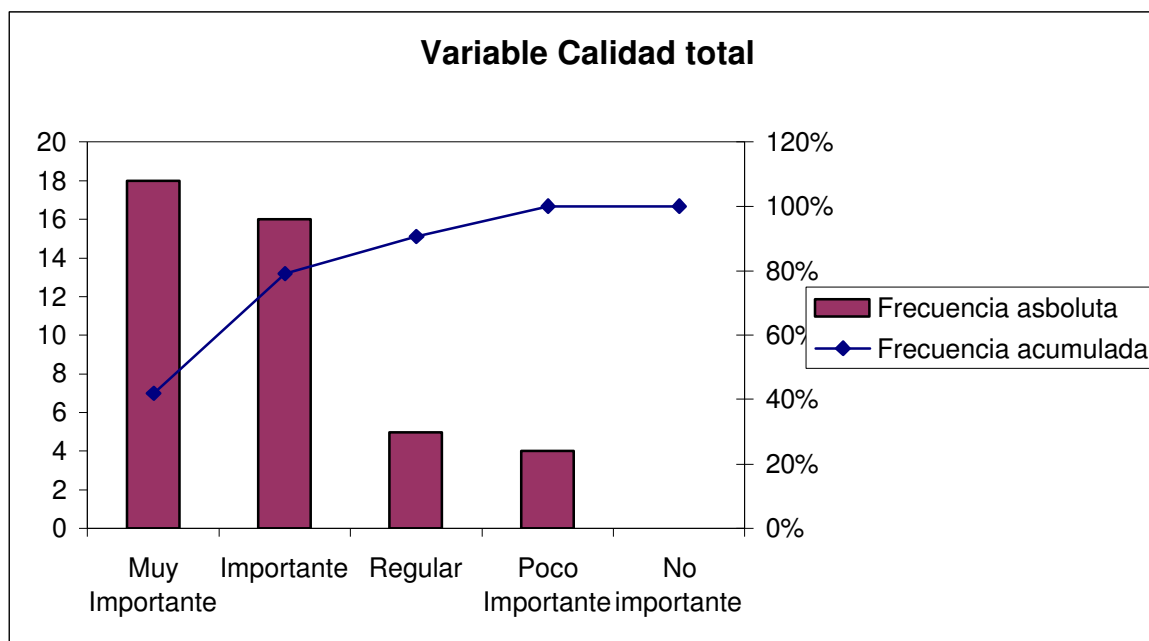
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "SCM" en la productividad es altamente significativo, pues acumula en su densidad el 86 % del total de las respuestas.

Tabla 7-X. Estadística descriptiva para la variable "SCM".

Variable: Cadena de suministro	
Media	1.558139535
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0.933562699
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	67
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "SCM", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "1", lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es altamente significativo.

Figura 7–II. Polígono de frecuencias para la variable "TQM".



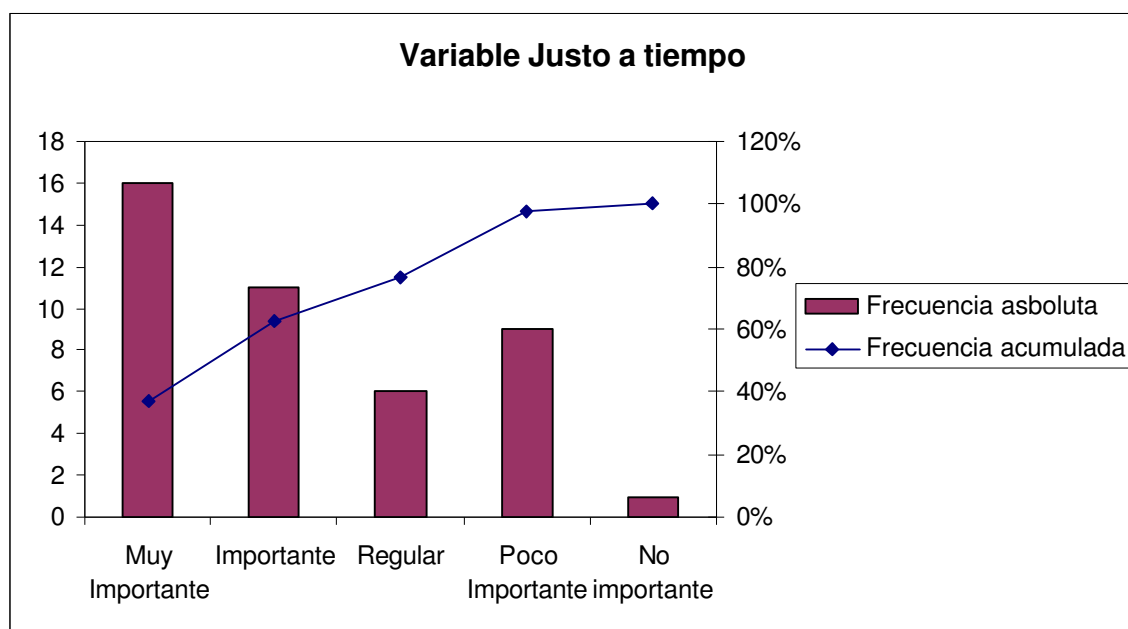
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "TQM" en la productividad es significativo, pues acumula en su densidad el 79 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XI. Estadística descriptiva para la variable "TQM".

<i>Variable: Calidad total</i>	
Media	1.88372093
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	0.956414493
Rango	3
Mínimo	1
Máximo	4
Suma	81
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable “TQM”, en la cuál se identifica que la mediana se localiza en “2”, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

Figura 7–III. Polígono de frecuencias para la variable "JIT".



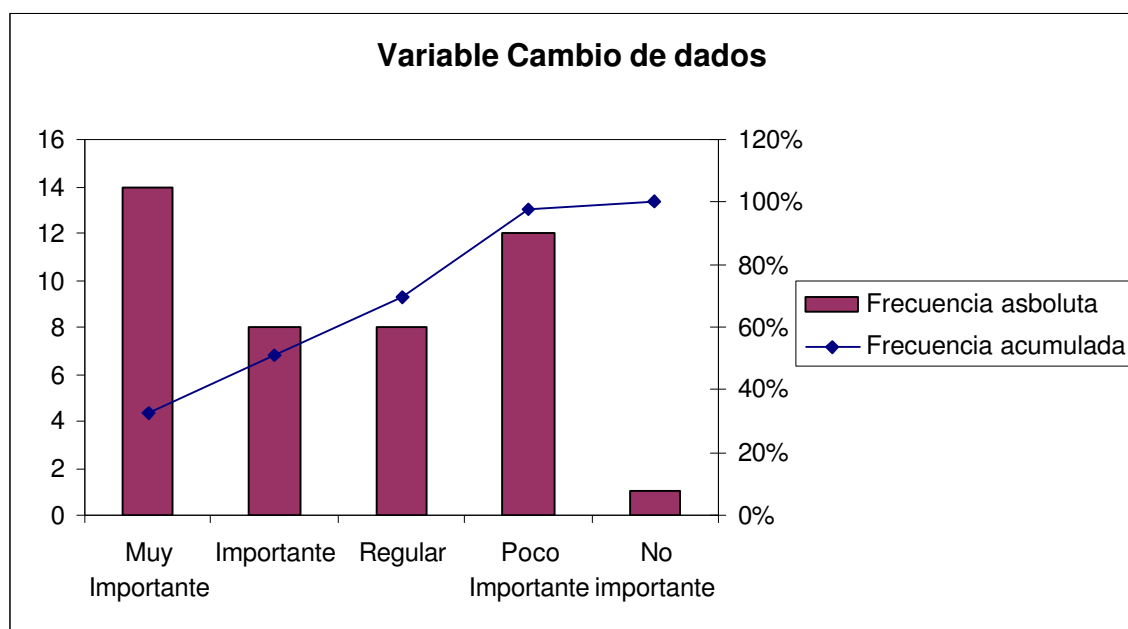
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable “JIT” en la productividad es significativo, pues acumula en su densidad el 63 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XII. Estadística descriptiva para la variable "JIT".

Variable: Justo a tiempo	
Media	2.255813953
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	1.236219723
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	97
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable “JIT”, en la cuál se identifica que la mediana se localiza en “2”, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

Figura 7–IV. Polígono de frecuencias para la variable "SMED".



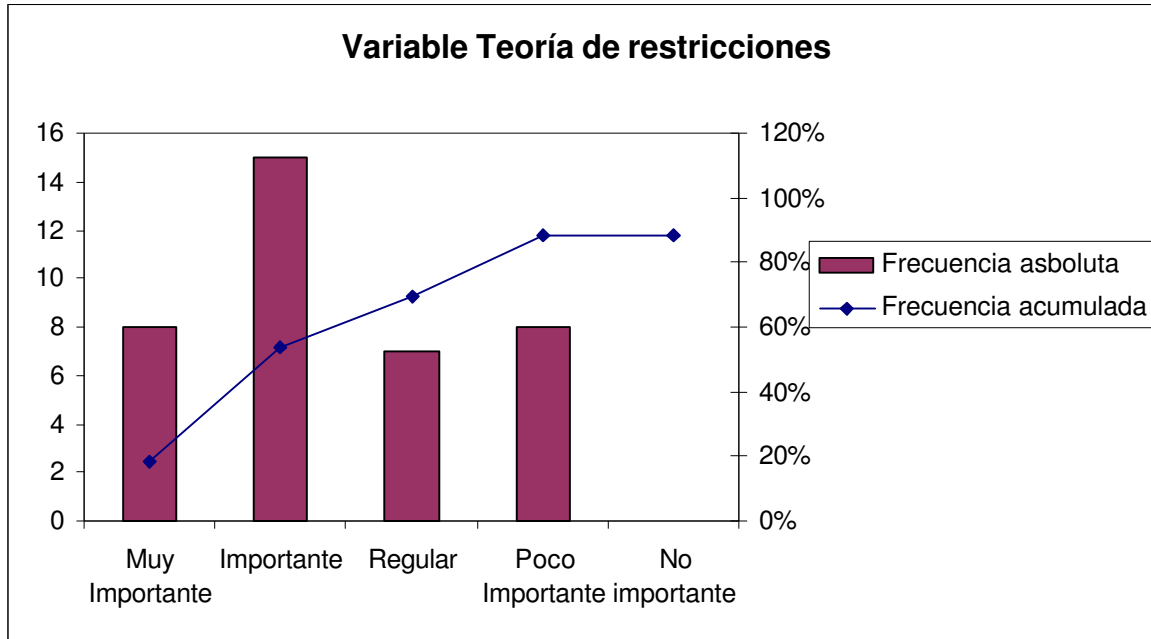
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable “SMED” en la productividad es moderado, pues acumula en su densidad el 51 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XIII. Estadística descriptiva para la variable "SMED".

Variable: Cambio de datos	
Media	2.488372093
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	1.27936169
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	107
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable “SMED”, en la cuál se identifica que la mediana se localiza en “2” y mantiene una desviación estándar de 1.27, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es moderado.

Figura 7–V. Polígono de frecuencias para la variable "TOC".



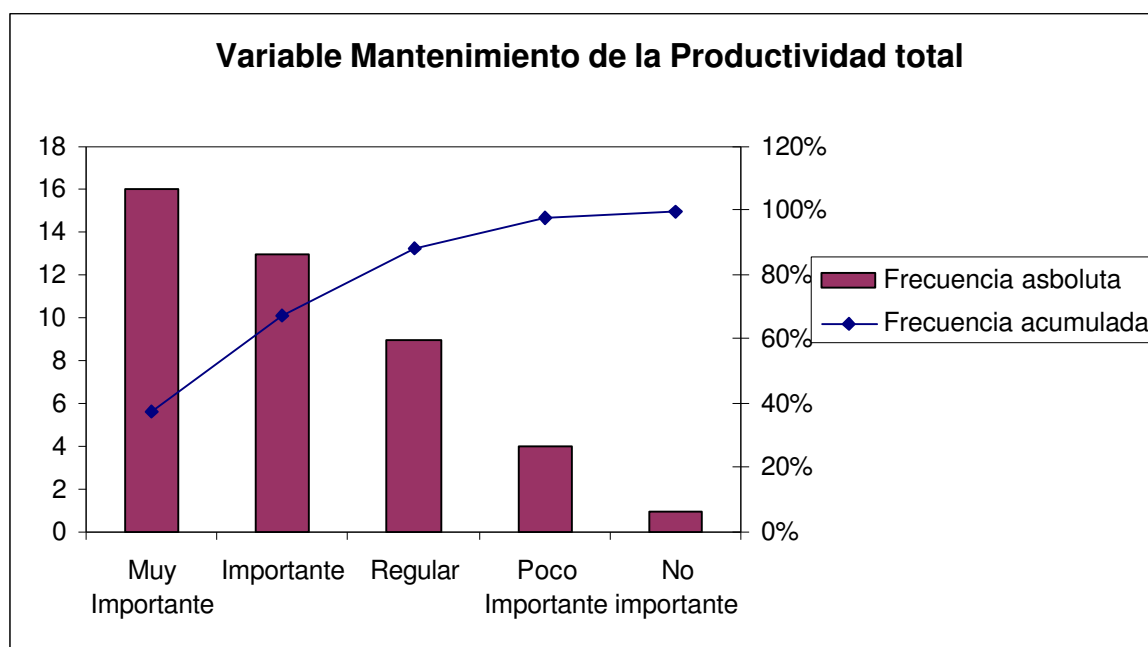
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable “TOC” en la productividad es moderado, pues acumula en su densidad el 53 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XIV. Estadística descriptiva para la variable "TOC".

Variable: Teoría de restricciones	
Media	2.697674419
Mediana	2
Moda	2
Desviación estándar	1.300821786
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	116
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "TOC", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "2" y mantiene una desviación estándar de 1.3, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es moderado.

Figura 7–VI. Polígono de frecuencias para la variable "TPM".



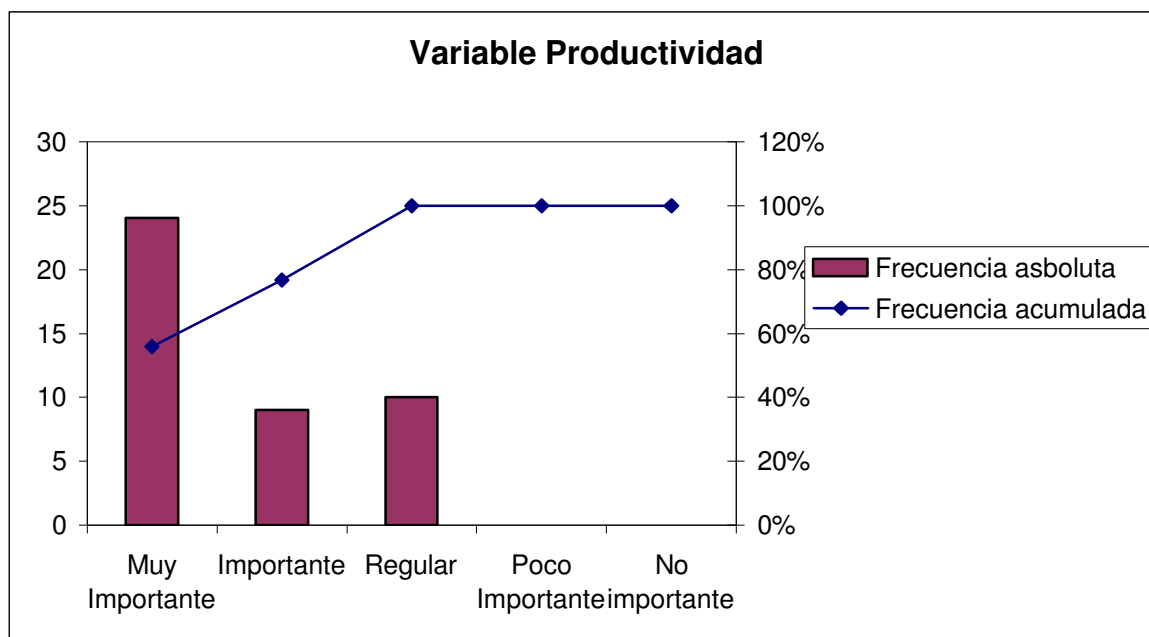
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable “TPM” en la productividad es significativo, pues acumula en su densidad el 67 % del total de las respuestas.

*Tabla 7–XV. Estadística descriptiva para la variable “TPM”.*

<i>Variable: Mantenimiento de la productividad total</i>	
Media	2.093023256
Error típico	0.165769301
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	1.087022002
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	90
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable “TPM”, en la cuál se identifica que la mediana se localiza en “2” y mantiene una desviación estándar de 1.0, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

Figura 7–VII. Polígono de frecuencias para la variable "Yi".



En la gráfica anterior se identifica que el impacto del uso de las herramientas de clase mundial en la variable "Yi" productividad es moderado, pues acumula en su densidad el 53 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XVI. Estadística descriptiva para la variable "Yi".

<i>Variable: Productividad</i>	
Media	1.674418605
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0.837255444
Rango	2
Mínimo	1
Máximo	3
Suma	72
Cuenta	43

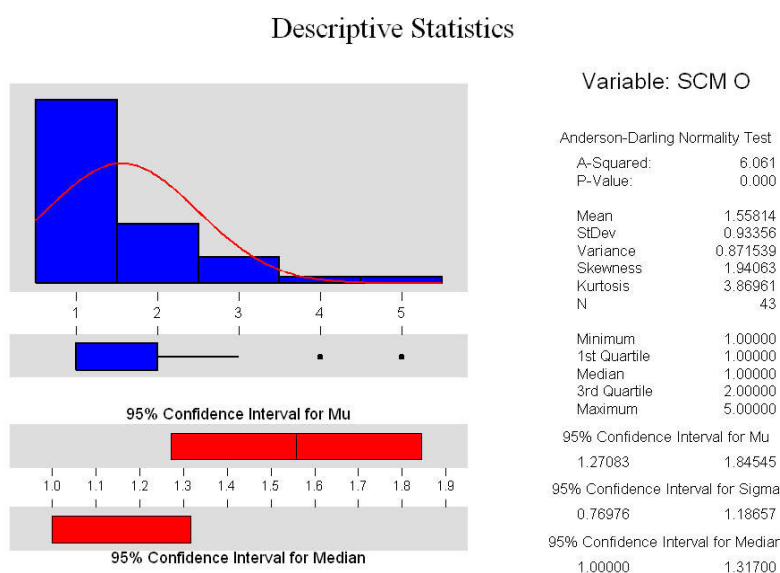


En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable “Yi”, en la cuál se identifica que la mediana se localiza en “1” y mantiene una desviación estándar de 0.8, lo cuál apoya la suposición de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

### 7.1.4 Resumen gráfico de medidas de tendencia central y dispersión

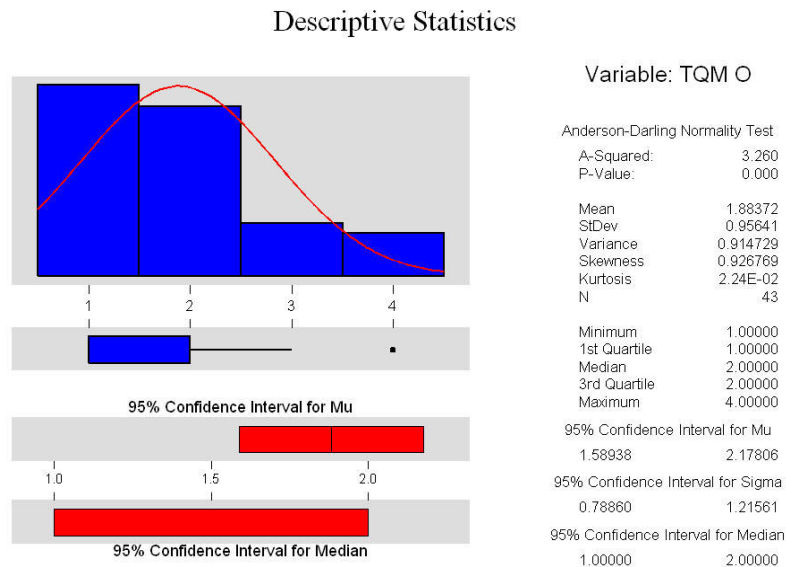
En la siguiente sección se presentará un resumen estadístico con las medidas de tendencia central y de dispersión para caracterizar cada variable bajo estudio.

Figura 7–VIII. Intervalos de confianza para “SCM”.



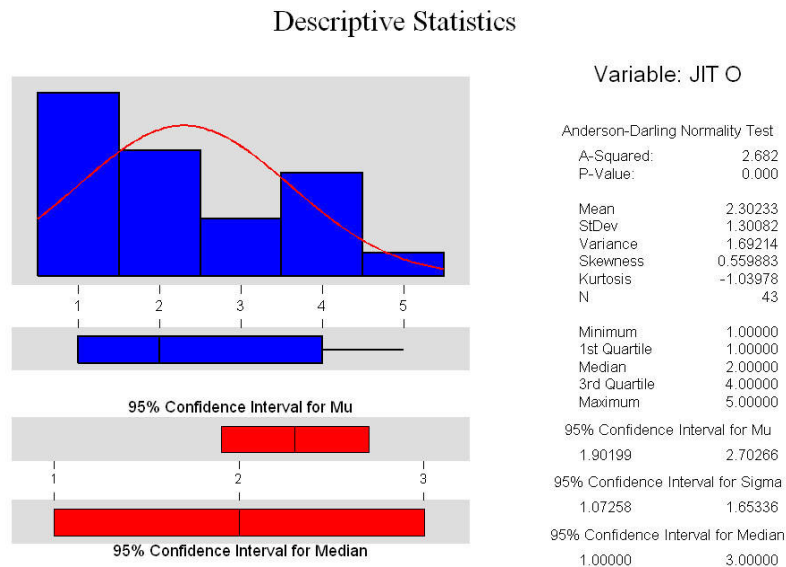
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 1.94, por otra parte la moda está situada en uno, y se caracteriza la densidad de distribución dentro de la familia de la  $\chi^2$  (Jí-cuadrada). El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado “1”, lo cuál significa un comportamiento codificado como "Muy Importante".

Figura 7-IX. Intervalos de confianza para "TQM".



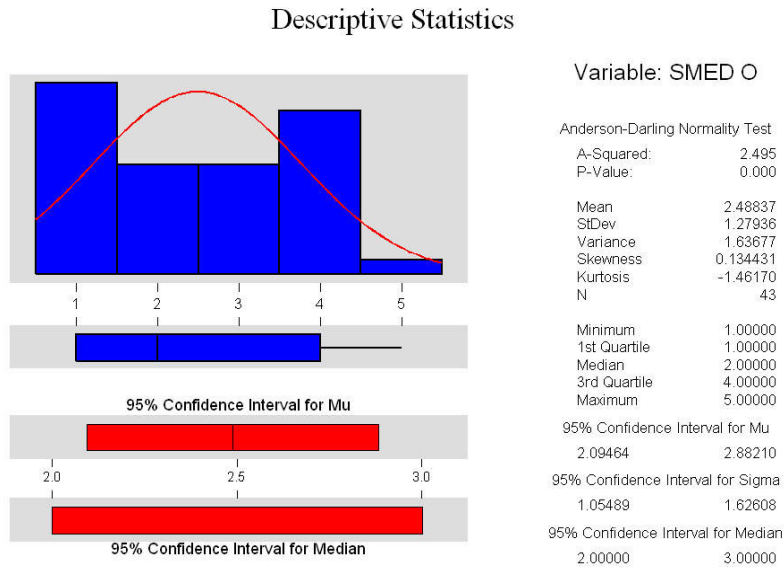
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.92, por otra parte la moda está situada en uno, y se caracteriza la densidad de distribución dentro de la familia de la  $\chi^2$  (Jí-cuadrada). El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1" y "2", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Muy Importante" e "Importante".

Figura 7-X. Intervalos de confianza para "JIT".



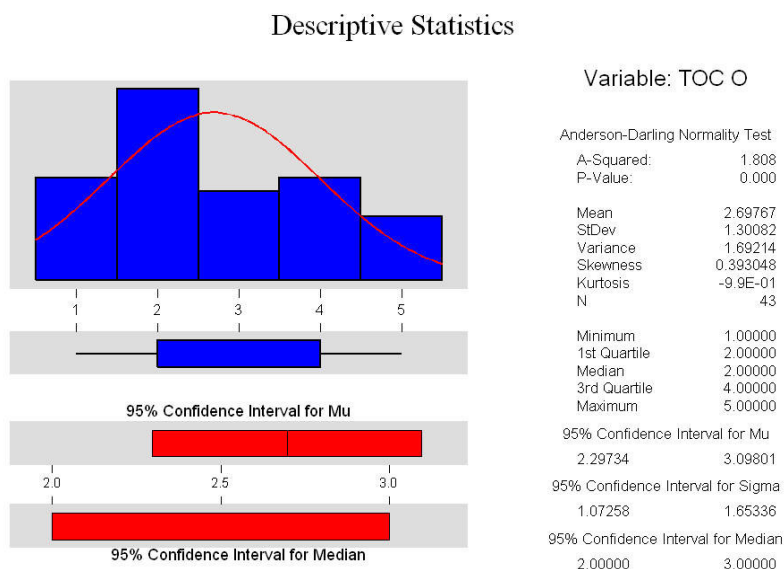
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.52, por otra parte la moda está situada en uno, y se caracteriza la densidad de distribución dentro de la familia de la  $\chi^2$  (Jí-cuadrada). El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1" y "2", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Muy Importante" e "Importante".

Figura 7–XI. Intervalos de confianza para "SMED".



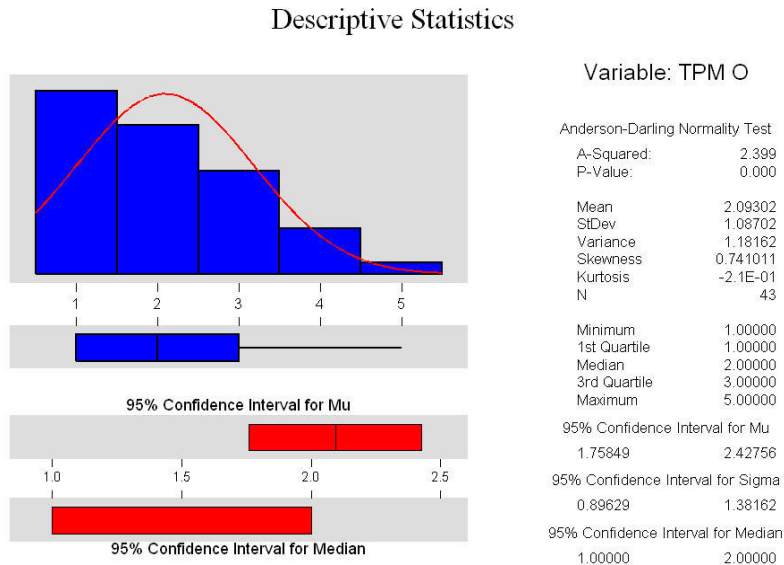
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.13, por otra parte la moda está situada en uno. La densidad de distribución tiene un comportamiento un tanto más normal, aunque no logra superar el valor crítico del P-valor > 5 %. El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento hacia los valores codificados "1", "2", "3" y "4", lo cuál significa que no existe una clara tendencia en esta variable bajo estudio.

Figura 7–XII. Intervalos de confianza para "TOC".



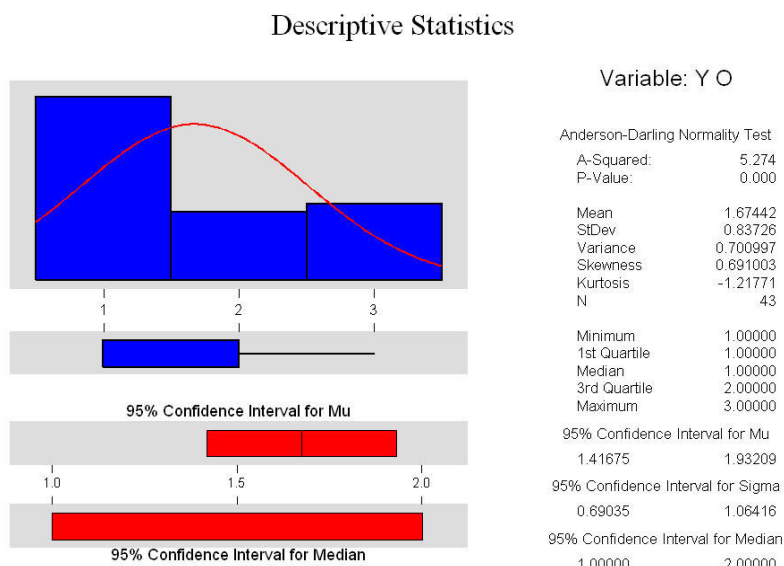
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.39, por otra parte la moda está situada en dos. La densidad de distribución tiene un comportamiento un tanto más normal, aunque no logra superar el valor crítico del P-valor  $> 5\%$ . El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "2", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Importante".

Figura 7–XIII. Intervalos de confianza para "TPM".



En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.74, por otra parte la moda está situada en uno. La densidad de distribución tiene un comportamiento típico diente de sierra, y no logra superar el valor crítico del P-valor  $> 5\%$ . El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1" y "2", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Muy Importante" e "Importante".

Figura 7–XIV. Intervalos de confianza para "Yi".



En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.69, por otra parte la moda está situada en uno. La densidad de distribución tiene un comportamiento atípico no normal. El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Muy Importante".

## 7.2 Inferencia estadística

Las variables bajo estudio: SCM, TQM, JIT, SMED, TOC, TPM, tienen un impacto diferenciado en la productividad. En la siguiente tabla (*véase la tabla No. 7-XVII*) se realiza un análisis más estricto ya que en lugar de realizar comparaciones respecto a los valores acumulados, se compara el valor de la mediana contra el valor acumulado relativo. Este análisis es capaz de identificar las magnitudes máximas y mínimas de la densidad de distribución de las variables bajo estudio.

En la siguiente tabla se logra identificar que la variable "TQM" acumula un 79 % en su comportamiento mediano situado en 2, lo cuál indica que su impacto en la

productividad es altamente significativo. La variable “SMED” acumula un 51 % en su comportamiento mediano, lo cuál representa un impacto moderado.

*Tabla 7–XVII. Análisis de proporciones por variable.*

Análisis de proporciones			
Categorías	Código	Mediana	Frecuencia acumulada
Cadena de suministro	SCM	1	65%
<b>Calidad total</b>	<b>TQM</b>	<b>2</b>	<b>79%</b>
Justo a tiempo	JIT	2	63%
<b>Cambio de datos</b>	<b>SMED</b>	<b>2</b>	<b>51%</b>
Teoría de restricciones	TOC	2	53%
Mantenimiento de la productividad total	TPM	2	63%
Productividad	Yi	1	56%

### 7.3 Análisis paramétricos

El análisis paramétrico consiste en la realización de procesos estadísticos, para poder analizar con un mayor nivel de profundidad la relación entre las variables de la muestra. Los análisis que se presentarán son: 1) Coeficiente de correlación de pearson, y 2) Análisis de varianza para cada una de las variables bajo estudio.

#### 7.3.1 Coeficiente de correlación Pearson

El coeficiente de correlación Pearson, es un indicador estadístico que relaciona las variables bajo estudio para establecer un valor de correspondencia, con un rango de  $0 < \text{Rho} < 1$ , valores superiores a 70 % indican correlaciones significativas, un valor que acompaña el coeficiente de Pearson es el P-valor, el cuál está sujeto a la prueba de hipótesis  $H_0$ : No existe correlación, de tal forma que valores  $\text{P-valor} > 5\%$ , indicarán variables sensibles para el impacto en la productividad.



*Ecuación 7–I. Resultados de multicorrelación Pearson.***Correlaciones: TQM, SCM, JIT, SMED, TOC, TPM**

	TQM	SCM	JIT	SMED	TOC
SCM	0.394 0.009				
JIT	0.507 0.001	0.583 0.000			
SMED	0.553 0.000	0.444 0.003	0.696 0.000		
TOC	0.469 0.002	0.123 <b>0.433</b>	0.590 0.000	0.592 0.000	
TPM	0.560 0.000	<b>0.745</b> 0.000	0.586 0.000	0.617 0.000	0.290 0.059

Reporte contiene: Correlación Pearson  
P-Valor

El par de variables identificadas (*véase la ecuación No.7-I*) con una mayor correlación Pearson son: “TPM” y “SCM”, lo cual indica que el uso de estos programas de productividad conjuntamente tienen un impacto mayor en la productividad. El par de variables “TOC” y “SCM” mantienen una relación correlacional, sin embargo su impacto en la productividad es moderado.

En el siguiente apartado (*véase la ecuación No.7-I*) se identifica el grado de correlación entre las herramientas de clase mundial y su efecto en la productividad. Como se puede observar, existe un efecto diferenciado entre el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad; la variable “TQM” con una correlación de 0.635 y la variable “TPM” con una correlación de 0.610, son las que más impacto tienen en la productividad, mientras que, las variables “SCM”, “TOC”, “JIT” y, “SMED”, tienen un efecto menor.

Ecuación 7–II. Correlación de las variables de productividad.

**Correlaciones: TQM, SCM, JIT, SMED, TOC, TPM, Yi**

	TQM	SCM	JIT	SMED	TOC	TPM
SCM	0.394					
JIT	0.507	0.583				
SMED	0.553	0.444	0.696			
TOC	0.469	0.123	0.590	0.592		
TPM	0.560	0.745	0.586	0.617	0.290	
<b>Yi</b>	<b>0.635</b>	<b>0.329</b>	<b>0.486</b>	<b>0.441</b>	<b>0.367</b>	<b>0.610</b>

Reporte contiene: Correlación Pearson

**7.3.2 Análisis de varianza**

El análisis de varianza es una herramienta que se basa en el supuesto de la hipótesis central  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_i$ ,  $H_i$ : otro caso. Utilizaremos esta herramienta estadística para comprobar similitudes y diferencias entre los comportamientos de las variables, e identificar aquellas variables que pueden ser conjuntamente utilizadas por la administración de operaciones de la empresa, para lograr un impacto en la productividad (*véase la ecuación No. 7-III*)

*Ecuación 7–III. Análisis de varianza.*

**ANOVA – Un solo sentido: TQM, SCM, JIT, SMED, TOC, TPM**

Análisis de varianza

Fuente	DF	SS	MS	F	P
Factor	5	36.96	7.39	5.55	<b>0.000</b>
Error	252	335.53	1.33		
Total	257	372.50			

Intervalo de confianza para medias 95 % basado en la desviación estandar

Nivel	N	Media	StDev	
TQM	43	1.884	0.956	(-----*-----)
SCM	43	1.558	0.934	(-----*-----)
JIT	43	2.302	1.301	(-----*-----)
SMED	43	2.488	1.279	(-----*-----)
TOC	43	2.698	1.301	(-----*-----)
TPM	43	2.093	1.087	(-----*-----)

StDev = 1.154

1.50      2.00      2.50      3.00

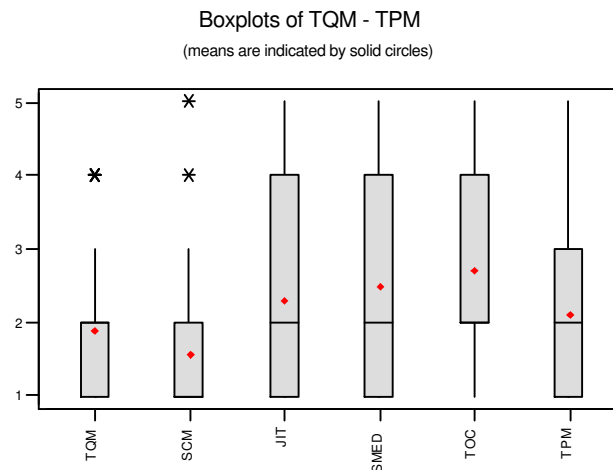
<--Mayor impacto en la productividad  
Menor impacto en la productividad-->

En la ecuación anterior, se ilustra el análisis ANOVA en un solo sentido, la cuál logra identificar que existen diferencias entre las variables, por lo tanto  $H_0$  se rechaza, de forma tal que  $H_i$  se acepta, bajo las siguientes consideraciones: 1) las variables “JIT”, “SMED”, “TOC”, pueden implantarse en el sistema de operación de la empresa en un programa conjunto de productividad, mientras que la variable “SCM” se puede ser implementada como una estrategia de productividad individual.

Las variables “TPM” y “TQM”, estandarizan los resultados estadísticos de las otras variables, es decir, estas dos herramientas actúan como programas globales de productividad, alineando los esfuerzos de la organización para el logro de la productividad.

En la siguiente tabla (véase la figura No. 7-XV) se presentará el análisis de ANOVA de forma gráfica, en donde se puede observar la menor desviación estándar para las variables “TQM” y “TPM”, las cuáles actúan como programas integradores de los esfuerzos de productividad en la organización.

Figura 7–XV. Análisis de varianza tipo usando box-plots.



## 7.4 Análisis multivariante

Los procedimientos multivariantes tienen por objetivo, analizar la relación entre las variables de estudio, a saber: variables independientes (el uso de las herramientas de clase mundial) y la variable dependiente (el efecto sobre la productividad). Se presentarán dos análisis multivariados: 1) Regresión multivariada y 2) Componentes principales.

### 7.4.1 Regresión multivariada

La técnica de la regresión multivariada se usará para definir el nivel de significancia de acuerdo al P-Valor, las variables que tienen un impacto significativo sobre la productividad, serán aquellas que en la ecuación de regresión multivariada tengan signo positivo, debido a que afectan directamente proporcional a la variable “Yi”, caso contrario el de las variables con signo negativo (*Véase la ecuación No.7-IV*).

#### *Ecuación 7-IV. Regresión multivariada.*

Análisis de regresión multivariada para: Yi contra TQM, SCM, JIT, SMED, TOC, TPM

Ecuación de regresión multivariada es:

$$Y_i = 0.435 + 0.354 \text{ TQM} - 0.314 \text{ SCM} + 0.164 \text{ JIT} - 0.116 \text{ SMED} - 0.000 \text{ TOC} + 0.466 \text{ TPM}$$

Predictores	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.4351	0.2625	1.66	<b>0.106</b>
TQM	0.3535	0.1286	2.75	0.009
SCM	-0.3144	0.1673	-1.88	<b>0.068</b>
JIT	0.1641	0.1227	1.34	<b>0.189</b>
SMED	-0.1160	0.1181	-0.98	<b>0.333</b>
TOC	-0.0003	0.1034	-0.00	<b>0.997</b>
TPM	0.4658	0.1525	3.06	0.004

**S = 0.6030      R-Sq = 55.5%      R-Sq(adj) = 48.1%**  
**De donde: R-Sq = Coeficiente de correlación del modelo**

La ecuación de regresión multivariada indica que las variables TQM, TPM y JIT, tienen un impacto positivo en la productividad, mientras que para las variables SMED, TOC y SCM tienen un impacto moderado.

## 7.4.2 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales es usado para definir cuáles son las variables que atraen la mayor proporción de variación, formando los componentes principales a través de la ecuación de valores de las distancias en escala Eigen.

El análisis multivariado identifica 3 componentes principales TQM, TPM y JIT, sin embargo, solamente los dos primeros son los más importantes ya que acumulan aproximadamente el 80 % de la variación total (*véase la ecuación No. 7-V*), dando como resultado un impacto positivo en la productividad.

*Ecuación 7–V. Componentes principales.*

### Análisis de componentes principales para: TQM, TPM, JIT, SCM, SMED, TOC

Matriz de correlación para los valores Eigen, para los primeros tres componentes principales: TQM, TPM, JIT

	<b>TQM</b>	<b>TPM</b>	<b>JIT</b>	SCM	SMED	TOC
Eigenvalue	3.6168	1.0488	0.5498	0.3414	0.2677	0.1755
Proporción	0.603	0.175	0.092	0.057	0.045	0.029
Acumulado (%)	<b>0.603</b>	<b>0.778</b>	<b>0.869</b>	0.926	0.971	1.000
Variable	PC1	PC2	PC3			
TQM	-0.392	0.115	0.851			
TPM	-0.434	-0.391	0.110			
JIT	-0.452	0.088	-0.426			
SCM	-0.375	-0.595	-0.191			
SMED	-0.446	0.191	-0.145			
TOC	-0.338	0.660	-0.157			

## 7.5 Conclusiones

En esta sección se presentan los resultados de cada uno de los procedimientos estadísticos realizados en el estudio de campo, los cuáles responden a las hipótesis presentadas en el capítulo 5 “Planteamiento del Problema” (*véase el Capítulo No.5*).

Los procedimientos estadísticos utilizados en este capítulo son: estadística descriptiva, análisis de varianza, regresión lineal, coeficiente de correlación de pearson, análisis de componentes principales.

A continuación se presentan las conclusiones principales relativas a las hipótesis planteadas originalmente.

### 7.5.1 Hipótesis nula y alternativa

La hipótesis nula establece una relación de causalidad, en la cuál el uso de cada una de la herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad. La hipótesis alternativa establece que no existe diferencia en el uso de las herramientas de clase mundial debido a que su impacto en la productividad es igual.

El procedimiento de análisis estadístico demostrará que la hipótesis nula es cierta, es decir: las herramientas de clase mundial al ser implantadas en la empresa tienen un impacto diferente en la productividad, con ello, podemos indicar que es posible diferenciar entre las herramientas que tienen un mayor impacto en la productividad de aquellas que no lo tienen.

A continuación se presentan los planteamientos finales de las hipótesis nula y alternativa.

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.
- $H_1$ : El uso de las herramientas de clase mundial tienen un igual impacto en la productividad.

El procedimiento de comprobación se basó en el análisis de correlación de Pearson, el cuál establece el grado de afinidad entre las variables independientes y la variable dependiente.

El análisis de correlación presentó que existe un grado diferente de relación entre las variables independientes de la variable dependiente. El impacto de cada una de las herramientas de clase mundial tiene un impacto diferenciado respecto a la productividad.

Las variables presentaron los siguientes valores:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad presentó una correlación de 0.610,  $X_2$  = Administración total de calidad presentó una correlación de 0.635,  $X_3$  = Teoría de restricciones presentó una correlación de 0.367,  $X_4$  = Cambio de datos presentó una correlación de 0.441,  $X_5$  = Cadena de suministro presentó una correlación de 0.329, y  $X_6$  = Justo a tiempo presentó una correlación de 0.486.

## 7.5.2 Hipótesis complementarias

La hipótesis complementaria  $H_a$  tiene como propósito probar que existen algunas herramientas de clase mundial que impactan en mayor medida a la productividad.

A continuación se presenta el planteamiento final de la hipótesis complementaria  $H_a$ .

- $H_a$ : Existen herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

Para comprobar esta afirmación se realizaron dos tipos de análisis: 1) Método de distribuciones absolutas y acumuladas, y 2) Regresión multivariada.

**Método de distribuciones absolutas y acumuladas.** Este método se basa en la escala Lickert, en donde se cataloga que la variable ( $X_i$ ) tiene un impacto altamente significativo siempre y cuándo las respuestas absolutas para los valores codificados “1” y “2”, representen una distribución acumulada en un rango entre 80 % a 100%.

El análisis identificó que la variable  $X_5$  = Cadena de suministro presenta un impacto altamente significativo cuando es implementada individualmente.

El análisis de las distribuciones absolutas y acumuladas de las variables tuvieron los siguientes resultados:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad (Impacto significativo al 67 %),  $X_2$  = Administración total de calidad (Impacto significativo al 79 %),  $X_3$  = Teoría de restricciones (Impacto moderado al 53 %),  $X_4$  = Cambio de datos (Impacto moderado al 51 %),  $X_5$  = Cadena de suministro (Impacto altamente significativo al 86 %), y  $X_6$  = Justo a tiempo (Impacto significativo al 63 %).

**Método de regresión multivariada.** El método de regresión tiene por objetivo identificar las herramientas de clase mundial que tienen un mayor impacto en la productividad.



El análisis de regresión multivariada identificó las variables  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad,  $X_2$  = Administración total de calidad, y  $X_6$  = Justo a tiempo tienen un impacto mayor que las otras variables.

La hipótesis complementaria  $H_b$  tiene como propósito probar que existen algunas herramientas de clase mundial que al ser implementadas de forma conjunta pueden maximizar el efecto de la productividad.

A continuación se presenta el planteamiento final de la hipótesis complementaria  $H_b$ .

- $H_b$ : La aplicación de manera conjunta de algunas de las herramientas de clase mundial pueden maximizar el efecto en la productividad, con respecto al efecto que cada una de ellas en lo individual.

Para comprobar esta hipótesis se realizaron dos análisis estadísticos: 1) Análisis de varianza y 2) Análisis de componentes principales.

**Método de análisis de varianzas.** El análisis identificó que las variables  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad, son las herramientas de clase mundial que al ser implementadas conjuntamente tienen un efecto de maximización del impacto en la productividad.

**Método de análisis de componentes principales.** El proceso estadístico identificó que las variables  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad, son las herramientas que actúan como integradoras en los programas de mejoramiento continuo para la búsqueda de la productividad, ya que su alcance es de mayor espectro, es decir acumulan aproximadamente el 80 % de la variación total.

## 7.6 Referencias Bibliográficas

En esta sección no se indicó ninguna referencia bibliográfica, sin embargo se utilizaron diferentes libros de texto como apoyo para el análisis estadístico, que a continuación se listan.

### Bibliografía de consulta

- Bernal T. César. *Metodología de la Investigación: Para Administración y Economía*. 1ª. Ed. Prentice Hall, Colombia 2000. 262 páginas.
- Dirección de internet. Programa de bases de datos Excel. [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com). Julio 2004.
- Dirección de internet. Programa estadístico Minitab. [www.minitab.com](http://www.minitab.com). Julio 2004.
- Hernandez, Sampieri R. y, Fernández C. C. *Metodología de la investigación*. 2 a . Edición. McGraw-Hill, México1998. 501 páginas.
- Mendenhall W. Reinmuth J. y, Beaver R. *Statistics for Management and Economics*. 7a. Duxbury Press, USA 1993, 1062 páginas.

## 8 Conclusiones

El presente capítulo tiene como objetivo establecer las conclusiones finales de la tesis, éstas serán presentadas en dos secciones: 1) Aportación teórica, y 2) Aportación práctica. Adicionalmente se presentarán los aspectos cubiertos por esta tesis y se sugerirán futuras líneas de investigación.

### 8.1 Aportación teórica

Existen diferentes pensamientos sobre el concepto de la administración de operaciones, los cuáles contienen ciertas similitudes y se pueden resumir en la siguiente proposición:

- La administración de operaciones es un proceso que está orientado al diseño, operación y mejora de los sistemas de manufactura, para la optimización de recursos, a fin de incrementar la productividad del sistema.

La administración de operaciones ha evolucionado a lo largo del tiempo, en el cuál se pueden identificar cuatro etapas: 1) Etapa mecanicista, 2) Etapa mecanicista evolutiva, 3) Integración competitiva, y 3) Manufactura de clase mundial.

El modelo de la administración de operaciones tiene su aplicación en la estrategia operativa, y no vincula sus aportaciones en la administración de recursos con el enfoque de productividad a través de la estrategia genérica de competencia de liderazgo en costo, para buscar mejores posiciones competitivas.

La administración de operaciones bajo la perspectiva de liderazgo en costo debe ofrecer herramientas que lleven a la empresa a la productividad y en consecuencia a la competitividad. Las herramientas que se tomaron para este estudio fueron: 1) Justo a tiempo, 2) Calidad total, 3) Teoría de restricciones, 4) Mantenimiento de la productividad total, 5) Cambios rápidos, y 6) Cadena de suministros.

El uso de las herramientas de clase mundial dentro del modelo de la administración de operaciones, presenta dos limitaciones fundamentales: 1) El impacto que el uso de las herramientas de clase mundial tiene en la productividad, y 2) La incorporación del factor humano dentro de su teoría. La presente investigación abordó la primera limitación.

## **8.2 Aportación práctica**

La aportación práctica de la presente tesis radica en la comprobación o rechazo de las hipótesis que se ofrecen para dar respuesta al planteamiento del problema.

A continuación se presentarán cada uno de los objetivos de la investigación, acompañados de las preguntas de investigación, las hipótesis relacionadas y el resultado de la investigación realizada para cada caso en particular.

### **8.2.1 Problema central de investigación**

Objetivo general de investigación No. 1

- $O_1$ . Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.

Pregunta general de investigación

- $P_1$ . ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?

Hipótesis de investigación

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.

### Hipótesis nula

- $H_1$ : El uso de las herramientas de clase mundial tienen un igual impacto en la productividad.

### Resultado de la hipótesis

- El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad, por lo tanto, la Hipótesis nula  $H_0$  se acepta y  $H_1$  se rechaza.

### Método de comprobación

- Se utilizó el método de correlación de Pearson, en el cuál se identificaron los diferentes grados de relación causal entre las variables independientes (herramientas de clase mundial) y la variable dependiente (productividad).

## 8.2.2 Problemas complementarios de investigación

### Objetivo específico de investigación No. 2

- $O_2$ . Identificar las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

### Pregunta de investigación

- $P_2$ . ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad?

### Hipótesis complementaria $H_a$

- $H_a$ : Existen herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

### Resultado de la hipótesis

- A través de los procedimientos estadísticos para el análisis del instrumento de campo se logró identificar que efectivamente existen herramientas que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad, por lo tanto, la Hipótesis complementaria  $H_a$  se acepta.

### Método de comprobación

- Para comprobar esta afirmación se realizaron dos tipos de análisis: 1) Método de distribuciones absolutas y acumuladas, y 2) Regresión multivariada.
- El método de distribuciones absolutas y acumuladas identificó que las siguientes herramientas:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad,  $X_2$  = Administración total de calidad  $X_5$  = Cadena de suministro, tienen un impacto altamente significativo o significativo y satisfacen en mayor medida al impacto en la productividad.
- El método de Regresión multivariada identificó que las siguientes herramientas:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad,  $X_2$  = Administración total de calidad, y  $X_6$  = Justo a tiempo, satisfacen en mayor medida al impacto en la productividad.
- Es necesario notar que las herramientas:  $X_5$  = Cadena de suministro, y  $X_6$  = Justo a tiempo, son programas de productividad afines, hecho por el cuál, los métodos estadísticos los identificaron cada una de las dos herramientas como significativas o incluso altamente significativas.
- Las herramientas coincidentes en los dos diferentes análisis fueron:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad.

### Objetivo específico de investigación No. 3

- O<sub>3</sub>. Identificar las herramientas de clase mundial que conjuntamente pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad, con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular.

### Pregunta de investigación

- P<sub>3</sub>. ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que de manera conjunta pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad, con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular?

### Hipótesis complementaria H<sub>b</sub>

- H<sub>b</sub>: La aplicación de manera conjunta de algunas de las herramientas de clase mundial pueden maximizar el efecto en la productividad, con respecto al efecto que cada una de ellas en lo individual.

### Resultado de la hipótesis

- El resultado del análisis estadístico de las variables indicó que existen herramientas que al ser implementadas de manera conjunta pueden maximizar su efecto en la productividad, por lo tanto, la Hipótesis complementaria H<sub>b</sub> se acepta.

### Método de comprobación

- Para comprobar esta hipótesis se realizaron dos análisis estadísticos: 1) Análisis de varianza y 2) Análisis de componentes principales.
- El método de análisis de varianza identificó que las siguientes herramientas: X<sub>1</sub> = Mantenimiento de la productividad, y X<sub>2</sub> = Administración total de calidad, pueden ser implementadas conjuntamente y su efecto maximizará el impacto en la productividad.

- El método de análisis de componentes principales identificó que las siguientes herramientas:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad, pueden ser implementadas conjuntamente y su efecto maximizará el impacto en la productividad.

### 8.2.3 Resultados de la investigación

Hipótesis  $H_0$  (Se acepta).

El uso de las herramientas de clase mundial tiene un impacto diferenciado en términos de productividad. Esto trae como consecuencia el impacto en la productividad depende del tipo de herramienta de clase mundial que se implante en la empresa.

Hipótesis complementaria  $H_a$  (Se acepta).

Existen algunas herramientas que satisfacen en mayor medida la productividad en la organización. Este tipo de herramientas puede considerarse como variables de amplio espectro o variables sistémicas, ya que el alcance de estas herramientas es mayor. Las variables que se identificaron dentro de esta categoría son TPM, TQM, JIT y SCM.

Hipótesis complementaria  $H_b$  (Se acepta).

La aplicación conjunta de algunas variables puede maximizar el impacto en la productividad, en contraparte del resultado que cada una lograra en lo individual. Las herramientas que se identificaron dentro de esta categoría son TPM y TQM

Una conclusión final que surge a partir de los hallazgos encontrados de la hipótesis  $H_a$  y  $H_b$ , es que existe una coincidencia entre las herramientas que se consideran como integradoras para un mayor impacto en la productividad, y aquellas herramientas del tipo sistémico que logran maximizar el impacto en la productividad.



Esta afirmación nos indica que al seleccionar las herramientas TPM y TQM para ser implantadas como programas de mejoramiento continuo, no solamente se seleccionan las variables que maximizan el impacto en la productividad, sino que además, incrementa el resultado en la productividad de una forma sistémica.

### **8.3 Líneas de investigación cubiertas por la investigación**

La presente tesis a lo largo de su investigación teórica ha cubierto los siguientes aspectos:

- Modelo de la administración de operaciones.
- Evolución de la administración de operaciones.
- Limitaciones fundamentales del campo de conocimientos de la administración de operaciones.
- Interrelación existente entre la administración de operaciones y la planeación estratégica.

La presente tesis a lo largo de su investigación práctica ha cubierto los siguientes aspectos:

- Manufactura de clase mundial.
- Selección de las herramientas de productividad que impactan en la productividad.
- Determinación del impacto que las herramientas de clase mundial tienen en la productividad.
- Determinación de las herramientas de clase mundial que pueden ser implementadas como programas integradores o globales de productividad.

#### **8.4 Líneas de investigación para desarrollo futuro**

Se sugiere como futuras líneas de investigación basadas en los resultados de la presente tesis, las siguientes:

- El efecto de la productividad laboral y la manufactura de clase mundial en la productividad total.
- Desarrollo de modelos de consultoría para la implantación de las herramientas de clase mundial TQM (Gestión total de la calidad) y TPM (Mantenimiento productivo total).
- Análisis de factibilidad del uso del TPM y TQM en las empresas de tamaño micro y pequeño, tanto de los sectores industriales y de servicio.

## 9 Anexos

El presente capítulo fue escrito con la finalidad de ofrecer al lector, los recursos utilizados en la investigación: directorio de empresas y la bibliografía de referencia (bibliografía de consulta y los centros de investigación consultados).

### 9.1 Directorio de empresas

En el presente apartado, se presentará un compendio total del universo de empresas que constituyen la población bajo estudio (*Véase la tabla No.9-1*), el listado se presenta ordenado alfabéticamente por nombre de empresa.

*Tabla 9–1.Población bajo estudio.*

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Acumex	Automotriz	Av. Eugenio Garza Cada 3431 Sur	Monterrey	Grande
Acumuladores Mexicanos, S.A. De C.V. (Planta Escobedo)	Automotriz	Av. De La Fundición 333	Gral. Escobedo	Mediana
Adición, S.A. De C.V. (Planta)	Industrial	Hidalgo 234 PTE	Monterrey	Grande
Alen Del Norte, S.A. De C.V.	Industrial	Blvd. Díaz Ordaz 1000	Santa Catarina	Mediana
Allied Signal Automotive De México, S.A. De C.V.	Automotriz	Av. Gral. Pablo González 500 PTE	Monterrey	Mediana
Anchorlok De México, S.A. De C.V.	Automotriz	Blvd. Carlos Salinas De Gortari Km. 7.5	Apodaca	Mediana
Auto Templex, S.A. De C.V.	Automotriz	Carr Villa De García Km. 10.3	Garza García	Mediana

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Automotive	Automotriz	Calle 3ª Otee. 301	Apodaca	Grande
Axa Yazaki	Automotriz	Av. Félix Galván 300 Ote.	San Nicolás	Grande
Axa Yazaki	Industrial	Antiguo Camino Real A Apodaca 790	San Nicolás	Grande
Cables Axa Yazaki, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Félix Galván 310 Ote.	San Nicolás	Grande
Cajas De Cartón Monterrey, S.A.	Industrial	Av. López Mateos 1006 Nte.	San Nicolás	Mediana
Camas Y Muebles Monterrey, S.A. De C.V.	Industrial	Futuro Nogalar 111	San Nicolás	Grande
Camisa, S.A. De C.V.	Automotriz	Priv. Los Treviño 500	Santa Catarina	Mediana
Canam Romsa De México, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Monterrey- Laredo Km 22.45	Ciénega De Flores	Mediana
Carplastic	Automotriz	Carr Apodaba Villa De Juárez Km. 1.8	Apodaca	Grande
Carrier	Industrial	Galeana 469 Ote.	Santa Catarina	Grande
Catalizadora Industrial, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Nogalar 905 Sur	San Nicolás	Mediana
Caterpillar México, S.A. De C.V.	Industrial	Carr A Villa De García Km. 4.5	Santa Catarina	Grande
Celestica	Industrial	Bld. Parque Industrial 208	Apodaca	Grande
Cerraduras Fanal, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Nogalar 301 Sur	San Nicolás	Mediana

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Cerrey, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Republica Mexicana 300	San Nicolás	Grande
Cia. De Vidrio Industrial, S.A. De C.V.	Industrial	Vista Ocaso 405 Ote.	Guadalupe	Mediana
Colombin Bel, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Monterrey Saltillo Km. 3.40 # 721	Santa Catarina	Grande
Comercializadora De Productos Cerámicos, S.A. De C.V. (Fabricas Orión)	Industrial	Carr Miguel Alemán Km. 14	San Nicolás	Mediana
Conductores Monterrey, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Conductores 505 Ote.	San Nicolás	Grande
Cork	Industrial	Carr Miguel Aleman Km 11.2	Apodaca	Grande
Cuprum, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Diego Díaz De Berlanga 132	San Nicolás	Grande
Cydsa, S.A. Y Subs.	Industrial	Av. Ricardo Margain Zozaya 325	San Pedro Garza García	Grande
Dal-Tile México, S.A. De C.V.	Industrial	Blvd. Díaz Ordaz Km. 335	San Pedro Garza García	Grande
Danfoss Compresors, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Miguel Alemán 162	Apodaca	Grande
Deacero, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Lazaro Cardenas 2333 Ote	San Pedro Garza García	Grande
Delphi	Automotriz	Av. Pablo Livas 2501	Guadalupe	Grande

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Dirona	Automotriz	Carr Monterrey-Colombia Km. 6	Gral. Escobedo	Grande
Diseño De Maquinas Industriales, S.A. De C.V.	Industrial	Benito Juárez 3337 Ote	Guadalupe	Grande
Electrónicos Animados, S.A. De C.V.	Industrial	Camino A Las Nuevas Puentes 1025	Apodaca	Mediana
Empaques De Cartón Titán, S.A. De C.V. (Oficinas)	Industrial	Av. Lazaro Cardenas 2400 PTE Pisos 6 Y 7 Edif. Lósales	San Pedro Garza García	Grande
Empaques De Carton Titan, S.A. De C.V. (Planta)	Industrial	Miguel Barragán 502 PTE	Monterrey	Mediana
Ensamblés De Cables Y Componentes, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Pablo Livas 2501	Guadalupe	Grande
Esap de México, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Diego Díaz De Berlanga 130	San Nicolás	Mediana
Esmacer, S.A. De C.V.	Industrial	Manuel L Barragán 701 Nte.	San Nicolás	Mediana
Fabricación De Maquinas, S.A. De C.V.	Industrial	Guerrero 3200 Nte.	Monterrey	Grande
Fabricantes De Aparatos Domésticos, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Miguel Alemán Km. 16.13	Apodaca	Mediana
Famosa	Industrial	Av. Alfonso Reyes 2239 Nte.	Monterrey	Grande
Fanal, S.A. De C.V. (Oficinas)	Industrial	Av. Nogalar 301 Sur	San Nicolás	Grande
Frolic De México, S.A. De C.V.	Industrial	Carr A Laredo Km. 9.96	Gral. Escobedo	Grande

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Galvak, S.A. De C.V.	Industrial	Av. De La Juventud 340 Nte.	San Nicolás	Grande
Ge Focos	Industrial	Av. Churubusco 3900 Nte.	Monterrey	Grande
Ge Motores	Industrial	Libramiento Poniente Km. 4.5	Garza García	Grande
Gonher	Automotriz	Av. Manuel Ordóñez 610	Santa Catarina	Grande
Grupo Allen	Industrial	Blvd. Díaz Ordaz 1000	Santa Catarina	Mediana
Grupo Cydsa, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Ricardo Margain Zozaya 325	San Pedro Garza García	Grande
Grupo Industrial Ramírez, S.A. de C.V.	Automotriz	Av. Universidad 1004 Nte.	San Nicolás	Grande
Haarmann Y Reimer, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Republica Mexicana 200	San Nicolás	Mediana
Hylsa, S.A. De C.V. (Div Aceros Planos)	Industrial	Av. Los Ángeles 325 Ote	San Nicolás	Grande
Hylsa, S.A. De C.V. / Hylsamex Y Subs.	Industrial	Av. Munich 101 Piso 5	San Nicolás	Grande
Impío, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Miguel Alemán 6061 Ote	Guadalupe	Mediana
Indalum, S.A.	Industrial	Aquiles Serdan 203	San Nicolás	Mediana
Indelpro, S.A. De C.V.	Industrial	Roble 300 Desp 1106	San Pedro Garza García	Mediana

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Industria Del Alkali, S.A. De C.V.	Industrial	Carr A Villa De García Km. 9	Monterrey	Mediana
Industrias Axa, S.A. De C.V.	Industrial	Blvd. Carlos Salinas De Gortari Km. 9.25	Apodaca	Mediana
Industrias Metalicas Monterrey, S.A.	Industrial	Alfonso Reyes 3655	Monterrey	Mediana
Industrias Tromex, S.A.	Industrial	Mariano Azueta 111	Monterrey	Mediana
Inoac Polytec De México, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Miguel Alemán Km. 20.5	Apodaca	Mediana
John Deere	Industrial	Blvd. Díaz Ordaz 500	San Pedro Garza García	Grande
Laboratorios Griffth	Industrial	Carr Monterrey-Salttillo Km. 67.5	Santa Catarina	Mediana
Liq-E, S.A. De C.V.	Industrial	Puerto Tampico 345	San Nicolás	Mediana
Lubricantes De América, S.A. De C.V.	Automotriz	José Eleuterio González 683 A PTE	Santa Catarina	Mediana
Mabe	Industrial	Carr A Miguel Alemán Km. 5	Guadalupe	Grande
Maquiladora Produr, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Félix Galván 212	San Nicolás	Grande
Maquinaria Diesel, S.A. De C.V.	Automotriz	Carr Monterrey Saltillo 2300	Santa Catarina	Mediana
Maquinas Para Mercados, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Los Ángeles 2904 Ote	San Nicolás	Mediana



Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Masterpak, S.A. De C.V.	Industrial	Av. Ruiz Cortines 2333 PTE	Monterrey	Grande
Metalsa	Automotriz	Av. Churubusco 3890 Nte.	Monterrey	Mediana
Minera Autlan, S.A. De C.V.	Industrial	Pedro Ramírez Vázquez 200-10	San Pedro Garza García	Grande
Montoi	Industrial	Av. Manuel Ordóñez 509	Santa Catarina	Grande
Motores Domésticos	Industrial	Bld. Carlos Salinas De Gortari Km. 9.7	Apodaca	Grande
Motores Eléctricos De Monterrey, S.A. De C.V.	Industrial	Priv. Ángel Macias 222	Guadalupe	Grande
Multilec, S.A. De C.V.	Industrial	Priv. López Mateos 117	San Nicolás	Mediana
Nacional De Acero, S.A. De C.V.	Industrial	Antiguo Camino Real A Apodaca 713	San Nicolás	Grande
Nacional De Cerámica, S.A.	Industrial	Huasteca 302	Santa Catarina	Mediana
Nemak, S.A.	Automotriz	Libramiento Arco Vial Km 3.8	Garza García	Grande
Niples Del Norte, S.A. De C.V.	Industrial	Islas Del Sur 120	San Nicolás	Grande
Papelera Maldonado	Industrial	Av. De La Juventud 280 Nte.	San Nicolás	Grande
Papeles Higiénicos De México, S.A. De C.V.	Industrial	Av. San Nicolás 300 Sur	San Nicolás	Mediana
Perfiles Y Herrajes Lm, S.A. De C.V.	Industrial	Av Del Roble 430	Monterrey	Mediana

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Petrocel, S.A.	Industrial	Belisario Dominguez 2002	Monterrey	Grande
Phillips	Industrial	Prol Francisco I Madero 4595 Ote	Monterrey	Grande
Pinturas Doal	Industrial	Carr A San Miguel Km 1	Guadalupe	Mediana
Plasticos Especializados De Monterrey, S.A. De C.V.	Industrial	Av Bernardo Reyes 2625 Nte	Monterrey	Mediana
Productora De Papel, S.A. De C.V.	Industrial	Via Matamoros Km 7	San Nicolás	Grande
Prolec, S.A. De C.V.	Industrial	Blvd Carlos Salinas De Gortari Km 9.25	Apodaca	Grande
Protexa, S.A. De C.V.	Industrial	Carr Monterrey-Saltillo Km 339	Santa Catarina	Grande
Pyosa	Industrial	Av Industrias 1200 Pte	Monterrey	Mediana
Quimica Goncal, S.A. De C.V.	Industrial	Av Revolucion 2020 Sur	Monterrey	Mediana
Quimiproducos, S.A. De C.V.	Industrial	Via Matamoros 540	San Nicolás	Mediana
Recubrimientos Y Laminaciones De Papel, S.A.	Industrial	Av Nogalar 120 Sur	San Nicolás	Mediana
Residuos Industriales Multiquim, S.A. De C.V. (Rimsa)	Industrial	Av Lazaro Cardenas 2400 Pte B-21 Edif Losoles	San Pedro Garza García	Mediana
Rugo, S.A. De C.V.	Industrial	Av De Los Angeles 1005 Ote	San Nicolás	Mediana

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Ryerson De Mexico, S.A. De C.V.	Industrial	Antiguo Camino Real A Apodaca 713	San Nicolás	Grande
Sacos Y Envases Industriales, S.A. De C.V.	Industrial	Av San Nicolas 249	San Nicolás	Mediana
Semex, S.A.	Industrial	Av Chapultepec 1836 Ote	Monterrey	Mediana
Servicios De Manufactura De Monterrey, S.A. De C.V.	Industrial	Av La Silla 7705	Guadalupe	Grande
Smart Flex De Mexico, S.A. De C.V.	Industrial	Blvd Tlc 300	Apodaca	Grande
Supermatic	Industrial	Blvd Carlos Salinas De Gortari Km 9	Apodaca	Grande
Tecno Maiz, S.A. De C.V.	Industrial	Av Ruiz Cortines 2002 Ote	Guadalupe	Mediana
Thomas & Betts	Industrial	Rodolfo Gonzalez 100	Guadalupe	Grande
Tisa Industrial, S De RI De C.V.	Industrial	Violeta 633 Ote	Monterrey	Mediana
Trailers Monterrey	Automotriz	Av Universidad 1002 Nte	San Nicolás	Grande
Tubacero, S.A. De C.V. (Oficinas)	Industrial	Guerrero 3729 Nte	Monterrey	Grande
Tuberia Nacional, S.A. De C.V.	Industrial	Av Diego Diaz De Berlanga 1002 Nte	San Nicolás	Mediana
Tubulares Rp, S.A. De C.V.	Industrial	Av Paseo Cucharas 100	Gral. Escobedo	Mediana
Univex, S.A.	Industrial	Av Ruiz Cortines 2333 Pte	Monterrey	Mediana

Empresa	Sector	Domicilio	Población	Tamaño
Usem	Industrial	Bld Carlos Salinas De Gortari Km 9.5	Apodaca	Grande
Vege De Mexico, S.A. De C.V.	Industrial	Av Las Industrias 317	Gral. Escobedo	Mediana
Vitro	Industrial	Av Roble 660	San Pedro Garza García	Grande
Vitro Flex, S.A. De C.V.	Automotriz	Carr A Villa De Garcia Km 10.5	Garza García	Grande
Vitro Flotado, S.A. De C.V.	Industrial	Carr A Villa De Garcia Km 10	Garza García	Grande
Vitro Internacional, S.A.	Industrial	Cjon Sto Domingo 1123	San Nicolás	Grande
Vitro Monterrey, S.A. De C.V.	Industrial	Av Eugenio Garza Sada 4545 Sur	Monterrey	Mediana
Vitro, S.A. De C.V. (Planta)	Industrial	Ricardo Margain Zozaya 400	San Pedro Garza García	Grande
Vitrocristal, S.A. De C.V. ( Division Crimesa )	Industrial	Jose Maria Vigil 400	Monterrey	Grande
Vitrocristal, S.A. De C.V. ( Division Cristaleria )	Industrial	Doblado 1627 Nte	Monterrey	Mediana
Vitrocristal, S.A. De C.V. ( Division Kristal )	Industrial	Jose Maria Vigil 400	Monterrey	Grande
Zinc Nacional, S.A.	Industrial	Serafin Peña 938 Sur	Monterrey	Grande

## 9.2 Bibliografía de consulta

En el presente apartado, se presentará un listado general ordenado alfabéticamente de la bibliografía utilizada durante la investigación.

- Alreck, P. y Settle, R. (1995). *The Survey Research Handbook*. USA: Irvin-McGraw-Hill.
- Aquilano, N. y Chase, R. (1995). *Fundamentals of Operations Management*. USA: McGraw-Hill.
- Argyris, C. (1971). *Management and Organizational Development*. USA: McGraw-Hill.
- Ball, D. y McCulloch, W. (1999). *International Business*. USA: McGraw-Hill.
- Brandt, S. y Carvey, D. (1982). *Essentials of Operations Management*. USA: Prentice Hall Press.
- Bateman, T. y Snell S. (1999). *Management: Building Competitive Advantage*. USA: 1999.
- Bcal, R. (1999). *Performance Management*. USA: McGraw-Hill.
- Bernal, C. (2000). *Metodología de la Investigación: Para Administración y Economía*. Colombia: Prentice Hall.
- Black, J. (1998). *A World Class Production System: Best Manufacturing Practices*. USA: Crisp Management Library.
- Breyfogle III, F. (1999). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. USA: Wiley-Interscience.
- Buffa, E. (1996). *Readings in Production and Operations Management*. USA: John Wiley and Sons Inc.

- Cohen, D. (1999). *Sistemas de Información para la toma de decisiones*. México: McGraw-Hill.
- Conant, J. (1951). *Science and Common Sense*. USA: Yale University Press.
- Constable, J. (1976). *Operations Management: A System approach through Text and Cases*. USA: John Wiley and Sons.
- De la Vega, G. y González, M. (1999). *Nociones sobre la Investigación Científica*. México: Oxford.
- Dilworth, J. (1989). *Production and Operations Management: Manufacturing and Non-manufacturing*. USA: Random House Business Division.
- Dinkel, J., Kochemberger, G. y Plane, D. (1978). *Management Science: Text and Applications*. USA: Irwin.
- Domínguez, L. y Brown, F. (1998). *Transición hacia Tecnologías y Competitividad Internacional en la Industria Mexicana*. México: Porrúa.
- Etkin, L. y Dilworth, J. (1993). *Production and Operations Management: Manufacturing and Services*. USA: McGraw-Hill.
- Everett, A. y Ebert, R. (1989). *Production and Operations Management*. USA: Prentice Hall Press.
- Galloway, L., Rowbotham, F. y Azhashemi, M. (2000). *Operations Management in Context: Concise and Comprehensive*. Inglaterra: Butterworth-Heinemann.
- Gannon, M. (1994). *Administración por Resultados*. México: Continental.

- Garvin, D. (1992). *Operations Strategy: Text and Cases*. USA: Prentice Hall Inc.
- Gitlow, H., Oppenheim, A. y, Oppenheim, Rosa. (1989). *Quality Management: Tools and Methods for Improvement*. USA: McGraw-Hill.
- Hair, J. (1995). *Multivariate Data Analysis*. USA: Prentice Hall.
- Hampton, D. (1989). *Administración*. México: McGraw-Hill.
- Harrington, J. (1991). *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. USA: McGraw-Hill.
- Harrington, J. (1995). *Total Improvement Management: The Next Generation In performance Improvement*. USA: McGraw-Hill.
- Heizer, J. y Render, B. (1996). *Production and Operations Management*. USA: Prentice Hall.
- Hernandez, R. y Fernández, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hicks, H. y Gullet, R. *Administración*. México: Continental.
- Hill, Terry. (1994). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. USA: Irwin.
- Hill, C. (2001). *Negocios Internacionales*. México: McGraw-Hill
- Hill, C. (1992). *Strategic Management: An Integrated Approach*. USA: Houghton.
- Hopeman, R. (1999). *Administración de Producción y Operaciones*. México: Continental.

- Ishiwata, J. (1991). *Productivity Thorough Process Analysis*. USA: Productivity Press.
- Kaplan, R. (1990). *Measures for Excellence*. USA: McGraw-Hill.
- Koonts, H. y Weihrich, H. (1998). *Administración: Una Perspectiva Global*. México: McGraw-Hill.
- Krajewsky, L. y Ritzman, L. (1999). *Operations Management: Strategy and Analysis*. USA: Anderson Wesley.
- Lamb, C., Hair, J. y McDaniel, C. (1998). *Mercadotecnia*. México: Thompson.
- Marbert, V. y Jacobs, R. (1991). *Integrated Production System*. USA: IIE Press.
- Maskell, B. (1991). *Performance Measurement for World Class Manufacturing*. USA: Productivity Press.
- Melnyk, S. Y Denzler, D. (1996). *Operation Management: A value driven Approach*. USA: McGraw-Hill.
- Mendenhall, R. y Beaver, R. (1993). *Statistics for Management and Economics*. USA: Duxbury Press.
- Migliore, H. y Thrun, W. (1990). *Production / Operation Management: A Productivity Approach*. USA: Nichols -GP Publishing.
- Miller, Alex. (1998). *Strategic Management*. USA: McGraw-Hill.
- Moffat, D. (1987). *Handbook of Manufacturing and Production Management Formulas, Charts, and Tables*. USA: Prentice Hall.
- Monks, J. (1991). *Administración de Operaciones*. México: Shaum.



- Montgomery, J. y Levine, L. (1996). *The Transition to Agile Manufacturing: Staying Flexible for Competitive Advantage*. USA: ASQC.
- Moore, F. (1975). *Production Management*. USA: Irwin.
- Nicholas, J. (1998). *Competitive Manufacturing Management: Continuous Improvement Lean Production, Customer-Focused Quality*. USA: McGraw-Hill.
- Niebel, B. (1990). *Métodos, Tiempos y Movimientos*. México: Alfaomega.
- Noori, H. y Radford, R. (1995). *OM-Companion to Production and Operations Management*. USA: McGraw-Hill.
- Noori, H. y Radford, R. (1995). *Production and Operations Management*. USA: McGraw-Hill.
- Noori, H. (1995). *OM-Expert*. USA: McGraw-Hill.
- Nyman, L. (1992). *Making Manufacturing Cells Work*. USA: CASA-SME.
- Ester, S. (2000). *Análisis Moderno de la Competitividad*. México: Oxford.
- Perace, John III (1982). *International Competitiveness*. Sloan Management Review, *spring*, 22-23.
- Center of International Development (2000). *The Global Competitiveness Report*. USA: World Economic Forum.
- Porter, M. (1994). *Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*. México: CECOSA.
- Pyzdek, T. (2001). *The Six Sigma Handbook*. USA: McGraw-Hill.

- Robbins, S. y Coulter, M. (1996). *Administración*. México: Prentice Hall, México.
- Robbins, S. (1996). *Comportamiento Organizacional*. México: Prentice-Hall.
- Rojas, R. (2000). *Guía para Realizar Investigaciones Sociales*. México: PYV.
- Rubrich, L. y Watson, M. (2000). *World Class Manufacturing: A Bridge to Your Manufacturing Survival*. USA: WCM Associates.
- Russell, R. y Taylor, B. (1995). *Operations Management: Focusing on Quality and Competitiveness*. USA: Prentice Hall.
- Salant, P. y Dillman, D. (1995). *How to Conduct Your Own Survey*. USA: John Wiley and Sons, USA 1995. 223 páginas.
- Sarkis, J. y Parsaei, H. (1999). *Advanced Manufacturing Systems: Strategic Management and Implementation*. USA: Gordon and Brach Science Publishers.
- Schey, J. (2000). *Introduction to Manufacturing Processes*. USA: McGraw-Hill.
- Schonberger, R. Y Knod, E. (1991). *Operations Management: Improvement Customer Service*. USA: Irwin Press.
- Schroeder, R. (1992). *Administración de Operaciones: Toma de decisiones en la Función de Operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Shingo, S. (1990). *A Study of the Toyota Production System*. USA: Productivity Press.

- Shukla, K. (2001). *Production and Operations Management*. USA: Dushkin – McGraw-Hill.
- Serrano, J. (2001). *Manufactura*. 7(70), pp. 76-91.
- Sipper, D. y Bulfin, R. (1997). *Production: Planning Control and Integration*. USA: McGraw-Hill.
- Starr, M. (1964). *Production Management: Systems and Synthesis*. USA: McGraw-Hill.
- Stevenson, W. (1999). *Production Operations Management*. USA: McGraw-Hill.
- Stonebraker, P. y Leong, K. (1994). *Operations Strategy: Focusing Competitive Excellence*. USA: Allyn and Bacon Press.
- Stoner, J ., Freeman, E. y Gilbert, D. (2000). *Administración*. México: Prentice Hall.
- Susaky, K. (1987). *The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*. USA: New York Free Press.
- Thierauf, R. y Grosse, R. (1979). *Toma de Decisiones por medio de la Investigación de Operaciones*. México: Limusa.
- Tompkins, J. (1989). *Winning Manufacturing: The how-to Book of Successful Manufacturing*. USA: IIE Press.
- Wilson, B. (1993). *Sistemas: Conceptos, Metodologías y Aplicaciones*. México: Limusa.

### 9.3 Centros de Investigación

En el presente apartado, se presentará un listado general ordenado cronológicamente, de las referencias bibliográficas que se hacen mención en el desarrollo de la tesis.

- Cámara Nacional de Comercio. Consultado en Junio 2004 en <http://www.canaco.net>.
- Centro de Investigación para el Desarrollo. Consultado en Junio 2004 en <http://www.cidac.org/>.
- Centro de Investigación para el Desarrollo. Consultado en Junio 2004 en <http://www.cidac.org/>.
- Centro de Sistemas Integrados de Manufactura. Consultado en Junio 2004 en <http://csim.mty.itesm.mx/web/>.
- Colegio de Postgraduados en Administración Pública. Consultado en Junio 2004 en <http://www.colpamex.org/>.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Consultado en Junio 2004 en <http://www.main.conacyt.mx/>.
- Econpapers. Consultado en Junio 2004 en <http://econpapers.hhs.se/>.
- Federación Nacional de Colegios de Licenciados en Administración. Consultado en Junio 2004 en <http://www.conla.org.mx/>.
- Foro Económico Mundial. Consultado en Junio 2004 en <http://www.weforum.org/>.
- Goldratt Institute. Consultado en Junio 2004 en <http://www.goldratt.com/>.

- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. Consultado en Junio 2004 en <http://www.imnc.com.mx/>.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Consultado en Junio 2004 en <http://www.inegi.gob.mx>.
- Production and Operation Management Society. Consultado en Junio 2004 en <http://www.poms.org/>.
- Revista Industry Week. Consultado en Junio 2004 en <http://www.industryweek.com/>.
- Revista Manufactura. Consultado en Junio 2004 en <http://www.manufacturaweb.com/>.
- Secretaría de Desarrollo Económico de México. Consultado en Junio 2004 en <http://www.economia.gob.mx/>.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Consultado en Junio 2004 en <http://www.stps.gob.mx/>.
- Shingo Prize. Consultado en Junio 2004 en <http://www.shingoprize.org/>.
- Sistema de Información Empresarial Mexicano. Consultado en Junio 2004 en <http://www.siem.gob.mx/>.
- World Trade Organization. Consultado en Junio 2004 en <http://www.wto.org/>.
- Guía Roji. Consultado en Agosto 2003 en <http://www.guiaroji.com>.