

Manufactura Ágil y Competitiva: Enfoque de Dirección por Competitividad

(Agil and Competitive Manufacturing: Competitiveness Driven Management)

Cruz Álvarez, Jesús Gerardo; López Pérez, Jesús Fabián y José Luis Abreu*

Resumen. El mundo de los negocios hoy en día ha sido impactado de nueva cuenta por factores externos a las variables de operación de las organizaciones. Esto demanda nuevas estrategias de organización enfocadas a la productividad y competitividad en la industria. Enfoques tales como calidad total, manufactura esbelta, manufactura celular, reingeniería, entre otros, han quedado rebasados en el hecho de ser enfoques individualistas en su aplicación, por ello la propuesta de este artículo de investigación es un modelo de manufactura ágil y competitiva que evalúe las necesidades actuales de la organización y le ayude a las organizaciones a la selección de las herramientas de productividad y competitividad en manufactura en base a un análisis situacional de la organización a fin de poder enfocar un modelo integral y efectivo en relación a la aplicación de forma tradicional de las herramientas de productividad. El presente artículo se encuentra dividido en tres secciones las cuales integran un marco teórico de las diferentes herramientas de la productividad, la presentación de una herramienta de análisis situacional de productividad y al final una propuesta de desarrollo del modelo de manufactura ágil y competitiva.

Palabras claves. Productividad, competitividad, manufactura ágil, flexibilidad, calidad.

Abstract. Business enviroment has been severely affected due to external factors related to key operational variables in today's organizations. This implies that a new strategy should be developed. This strategy should be focus on productivity and competitiveness. Strategies such like: Total quality management, lean manufacturing, cellular manufacturing, process reengineering, etc. these approaches has been overwhelmed since these approaches are focus in one single element of the entire organization. The proposal for this article is to offer a new approach for a new agil and competitive manufacturing that can be aligned to the real needs of the manufacturing organization while selecting the appropriate tools for improvement that suit the current state. This article is divides in three sections in order to integrate theoretical reference in addition to enrich discussion of agil and manufacturing concept and model implementation.

Keywords. Productivity, agil manufacturing, flexibility, Quality.

Materiales y métodos

La investigación se realizará de forma documental y empírica, tomando en cuenta principalmente las bases de datos ProQuest y EBSCO así como diferentes indicadores de competitividad a nivel mundial, identificando como campos de búsqueda las palabras clave localizadas en el resumen del capítulo.

Alcance

El presente capítulo abordará de forma sintética la evolución de la manufactura y la manera en que las empresas utilizan sus estrategias para ser más competitivos, expondrá de forma teórica algunos de los modelos de competencia e indicadores de productividad. Además una tabla de conocimiento mostrando las principales herramientas de productividad que existen. Se presentará un instructivo de auto diagnóstico aplicable a las empresas manufactureras.

Resultados

Estrategias de competencia

A través de los años se han manejado diversos indicadores con los cuáles los países año tras año miden su desempeño, para compararse con el resto de los países. La evolución de dichos modelos se presenta desde el siglo pasado, conceptualizando la perspectiva del producto-mercado haciendo énfasis en la competitividad, como se observa en los modelos de (Porter, 2005), (Barney,2005), (Hitt, 2004), (Hunt, 1999). Cada uno de estos modelos tienen sus propios fundamentos, Hitt desarrolla su modelo basándose en la diferenciación y liderazgo en costos (Hitt, 2004). Hunt resalta que una empresa debe tener sus recursos (financieros, físicos, legales, humanos, organizacionales e informacionales) bien sólidos y estructurados (Hunt, 1999). Dorothy basa la evolución de una empresa gracias a la competencia de la misma y la forma de aprovechar sus conocimientos y habilidades (Leonard, 2007), Teece al igual que Dorothy maneja el tema de la competencia como el centro del crecimiento de cualquier industria teniendo muy en cuenta la capacidad dinámica que esta tiene (Teece, 2007). Todos estos modelos tienen algo en común, basan el éxito de las empresas en la capacidad que estas tienen para aprovechar sus ventajas competitivas y disminuir sus debilidades ante los demás, por esto es necesario agregar una explicación más amplia sobre el modelo de Porter, el cual ha sido un parte aguas en la administración, por lo que se considera una excelente herramienta para poder explicar el porqué algunas empresas son más atractivas tanto para el cliente como para el inversionista, así como también para analizar la posición de la empresa frente a sus rivales y poder llevar a cabo las acciones necesarias para mejorar la competitividad.

Primeramente Porter maneja cuatro aspectos principales para una empresa, los cuales los identifica simbolizando un diamante. Estrategias, estructuras y rivalidad entre las empresas, forman el primero de cuatro peldaños, las condiciones de las demandas, forman el segundo, los sectores conexos y de apoyo forman el tercero y finalmente la condición de los factores (mano de obra especializada, infraestructura

necesaria y deficiencias) forman el último (Porter, 2005). Se identifica como Porter abarca la estructura interna y externa de una compañía para garantizar el éxito de la misma; las estrategias, infraestructura, mano de obra y la rivalidad por mencionar algunos factores, así bien con todo esto se puede observar la interconexión de muchos factores de los autores mencionados anteriormente (Véase la imagen No. 1).

Imagen 1. Diamante de Porter (Elaboración propia)



Sin embargo es importante reflejar como todas las características mencionadas en el modelo de Porter (Porter, 2005), están ligadas a la flexibilidad y capacidad de una empresa para adaptarse a los cambios constantes del día a día, se aprecia que los modelos de Michael Porter (Porter, 2005), Shelby Hunt (Hunt, 1999), Michael Hitt (Hitt, 2004), Jay Barney (Barney, 2005), nos llevan a enfocarnos fuertemente en muchos factores que van a ser un reflejo de los cambios en el mundo actual y nos

van a servir para observar que tan capaces son las empresas para adaptarse a las condiciones cada vez más complicadas de un mercado muy dinámico y exigente.

Por otra parte se observa como Porter maneja cinco fuerzas primordiales en una empresa; la entrada a nuevos competidores, amenaza de sustitutos, poder de negociación de los compradores, poder de negociación de los proveedores y la rivalidad entre los competidores, aquí se observa como el crecimiento de una empresa va a estar muy ligado al manejo de estas cinco fuerzas, ya que abarcan segmentos muy importantes y críticos como son los clientes, proveedores, el nicho de mercado que ocupa, la competencia entre otras (Porter, 2005). Reconocer, analizar y depurar correctamente estas cinco áreas junto con los peldaños del diamante de Porter darán a cualquier empresa una estructura muy solida así como la base para saber en donde enfocar sus fuerzas para ir creciendo y ganando segmentos de mercado de una forma ágil y competitivamente (Véase la imagen No. 2).

Imagen 2. Diamante de Porter (Adaptación de su fuente original por Luis Lara)



Todo esto puede parecer fácil, sin embargo ponerlo en práctica es verdaderamente complicado, por esta razón es necesario que las empresas se enfoquen en utilizar y aprovechar de la mejor manera todos los recursos internos o externos que poseen,

para poder establecer esos peldaños y bases solidas que menciona Michael Porter (Porter, 2005). Sin embargo para medirse es indispensable contar con indicadores internacionales que servirán como referencia para observar la posición en la que se encuentra México y determinar las áreas de oportunidad en la que debemos enfocar nuestros esfuerzos. Así bien se comentará en la siguiente sección la importancia del indicador World Competitiveness Index (World Economic Report, 2009) y la ponderación obtenida por los países que integran NAFTA así como Chile y Alemania.

Indicadores de Competitividad

Como se mencionó anteriormente las empresas y los países tienen que estar en constante medición y evaluación, a fin de compararse con sus semejantes y aún algo más importante, evaluar su desempeño interno; de esta manera se podrán identificar con mayor facilidad las ventajas competitivas al igual que sus debilidades y sus principales focos de atención para los siguientes meses.

A nivel mundial existen diversos indicadores que evalúan diferentes aspectos críticos de un país y los clasifican según el desempeño de estos mismos, algunos de estos indicadores son; World Competitiveness Index (World Economic Forum, 2009), World Competitiveness Yearbook (IMD, 2010), Labor Productivity (Bureau of labor, 2010). Para poder hacer un análisis más amplio en este tema se hablará y discutirá más a detalle sobre el World Competitiveness Index y sus resultados en su última publicación.

Nos referimos a este indicador debido a que es uno de los más amplios a nivel mundial y abarca muchos métricos importantes para cada país (World Economic Report, 2009), se debe aclarar que no todos están ligados a los procesos de manufactura, sin embargo nos proporcionará un amplio panorama sobre las tendencias, las principales áreas de oportunidad y la manera en como las empresas deben aprovechar las oportunidades que ofrece cada uno de los países para crecer íntegramente. Los resultados del World Competitiveness Index (World Economic Report, 2009), están basados en doce pilares fundamentales para ponderar el nivel de desempeño de un país; estos se muestran a continuación ([Véase la tabla No. 1](#)).

Aunado a esto podemos encontrar que clasifica a los países en tres principales etapas según su nivel de desarrollo los cuales pueden ser:

- Factor driven
- Efficiency driven
- Innovation driven

Tabla 1. Pilares fundamentales del nivel de desempeño de un país

Pilares	
1ero	Instituciones
2do	Infraestructura
3ero	Estabilidad Macroeconómica
4to	Salud y educación primaria
5to	Alta educación y entrenamiento
6to	Eficiencia de bien en el mercado
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo
8vo	Sofisticación del mercado financiero
9no	Tecnología
10mo	Tamaño del mercado
11vo	Sofisticación del negocio
12vo	Innovación

Estados Unidos es un punto de comparación importante, al estar en el primer lugar en competitividad de los países NAFTA y segundo a nivel mundial (World Economic report, 2009). Se observa que esta ventaja se obtiene de las innovaciones que realiza, del nivel de estudio de sus trabajadores y de las relaciones de trabajo entre las universidades y la industria, esto a pesar de que no cuentan con un buen sistema de financiamientos ó una tasa de impuestos acorde a la problemática económica mundial, sin embargo al poseer tecnología de punta han generado un mercado de gran tamaño que facilita el flujo de la oferta, propiciando así que la producción se mantenga relativamente estable (Véase la tabla No. 2) (Véase la imagen No. 3).

Tabla 2. Global Competitiveness Index Estados Unidos (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)

	EUA		
Pilar	Desempeño en	Puntaje	Rank
1er	Instituciones	4.8	34
2do	Infraestructura	5.9	8
3er	Estabilidad Macroeconómica	4.3	93
4to	Salud y educación primaria	5.9	36
5to	Educación superior y entrenamiento	5.6	7
6to	Eficiencia de los bienes en el mercado	5.1	12
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo	5.8	3
8vo	Sofisticación del mercado financiero	5	20
9no	Disponibilidad de la Tecnología	5.6	13
10mo	Tamaño del mercado	6.9	1
11mo	Sofisticación de los negocios	5.7	5
12mo	Innovación	5.8	1

Imagen 3. Global Competitiveness Index Estados Unidos (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)

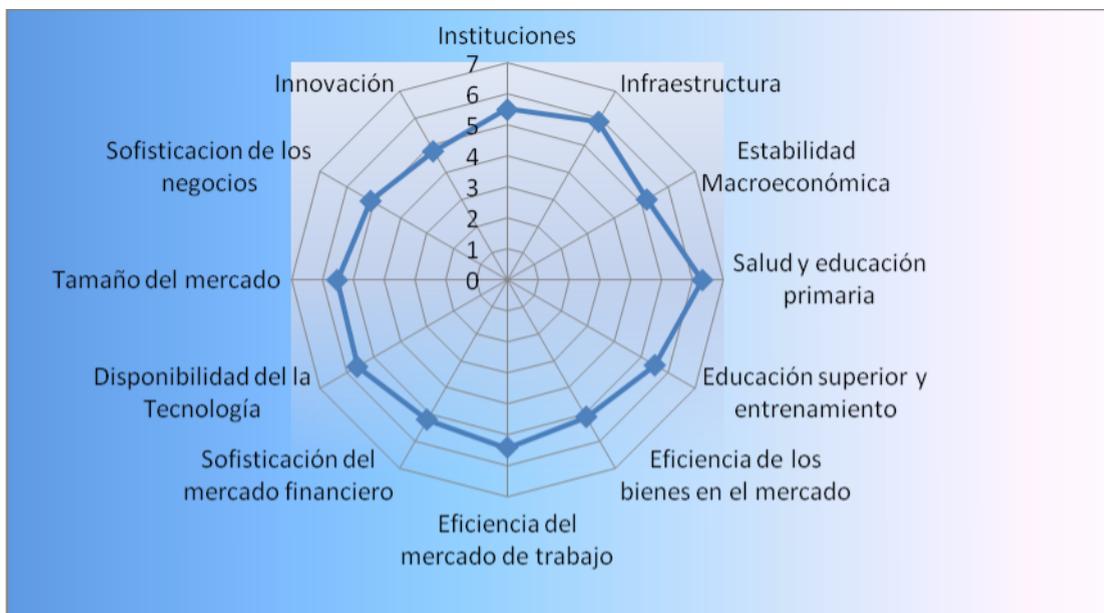


Siguiendo con otro de los países NAFTA podemos encontrar a otro país primermundista como es Canadá el cuál se encuentra ubicado en el número nueve, según el GCI 2009-2010, donde destaca ampliamente en la infraestructura, la eficiencia de su fuerza trabajadora y en la educación, sin embargo todavía tiene algunas carencias principalmente en la estabilidad macroeconómica. El tratado de comercio que tiene con EUA y México ha sido de gran ayuda para que pueda desarrollarse y crecer como país, aun cuando su fuerte no es la producción de bienes, es un país que se ha podido adaptar a los cambios con bastante agilidad y además ha aprovechado de manera eficaz los recursos naturales que tiene. Sin embargo la producción de bienes no se ha desarrollado de igual manera que en los demás países primermundistas debido a los sistemas gubernamentales que manejan, debido a que los principales problemas que se tienen en Canadá al momento de hacer negocios es el acceso para el financiamiento, la tasa de impuestos y las restricciones en cuanto a las regulaciones laborales (World Economic report, 2009) (Véase la tabla No. 3) (Véase la imagen No. 4).

Tabla 3. Global Competitiveness Index Canadá (adaptación de su fuente original por Luis Lara)

Canadá			
Pilar	Desempeño en	Puntaje	Rank
1er	Instituciones	5.5	17
2do	Infraestructura	5.9	7
3er	Estabilidad Macroeconómica	5.2	31
4to	Salud y educación primaria	6.3	7
5to	Educación superior y entrenamiento	5.5	9
6to	Eficiencia de los bienes en el mercado	5.1	16
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo	5.4	7
8vo	Sofisticación del mercado financiero	5.2	11
9no	Disponibilidad del la Tecnología	5.6	11
10mo	Tamaño del mercado	5.5	14
11mo	Sofisticación de los negocios	5.1	17
12mo	Innovación	4.8	12

Imagen 4. Global Competitiveness Index Canadá (Adaptación de su fuente original por Luis Lara)



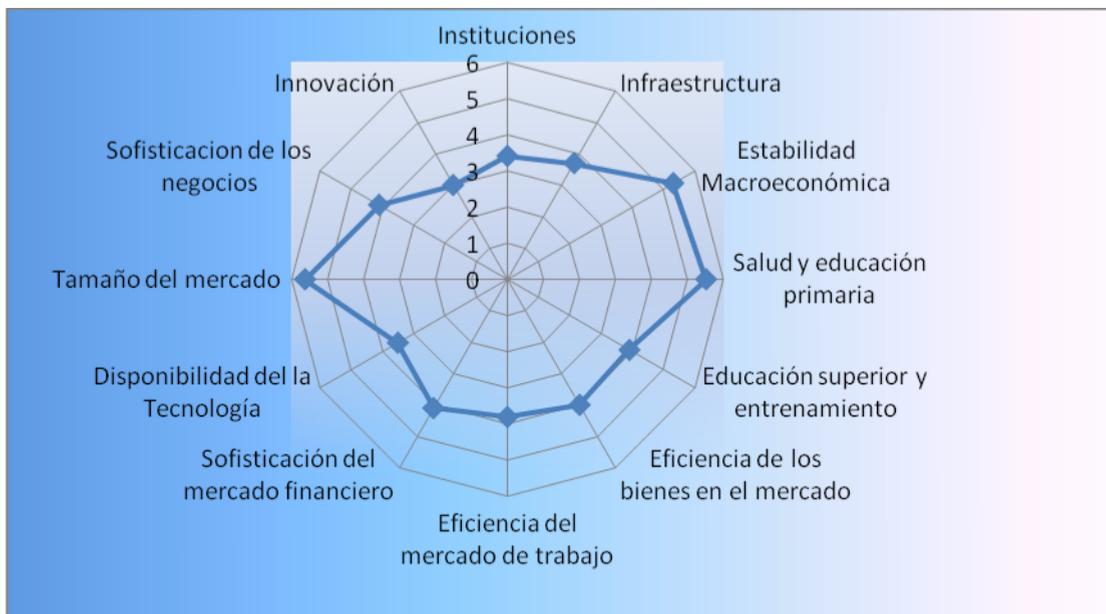
En el caso de México se observa que la alta ineficiencia burocrática, la corrupción, el crimen organizado, las deficiencias de acceso a un financiamiento y las dificultades generadas por regulaciones laborales muy restrictivas provocan que la competitividad se vea disminuida considerablemente, sobre todo porque al ser vecinos territoriales de Estados Unidos estamos en clara desventaja competitiva, sin embargo a pesar de esto México cuenta con características que le ayudan; una buena red de carreteras, bancos con economías sólidas y un excelente mercado local, aunado esto a una educación básica casi asegurada para su fuerza laboral, propicia una mano de obra de gran nivel. (World Economic report, 2009)

Por otra parte México se encuentra en una etapa de transición entre la dirección eficiente y la dirección por innovación, sin embargo debido a la baja innovación se encuentra por debajo de Panamá en el ranking 2009-2010 a pesar de que este último país aun está en su etapa de dirección eficiente (Véase la tabla No. 4) (Véase la imagen No. 5).

Tabla 4. Global Competitiveness Index México (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)

México			
Pilar	Desempeño en	Puntaje	Rank
1er	Instituciones	3.4	98
2do	Infraestructura	3.7	69
3er	Estabilidad Macroeconómica	5.3	28
4to	Salud y educación primaria	5.5	65
5to	Educación superior y entrenamiento	3.9	74
6to	Eficiencia de los bienes en el mercado	4	90
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo	3.8	115
8vo	Sofisticación del mercado financiero	4.1	73
9no	Disponibilidad del la Tecnología	3.5	71
10mo	Tamaño del mercado	5.6	11
11mo	Sofisticación de los negocios	4.1	62
12mo	Innovación	3	78

Imagen 5. Global Competitiveness Index México (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)

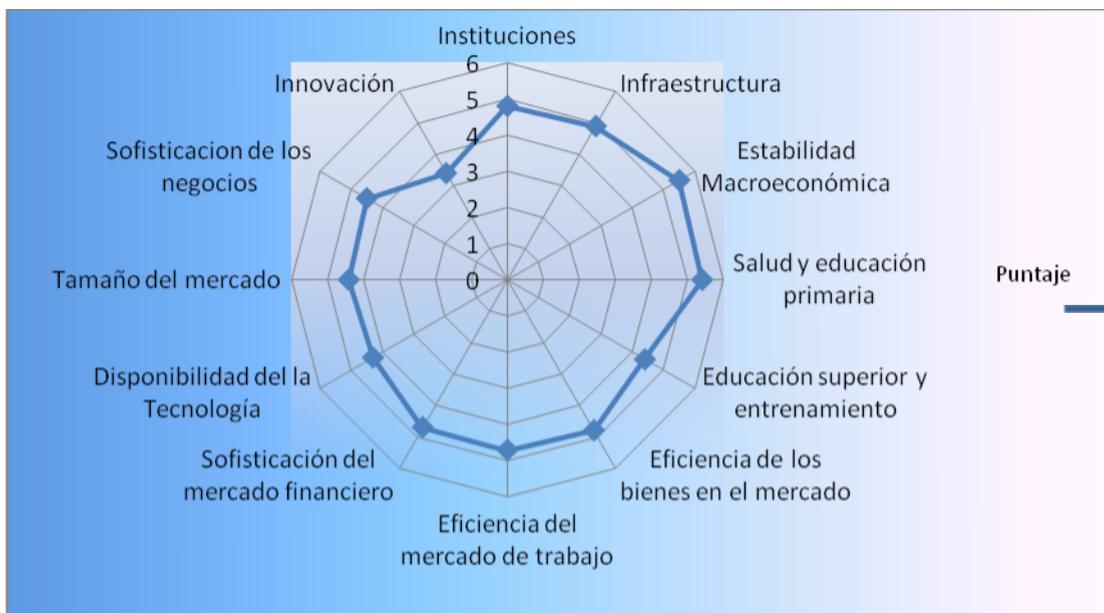


Analizando a Chile encontramos que a pesar de ser un país más pequeño que México se encuentra en el lugar número treinta, una posición privilegiada para un país de América latina, esto a pesar que ha perdido lugares en competitividad en los últimos años, por 3 razones principales; relaciones laborales excesivamente restrictivas, una ineficiente burocracia en el gobierno y una inadecuada educación en la fuerza de trabajo. Sin embargo la protección y eficacia de sus instituciones, el excelente sistema de carreteras, la alta competencia empresarial y su baja corrupción generan en este país una buena competitividad con respecto a los demás países de la región, frente a México obtiene ventaja en la sofisticación de los mercados, la innovación, la calidad y numero de instituciones (World Economic Report, 2009) (Véase la tabla No. 5) (Véase la imagen No. 6).

Tabla 5. Global Competitiveness Index Chile (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)

CHILE			
Pilar	Desempeño en	Puntaje	Rank
1er	Instituciones	4.8	35
2do	Infraestructura	4.9	30
3er	Estabilidad Macroeconómica	5.5	19
4to	Salud y educación primaria	5.4	69
5to	Educación superior y entrenamiento	4.4	45
6to	Eficiencia de los bienes en el mercado	4.8	26
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo	4.7	41
8vo	Sofisticación del mercado financiero	4.7	32
9no	Disponibilidad del la Tecnología	4.3	42
10mo	Tamaño del mercado	4.4	44
11mo	Sofisticación de los negocios	4.5	39
12mo	Innovación	3.4	49

Imagen 6. Global Competitiveness Index Chile (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)



Alemania otro país de primer mundo posicionado en el lugar número siete según GCI 2009-2010, resalta por su gran infraestructura, se observa que el nivel de tecnología, la sofisticación de la forma de hacer negocios así como el tamaño del mercado son los pilares que han llevado a este país a posicionarse como los mejores en el mundo para producir y fabricar bienes de muy alta tecnología.

Basándose en la calidad de las redes de comunicación y transporte, en la exigente competencia interna, la efectividad de la política anti-monopolista ha hecho que Alemania sea uno de los mejores países a nivel mundial para realizar negocio. Sin embargo esto lo han sembrado a través de los años fomentando una cultura de auto-sofisticación, teniendo grandes proveedores locales, un gran control internacional de distribución, una excelente cadena de valor y sobre todo una capacidad de innovación que los coloca como el número dos a nivel mundial en este rubro

Se puede ver que Alemania es un país modelo, que se puede tomar como ejemplo en muchos aspectos, teniendo la peculiar característica de ser productores de sus propios bienes y la gran disputa interna por el mercado hace que cada día mejoren su calidad, eleven sus metas y sean más exigentes internamente, a diferencia de

otros países como México que los monopolios y mala distribución de bienes producen un rechazo al crecimiento interno del país (World Economic report, 2009) (Véase la tabla No. 6) (Véase la imagen No 7).

Tabla 6. Global Competitiveness Index Alemania (adaptación de su fuente original por Luis Lara)

Alemania			
Pilar	Desempeño en	Puntaje	Rank
1er	Instituciones	5.5	16
2do	Infraestructura	6.6	1
3er	Estabilidad Macroeconómica	5.3	30
4to	Salud y educación primaria	6	24
5to	Educación superior y entrenamiento	5.1	22
6to	Eficiencia de los bienes en el mercado	5	18
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo	4.3	70
8vo	Sofisticación del mercado financiero	4.7	36
9no	Disponibilidad del la Tecnología	5.6	12
10mo	Tamaño del mercado	6	5
11mo	Sofisticación de los negocios	5.8	2
12mo	Innovación	5.1	7

Imagen 7. Global Competitiveness Index Alemania (adaptación de su fuente original por Luis Lara)



Así bien comparando los resultados de los diferentes países se observa que EUA y Alemania tienen una amplia ventaja sobre los demás en términos de innovación y terreno en el mercado, sin embargo con ideologías diferentes, ya que Alemania promueve en demasía las empresas nacionales y basa su economía en empresas locales, mientras que EUA en gran parte aprovecha la debilidad de otros países para ir creciendo cada vez más.

Para México es muy importante basarse y seguir la ideología de Perú que aun siendo un país relativamente pequeño su economía es un ejemplo a seguir en latino América gracias a la alta competencia interna que tienen y el buen manejo del mercado.

México necesita empezar a crecer en lo que se refiere a innovación, infraestructura y nivel de tecnología, sin embargo para que esto ocurra tendrán que existir diversos cambios internos, empezando por eliminar la gran cantidad de monopolios que existen, elevando la competitividad interna del país y mejorando la burocracia del mismo, dejando de ser un país productor de bienes para pasar a ser un país innovador de productos, tomando como base los modelos económicos de las grandes potencias pero sin dejar que estas grandes potencias absorban la gran mano de obra que existe en nuestro país y los excelentes recursos naturales con lo que contamos.

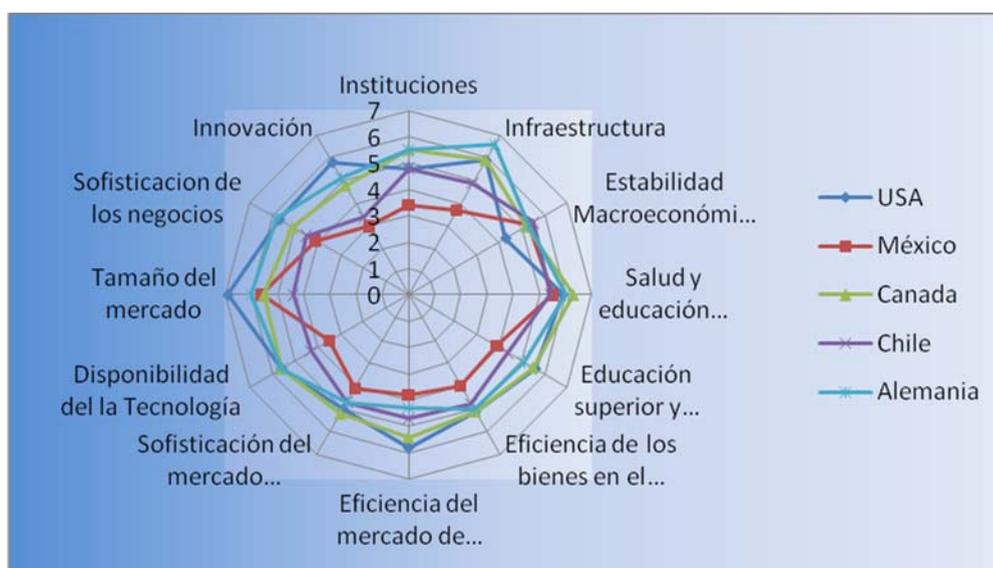
A continuación se muestra una tabla de comparación entre los países mencionados (Véase la tabla No. 7) (Véase la imagen No. 8).

Tabla 7. Comparación entre países mencionados (adaptación de su fuente original por Julio Guemes)

Pilar	Desempeño en	USA	México	Canada	Chile	Alemania
1er	Instituciones	4.8	3.4	5.5	4.8	5.5
2do	Infraestructura	5.9	3.7	5.9	4.9	6.6
3er	Estabilidad Macroeconómica	4.3	5.3	5.2	5.5	5.3
4to	Salud y educación primaria	5.9	5.5	6.3	5.4	6
5to	Educación superior y entrenamiento	5.6	3.9	5.5	4.4	5.1
6to	Eficiencia de los bienes en el mercado	5.1	4	5.1	4.8	5
7mo	Eficiencia del mercado de trabajo	5.8	3.8	5.4	4.7	4.3
8vo	Sofisticación del mercado	5	4.1	5.2	4.7	4.7

Pilar	Desempeño en	USA	México	Canada	Chile	Alemania
	financiero					
9no	Disponibilidad del la Tecnología	5.6	3.5	5.6	4.3	5.6
10mo	Tamaño del mercado	6.9	5.6	5.5	4.4	6
11mo	Sofisticacion de los negocios	5.7	4.1	5.1	4.5	5.8
12mo	Innovación	5.8	3	4.8	3.4	5.1

Imagen 8. Comparación entre países mencionados



Matriz de herramientas de Productividad

Con el paso del tiempo han ido surgiendo diferentes herramientas que han servido para mejorar la productividad de las empresas, el buen aprovechamiento de ellas y la adecuada implementación han hecho que las empresas crezcan de manera significativa de un año a otro haciéndose más productivas y eficientes. Aunque pareciera que las mejores herramientas para las empresas han sido aquellas que han surgido en las últimas décadas, en la siguiente tabla se muestra como las herramientas han variado atreves años atrás y han sido la principal base para el crecimiento de las empresas (Véase las tablas desde No. 8 hasta No.13).

Tabla 8. Etapas de manufactura; Rev. Industrial

Etapa de Manufactura	Año/Época	Herramienta	Autor
<ul style="list-style-type: none"> Revolución Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> Principios de 1700 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de la máquina de vapor Aumento de horas de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Arnold Toynbee <p>(Toynbee, 1987)</p>

- Utilización de la máquina de vapor: Mejora los tiempos de producción con maquinas semiautomáticas y facilita el transporte.
- Aumento de horas de trabajo: Genera productos extras para poder exportar.

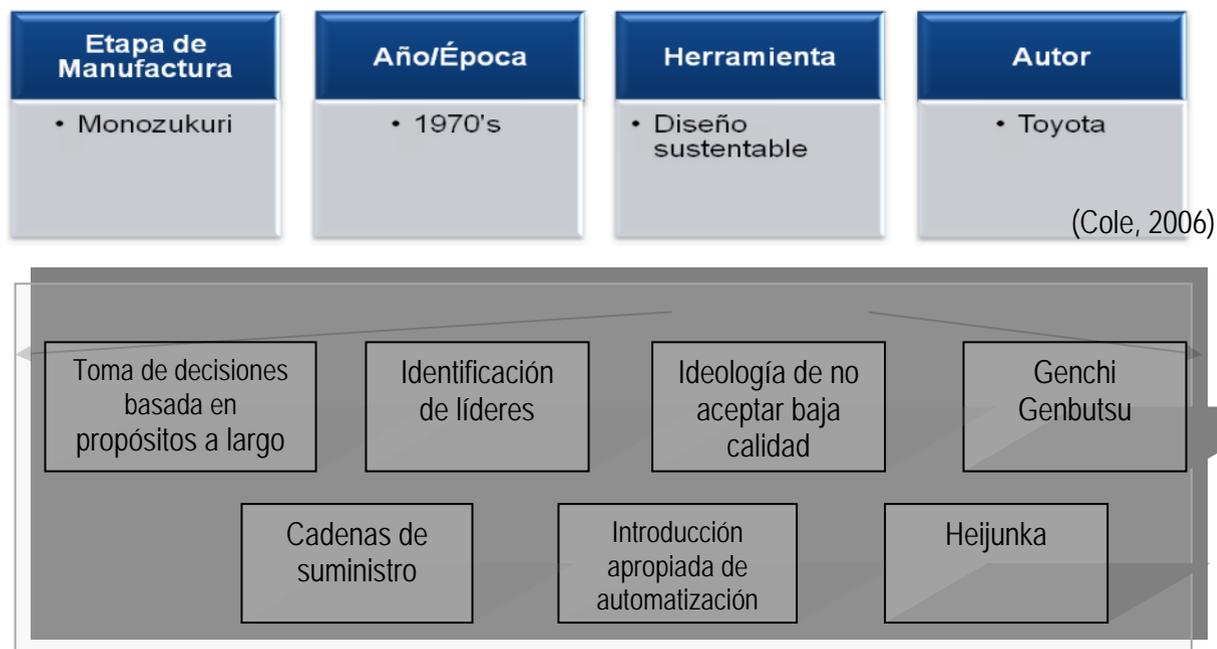
Tabla 9. Etapas de manufactura; IO

Etapa de Manufactura	Año/Época	Herramienta	Autor
<ul style="list-style-type: none"> Investigación de operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Final de 1950's 	<ul style="list-style-type: none"> Programación lineal Lineas de espera Programación dinamica Teoría de inventarios Teoría de colas Simulación por computadora 	<ul style="list-style-type: none"> Jorda 1873, Minkowski 1896, Farkas 1903 <p>(Prawda, 2002)</p>

- Programación lineal: Minimizar los costos y maximizar la eficiencia mediante ciertos límites y obligaciones.
- Líneas de espera: Encontrar el estado estable del sistema y determinar una capacidad de servicio apropiada.

- Programación dinámica: Se utiliza cuando antes de llegar al objetivo final tenemos que pasar por ciertas fases intermedias, pero relacionadas, si una de ellas no se logra adecuadamente se afecta el objetivo final.
- Teoría de inventarios: Mejorar la toma de decisiones sobre inventarios (métodos A, B, C, Modelo de cantidad económica de pedido)
- Teoría de colas: Optimizar distribuciones en condiciones de aglomeraciones. Se encarga de eliminar los tiempos de espera o demoras innecesarias y los puntos de interés son el tiempo de espera y el número de clientes
- Simulación por computadora: Permite mediante la simulación de un problema o método, a través del uso de un programa por computadora, anticiparnos a conocer el impacto o resultado de un problema.

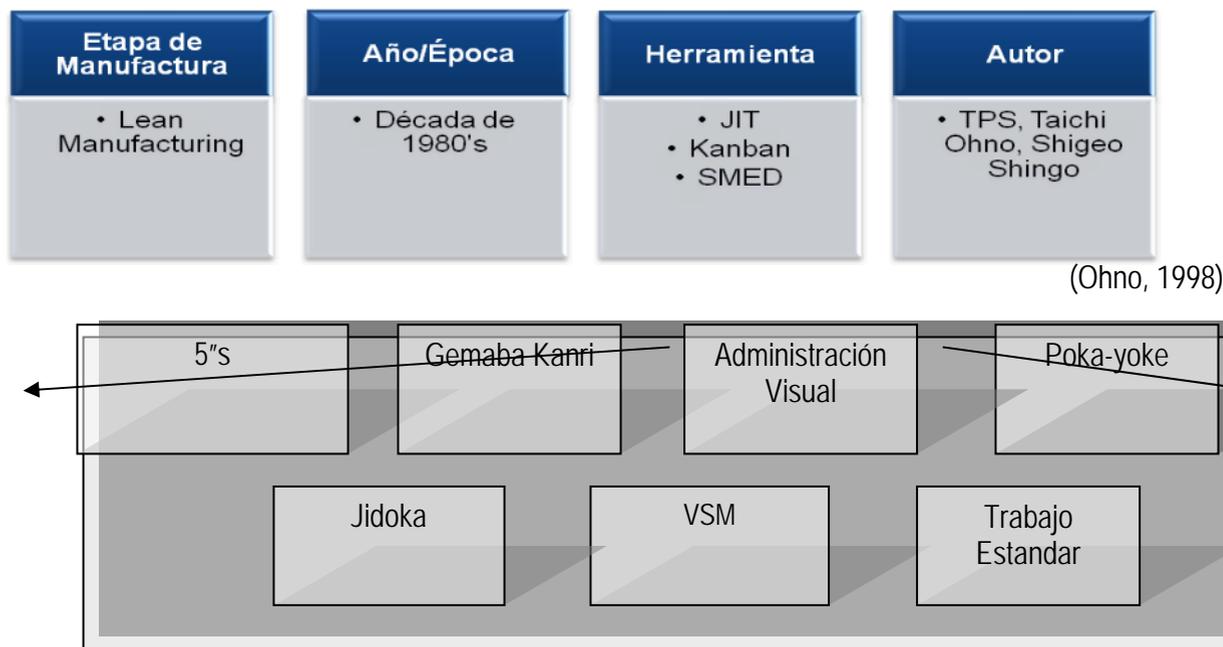
Tabla 10. Etapas de manufactura; MONOZUKURI



- Diseño sustentable: Reducir desperdicios utilizando CAD y CAM.
- Introducción apropiada de automatización: Reduce costos de sobre automatización y provee del capital humano necesario.

- Toma de decisiones basada en propósitos a largo plazo: Genera un proceso de mejora en el valor agregado para los clientes.
- Identificación de líderes: Propician la transmisión de los conocimientos de la empresa y la formación de nuevos líderes.
- Crear una ideología de no aceptar baja calidad: Ayuda a disminuir los desperdicios en bases a una fuerte ideología de eliminación de errores.
- Genchi Genbutsu: Conocimiento del recurso humano para generar ideas.
- Cadenas de suministro: Facilita el acceso a recursos.
- Heijunka: Balanceo del WIP y eliminación de la fluctuación del Buffer.

Tabla 11. Etapas de manufactura; Lean Manufacturing



- JIT: Incrementar la flexibilidad y disminuir el tiempo de respuesta entre productor y consumidor.
- Kanban: Señalar la necesidad de partes para asegurar que estas partes sean producidas a tiempo, para asegurar la fabricación subsecuente.
- SMED: Realizar cambios de modelos más rápidos, y con mayor frecuencia, producir lotes más pequeños, reducir inventario, mejorar la calidad.

- 5'S: Obtener un lugar de trabajo ordenado, limpio, confortable, seguro y productivo.
- Gemba Kanri: Administración del lugar del trabajo.
- Administración visual: Hacer visibles para todas las personas la situación real, así como los problemas, para prevenir o impedir su ocurrencia.
- Poka Yoke: Detectar y erradicar los errores antes que se conviertan en defectos.
- Jidoka: Hacer que los equipos o procesos sean lo suficientemente inteligentes para detectar un estado indeseable o anormal y parar para no producir un producto defectuoso.
- VSM: Enfocar la atención en el flujo, para ver las fuentes de desperdicio, el flujo de información y materiales.
- Trabajo estándar: Documentar el proceso, dar instrucciones al operador, reducir las variaciones en el proceso, y describir el mejor método al momento de hacer la operación.

Tabla 12. Etapas de manufactura; Manufactura clase mundial

Etapa de Manufactura	Año/Época	Herramienta	Autor
<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura de clase mundial 	<ul style="list-style-type: none"> • Década de 1980's 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción bajo pedido • Flujo continuo 	<ul style="list-style-type: none"> • 1980 Omark Industries, GE, Kawasaki <p>(Schonberger, 1983)</p>

- Producción bajo pedido: Producir en cantidades pequeñas de acuerdo a las especificaciones del cliente. Proceso productivo poco automatizado y estandarizado.
- Flujo continuo: Ritmo de producción acelerado con operaciones ejecutadas sin interrupción.
- Lotes pequeños: Permitir cierto grado de especialización de la mano de obra con una inversión de capital baja.
- Partes de familia: Producir productos similares para agilizar la producción y evitar el cambio de herramientas.

- Hacer las cosas bien a la primera: Evitar defectos y pérdida de tiempo causada por la re manufactura así como aumentar el nivel de calidad.
- Manufactura celular: Reducir los tiempos de preparación y la inversión en nuevos equipos y producir en grupos independientes.
- Cero defectos: Obtener la calidad deseada en los productos mediante la auto-inspección basándose en la fuente de los defectos.
- Reducción de variabilidad: Cumplir con las especificaciones del producto para evitar posibles fallas.
- Equipo de alto rendimiento: Equipo que ha alcanzado los objetivos propuestos de una manera excelente en términos de eficacia y eficiente.
- Control estadístico del proceso: Detectar mediante técnicas estadísticas si un proceso es estable y cumple con las especificaciones requeridas.
- 5 Porqués: Explorar las relaciones causa-efecto que generan un problema en particular.
- Diagrama de afinidad: Organizar la información reunida en una lluvia de ideas.
- ANOVA: Determinar que variables son las que aportan una mayor contribución en el diseño de experimentos.
- Balanced Scorecards: Medir que tan bien alineadas están las actividades del mercado con la visión estratégica de la compañía.
- Identificación de cuellos de botella: Remover los cuellos de botella para lograr mayor productividad.

Tabla 13. Etapas de manufactura; Lean Six Sigma

Etapas de Manufactura	Año/Época	Herramienta	Autor
• Lean Six Sigma	• Finales de 1990's	• Matriz de causa y efecto • Gráficos de control	(George, 2002)

- Matriz de causa y efecto: Enfatizar la importancia de los requerimientos del cliente.

- Gráficos de control: Examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, además de distinguir las causas de variación comunes.
- Diseño de experimentos: Proporcionar la máxima cantidad de información pertinente al problema bajo investigación al mínimo costo.
- AMEF: Analizar y clasificar el modo potencial de falla de un proceso.
- Kaizen: Mejoramiento continuo, acumulación de mejoras y ahorros con el objetivo de superar a la competencia en niveles de calidad, productividad, costos y plazos de entrega.
- DMAIC: Mejorar un sistema existente mediante: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y control.
- R&R: Asegurar la calidad de los resultados de calibración.
- OEE: Indicar el estado actual del proceso de manufactura, muestra el efecto de los problemas de manufactura.
- Análisis de la capacidad del proceso: Evaluar si un proceso cumple con las características técnicas deseadas.
- Gráficas de flujo del proceso: Describir y mejorar el proceso de transformación en los sistemas productivos.
- Análisis QFD: Permite entender la prioridad de las necesidades de los clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades a través de la mejora continua.
- Diagrama SIPOC: Diagrama para asegurar que se tenga un concepto claro del proceso y del flujo de los proveedores a consumidores.
- Takt Time: Determinar el tiempo que toma producir un artículo con el objetivo de satisfacer la demanda promedio.
- Value Stream Mapping: Identificar los cuellos de botella y las etapas en las que no se presenta un valor orientado hacia el cliente en el producto.

Herramientas pilares para una organización

5'S

Es una metodología japonesa que se desarrollo en Toyota mediante un trabajo intenso en un contexto de manufactura, las empresas orientadas a los servicios pueden ver con facilidad circunstancias semejantes en sus “líneas de producción”, ya que las condiciones que existen en el proceso complican el trabajo, por ejemplo tener formatos en exceso que impidan el avance hacia la satisfacción del cliente (Véase la imagen No. 9).

Imagen 9. Diagrama representativo 5'S



Los pasos de las 5'S son los siguientes:

Seiri (Separar): Diferenciar entre los elementos necesarios de los innecesarios en el lugar de trabajo y deshacerse de estos últimos. Debe establecerse un tope sobre el número de ítems necesarios. En el lugar de trabajo puede encontrarse toda clase de objetos. Una mirada minuciosa revela que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de estos; muchos otros objetos no se utilizaran nunca o solo se necesitarán en un futuro distante.

Seiton (Ordenar): Disponer de forma ordenada de todos los elementos que queden después del Seiri. Seiton significa clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados. Debe especificarse no sólo la ubicación, sino también el número máximo de ítems que se permite.

Seiso (Limpiar): Mantener limpio el lugar de trabajo y todos los elementos que se usan. También hay un axioma que dice: Seiso significa verificar. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina está cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se esté formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos. Una vez reconocidos estos problemas, pues en solucionarse con facilidad.

Seiketsu (Sistematizar): mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, elementos de protección, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. Otra interpretación de seiketsu es continuar trabajando en seiri, seiton y seiso en forma continua y todos los días. Por ejemplo, es fácil ejecutar el proceso de seiri una vez y realizar algunos mejoramientos, pero sin un esfuerzo por continuar tales actividades, muy pronto la situación volverá a lo que era originalmente. Es fácil hacer sólo una vez el kaizen en el gemba.

Shitsuke (Estandarizar): Construir una autodisciplina que favorezca el uso permanente de las 5'S mediante el uso de estándares. En esta etapa final, la gerencia debe haber establecido los estándares para cada paso de las 5 S, y asegurarse de que el gemba esté siguiendo dichos estándares. Los estándares deben abarcar formas de evaluar el progreso en cada uno de los cinco pasos.

Teoría de colas

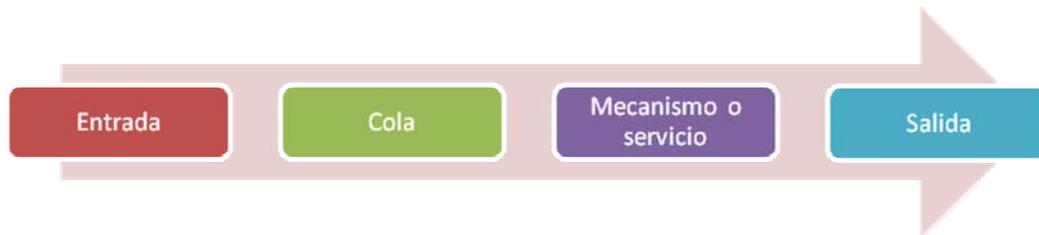
La teoría de colas es el estudio matemático del comportamiento de las líneas de espera. Esta se presenta cuando los clientes llegan a un lugar demandado un servicio a un servidor, el cual tiene una cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible inmediatamente y el cliente decide esperar entonces se forma una línea de espera. Esta teoría es una herramienta de valor en los negocios debido a un gran número de problemas que pueden caracterizarse.

Los sistemas de colas son modelos que proporcionan servicio. Como modelo, pueden representar cualquier sistema en donde los trabajos o clientes llegan buscando un servicio de algún tipo y salen después de que dicho servicio haya sido atendido. Podemos modelar los sistemas de este tipo tanto como colas sencillas o como un sistema de colas interconectadas formando una red de colas. En la siguiente figura podemos ver un ejemplo de modelo de colas sencillo. Este modelo puede usarse para representar una situación típica en la cual los clientes llegan, esperan si los servidores están ocupados, son servidos por un servidor disponible y se marchan cuando se obtiene el servicio requerido.

El problema es determinar qué capacidad o tasa de servicio proporciona el balance correcto. Esto no es sencillo, ya que un cliente no llega a un horario fijo, es decir, no se sabe con exactitud en qué momento llegarán los clientes.

A continuación se muestra un sistema típico, la entrada o llegadas de los clientes, la cola, el mecanismo de servicio integran el sistema de colas y por último la salida de los clientes (Véase la imagen No. 10).

Imagen 10 Diagrama representativo Teoría de Colas



Un sistema de colas cuenta con las siguientes características:

- Patrón de llegada de los clientes
- Patrón de servicio de los servidores
- Disciplina de la cola
- Capacidad del sistema
- Número de canales de servicio
- Numero de etapas del servicio

Una parte importante de la teoría de colas es su disciplina: Es el modo en el que los clientes son seleccionados para ser servidos. Las disciplinas más habituales son:

- La disciplina FIFO (first in first out), también llamada FCFS (first come first served): según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado.
- La disciplina LIFO (last in first out), también conocida como LCFS (last come first served) o pila: que consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último.
- La RSS (random selection of service), o SIRO (service in random order), que selecciona a los clientes de forma aleatoria.

Administración de inventarios

Un inventario es la existencia de bienes mantenidos para su uso o venta en el futuro. La administración de inventario consiste en mantener disponibles estos bienes al momento de requerir su uso o venta, basados en políticas que permitan decidir cuándo y en cuánto reabastecer el inventario. La administración de inventarios se centra en cuatro aspectos básicos (Véase la imagen No. 11).

La administración de inventarios consiste en proporcionar los inventarios que se requieren para mantener la operación al costo más bajo posible.

El objetivo de la administración de inventarios, tiene dos aspectos que se contraponen: Por una parte, se requiere minimizar la inversión del inventario, puesto que los recursos que no se destinan a ese fin, se pueden invertir en otros proyectos aceptables que de otro modo no se podrían financiar. Por la otra, hay que asegurarse de que la empresa cuente con inventario suficiente para hacer frente a la demanda cuando se presente y para que las operaciones de producción y venta funcionen sin obstáculos.

Ambos aspectos del objeto son conflictivos, ya que reduciendo el inventario se minimiza la inversión, pero se corre el riesgo de no poder satisfacer la demanda de las operaciones de la empresa. Si se tienen grandes cantidades de inventario, se disminuyen las probabilidades de no poder satisfacer la demanda y de interrumpir las operaciones de producción y venta, pero también se aumenta la inversión.

Imagen 11 Diagrama representativo Administración de inventarios



Sistema de Gestión de la Calidad

Una condición indispensable para asegurar la implantación de una estrategia de Calidad Total consiste en definir y entender con claridad lo que significa este concepto. Es decir, los directivos de una organización que se proponen implantar la Calidad Total como estrategia para competir tienen que saber exactamente lo que quieren decir cuando hablan de calidad, o de mejorar la calidad del producto o servicio, tienen que saber cómo dividir la calidad global de proyectos de mejora manejables y como medir la calidad del producto (Véase la tabla No. 14).

La administración de la calidad es la función organizacional cuyo objetivo es la prevención de defectos (Brown, 1995). El objetivo de la gerencia de la calidad es fabricar un producto cuya calidad se diseña, produce y mantiene al menor costo posible.

La ingeniería de calidad es una rama de la ingeniería que interviene en las actividades de cada departamento de la empresa cuya actividad más importante es la implementación de programas de control de calidad. La ingeniería de la calidad también ayuda en la evaluación mediante el establecimiento de métodos.

Tabla 14. Tabla de conceptos de calidad

<p>Edwards Deming (Deming, 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • la calidad no es otra cosa más que "Una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua"
<p>Josep Juran (Juran, 2010)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente.
<p>Kauro Ishikawa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

(Ishikawa, 1985)

La empresa moderna es un sistema complejo en el que se toman decisiones se comunican y se instrumentan. Los componentes de la producción, incluida la calidad, dependen de la manera como se toman las decisiones de la estructura de la red de comunicaciones y del sistema de instrumentación. Las personas de todos los niveles de la organización, desde el director ejecutivo hasta el obrero de la línea de producción tienen por consiguiente alguna influencia en la calidad final. La calidad es trabajo de todos, pero la calidad debe ser dirigida por la administración. (Deming, 2001)

La Calidad Total es el estadio más evolucionado dentro de las sucesivas transformaciones que ha sufrido el término Calidad a lo largo del tiempo. En un primer momento se habla de Control de Calidad, primera etapa en la gestión de la Calidad que se basa en técnicas de inspección aplicadas a Producción. Posteriormente nace el Aseguramiento de la Calidad, fase que persigue garantizar un nivel continuo de la calidad del producto o servicio proporcionado. Los principios fundamentales de este sistema de gestión son los siguientes:

- Consecución de la plena satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente (interno y externo).
- Desarrollo de un proceso de mejora continua en todas las actividades y procesos llevados a cabo en la empresa (implantar la mejora continua tiene un principio pero no un fin).
- Total compromiso de la Dirección y un liderazgo activo de todo el equipo directivo.
- Participación de todos los miembros de la organización y fomento del trabajo en equipo hacia una Gestión de Calidad Total.
- Involucración del proveedor en el sistema de Calidad Total de la empresa, dado el fundamental papel de éste en la consecución de la Calidad en la empresa.
- Identificación y Gestión de los Procesos Clave de la organización, superando las barreras departamentales y estructurales que esconden dichos procesos.
- Toma de decisiones de gestión basada en datos y hechos objetivos sobre gestión basada en la intuición. Dominio del manejo de la información.

Mantenimiento Productivo Total

Es una filosofía diseñada para integrar todo el mantenimiento de los equipos de producción al proceso de manufactura. Su objetivo es eliminar perdidas ligadas al mantenimiento del equipo que sirvan para producir bienes vendibles con equipo sano, tan rápido como sea posible y sin paros inesperados.

Es un sistema administrativo diseñado para facilitar el desempeño de la industria. Se apoya en la participación proactiva de todo el personal que compone la empresa, incluyendo a los proveedores (Nakajima, 1988).

El personal de mantenimiento debe ser bastante estricto al observar el cumplimiento de sus deberes, al igual que también es cierto que no debe excederse en el riesgo aplicado a sus acciones. Uno de los puntos más importantes del Mantenimiento Productivo Total es: Cada operador y personal de mantenimiento deben ser instruidos eficazmente con el objeto de que puedan tomar decisiones propias. Sin embargo para poder llegar a un nivel de mantenimiento autónomo, se tiene que ir evolucionando poco a poco como empresa en los niveles de implementación de mantenimiento sus equipos, es decir si solamente se cuenta con mantenimiento correctivo va a ser imposible querer implementar un nivel autónomo en toda la planta, es por eso que la implementación del mantenimiento tendrá que ir evolucionando junto con la empresa.

No es fácil implementar un buen sistema de mantenimiento y el principal problema se encuentra en la cultura tanto de operadores y directivos al creer que la manufactura y el mantenimiento se ven desde perspectivas diferentes. Existen cuatro diferentes métodos de mantenimiento, cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas por lo que es necesario conocerlas para utilizar las que mejor convengan a la empresa (Véase la tabla No. 15 y 16).

Tabla 15. Tipos de mantenimiento; Correctivo y Preventivo

Tipo	Características	Ventajas
<p>Correctivo: Se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.</p>	<p>Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si el equipo esta preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo. • No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria .
<p>Preventivo: Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periodicas y la renovación de los elementos dañados.</p>	<p>Consiste en programar revisiones de los equipos, apoyandose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los historicos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en • El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos. • Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de l.los recambios o medios necesarios.

Para implementar TPM y poder llegar a un mantenimiento autónomo es necesario seguir los siguientes pasos:

- Preparación para la implementación
- Inicio de actividades del TPM
- Implementación del Plan maestro
- Estabilización, acciones de control midiendo resultados

Tabla 16. Tipos de mantenimiento; Predictivo y autónomo

Tipo	Características	Ventajas
<p>Predictivo: Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas.</p>	<p>Para conseguir este mantenimiento se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parametros físicos. Asi como estadísticos que faciliten la determinación de una falla</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La intervención en el equipo o cambio de un elemento. • Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.
<p>Autónomo. Es el mantenimiento realizado por los operadores de la maquina.</p>	<p>Los operadores de las maquinas cuentan con la capacitación necesaria proporcionar un mantenimiento básico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo. • El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Conclusión

Durante el desarrollo del documento se han presentado diferentes modelos de competitividad así como el indicador World Competitiveness Index y se ha propuesto un auto diagnóstico que permita a las empresas conocer su nivel de competitividad en base a una propuesta de competitividad dividida en cuatro niveles; Preliminar, Continuous Improvement, world Class, Best Class.

El concepto de Competitividad puede verse como la integración de ciertas características que permiten a las empresas obtener una ventaja competitiva en el mercado. Cada característica necesita de diferentes herramientas y métodos de manufactura, estos presentan diferentes niveles de complejidad y de condiciones de utilización en base a las características de la empresa.

Para facilitar la ubicación del nivel de competitividad se desarrolló una herramienta de auto diagnóstico que en base al total de puntos es posible determinar el nivel de competitividad de la empresa para a partir de ahí rediseñar los proyectos de mejoras en la empresa.

Referencias

- Allon. (2006, Agosto). Competition and service industry. Retrieved lunes 12, 2010, from ProQuest Dissertations & Theses.
- Brown, D. (1995). Quality through Quality. New Jersey: LRP publications.
- Bureau of labor, D. o. (2010, March 08). U.S. Bureau of Labor Statistics. Retrieved July 08, 2010, from http://www.bls.gov/fls/intl_productivity_charts.htm
- Cole, R. (2006). Technology management in Japan. Oxford University Press.
- Corvalán, E. (2007). Centro Interamericano para el desarrollo del conocimiento en la formación Profesional. Retrieved Julio 8, 2010, from Tendencias Actuales de la Productividad y Calidad: www.cinterfor.org.uy
- E. Deming. (2001). Quality Progress. Retrieved Julio 30, 2010, from Proquest Journals: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=75449491&sid=8&Fmt=4&clientId=29028&RQT=309&VName=PQD>
- George, M. (2002). Lean Six Sigma combining Six Sigma Quality with lean speed. Mc Graw Hill.
- Hitt, M. (2004, Febrero 13). Strategic Management: Competitiveness and Globalization. Retrieved Julio 9, 2010
- Hunt, S. (1999, Noviembre 30). A General Theory of Competition: Resources, Competences, Productivity, Economic Growth. Retrieved Julio 9, 2010
- IMD. (2010). World Competitiveness Scoreboard 2010. Retrieved Julio 9, 2010, from www.imd.ch: <http://www.imd.ch/research/publications/wcy/index.cfm>
- Ishikawa, K. (1985). What is total quality control? The Japanese way. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- J, B. (2005, Julio 7). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Retrieved Julio 9, 2010
- Joseph, A. (2010). The new Juran Quality book. St. Louis: Kindle edition.
- Leonard, D. (2007, 01 01). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. Retrieved julio 15, 2010, from Strategic Management Journal: www.ejournal.unam.mx/rca/2009/RCA20901.pdf
- Leung, H. (2002). Estrategias sindicales y modelo económico español/Union strategies and Spanish economic model. Retrieved Julio 9, 2010, from ProQuest Dissertations & Theses.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total productive Maintenance. Kingwood T.X.: Productivity Press.
- Ohno, T. (1998). Toyota Production System-Beyond scale production. Productivity, Inc.
- Porter, M. (2005). Estrategia Competitiva. Técnicas para el análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. Retrieved Julio 9, 2010, from Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Uruguay: www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/.../AO_7porter1.pdf
- Prawda, J. (2002). Investigación de Operaciones. México: Editorial Lumina.
- Roehn, T. (2006, October). Economic Research at the university of Washington Ifo Institute for economic research at the University of Munich. Retrieved Julio 12, 2010, from Sources of the German Productivity Demise: faculty.washington.edu/te/papers/er.pdf
- Schonberger, R. (1983). World class manufacturing: The lessons of simplicity applied. The Free Press.
- Stain Andrade, S. (2005). Universidad del Itsmo facultad de ciencias económicas y empresariales 2005. Retrieved Julio 8, 2010
- Teece, J. (2007, Diciembre). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable enterprise performance). Retrieved Julio 25, 2010, from Strategic Management Journal: www.ejournal.unam/rca/2009/RCA20901.pdf
- Toynbee, A. (1987). Estudio de la Historia.
- World Economic Forum, S.-i.-M. K. (2009). World Economic Forum. Retrieved Julio 9, 2010, from

The global Competitiveness Report 2009-2010:
<http://www.weforum.org/en/initiatives/gcp/Global%20Competitiveness%20Report/index.htm>

World Economic Report. (2009). World Economic forum. Retrieved Julio 14, 2010, from
<http://www.weforum.org/en/initiatives/gcp/Global%20Competitiveness%20Report/index.htm>

Acerca de los Autores

El Dr. Jesús G. Cruz Álvarez es Ingeniero Industrial IIS'95 por el Instituto Tecnológico de Veracruz, Maestro en Ciencias con especialidad en Sistemas de Calidad por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey ITESM'96, Maestro en Administración con especialidad en Administración de Operaciones por la Universidad Autónoma de Nuevo León 2000, y Doctor en Filosofía con Especialidad en Administración de Operaciones UANL 2004. Investigador a Nivel Nacional en el CONACYT – SNI. Cuenta con Perfil PROMEP y es integrante del Cuerpo Académico. UANL – CA – 259. Participa como evaluador del Premio Nuevo León a la Calidad desde el 2003, Profesor Investigador en el Postgrado de la Facultad de Contaduría Pública y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Profesor invitado en el Postgrado en Ingeniería de la Universidad del Norte en Monterrey, Nuevo León. Además se ha desempeñado por más de 10 años en la Industria Automotriz en diferentes posiciones Gerenciales en el área la administración de operaciones. Correo electrónico: jesusphd@prodigy.net.mx

El Dr. Jesús Fabián López Pérez, es profesor e investigador en el CEDEEM de la UANL desde hace 15 años. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNI Nivel I. Cuenta con Perfil PROMEP y es integrante del Cuerpo Académico. UANL – CA – 259. En 2004 fue el 1er graduado de la UANL del Doctorado en Administración con una mención especial Summa Cum Laude. Tiene una Maestría en Administración y otra en Ingeniería Industrial por el EGADE-ITESM. Tiene el grado CPIM (Certified in Production & Inventory Management) por la American Production & Inventory Control Society (APICS). Es Ingeniero en Sistemas, Ingeniero en Control e Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones por la FIME de la UANL. Más de 15 años de experiencia gerencial en áreas de Manufactura, Logística, Planeación y Sistemas en 8 diferentes ramas industriales. Autor de varios artículos en revistas indexadas. Sus líneas de investigación están enfocadas en el desarrollo de Modelos para Optimización de Procesos basados en Técnicas de Programación Mixta Entera y Meta-heurísticas para problemas relacionados a Manufactura, Logística, Localización de Instalaciones, Programación de la Producción, Diseño Territorial, Ruteo de Vehículos de Transporte y Distribución. Correo electrónico: fabian.lopez@e-arca.com.mx

El Dr. José Luis Abreu es Ingeniero Agrónomo por “The University of Southwestern Louisiana”, Master en Ciencias Agrícolas de California State University, Master en Administración por la Universidad Rafael Urdaneta en Venezuela, Doctor en Ciencias, Mención Gerencia, de la Universidad Rafael Belloso Chacín de Venezuela. Autor de varios libros en áreas de Filosofía y Ética aplicadas a las organizaciones. Actualmente es Profesor/Investigador adscrito a la Facultad de Contaduría Pública y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León y miembro del Cuerpo Académico Innovaciones Organizacionales. E-mail: spentamexico@gmail.com
