



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Tesis

Plan tecnológico estratégico para la dirección de operaciones de
una compañía farmacéutica transnacional en México

Que para obtener el grado de:

Maestro en Administración (Industrial)

Presenta: Jardiel Torres Robles

Tutor: José Luis Solleiro Rebolledo

México, D. F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Facultad de Química

T e s i s

**Plan tecnológico estratégico para la dirección de operaciones de
una compañía farmacéutica transnacional en México**

Que para obtener el grado de:

Maestro en Administración (Industrial)

Presenta: Jardiel Torres Robles

Tutor: José Luis Solleiro Rebolledo

México, D.F.

2006

Agradezco a:

Mis padres Juan y Marsella,
Por la vida que me brindaron, los consejos,
el apoyo y su amor que me fortalece.

A mi novia Brenda,
Por que con su cariño y apoyo incondicionales
se que lo puedo todo y con su amor
me impulsa a ser mejor día con día

A mi hermano Andrés
Porque con su ejemplo siempre me ha
motivado en el ámbito académico

A toda mi familia,
por la unidad que fortalece
y enriquece mi vida

A mis amigos,
por los momentos de alegría
que permiten despejar mi mente
para enfocarme en lo importante.

A Dios,
Por el carácter y espíritu que me otorgó
así como por los padres, hermano, novia, familia
y amigos que me dio para disfrutar la vida

A mi abuelita Anita,
por enseñarme que en
todo lo que emprenda el apego
a Dios es indispensable

A mi director de tesis José Luis,
Por su orientación y conocimientos
para desarrollar el presente trabajo

Al H. Jurado de Maestría

ÍNDICE

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	3
2.1. Panorama general de la industria farmacéutica mundial	7
2.2. Panorama de la industria farmacéutica en México	8
2.2.1. Innovación en la industria farmacéutica en México	16
2.2.2. Propiedad intelectual en la industria farmacéutica	21
2.3. Tecnología farmacéutica	21
2.4. Importancia de la tecnología en la competitividad empresarial	22
2.5. La planeación tecnológica estratégica	24
2.5.1. Principios de la planeación tecnológica estratégica	24
2.5.2. Proceso de planeación tecnológica estratégica	26
2.5.3. Diagnostico Tecnológico	28
2.5.4. Auditoría Tecnológica	29
3. Objetivos y Metas	38
3.1. Objetivos	38
3.2. Metas	38
4. Metodología	39
4.1. Hipótesis	39
4.2. Marco Lógico de Investigación	39
5. Desarrollo	40
5.1. Planteamiento del Modelo	40
5.2. Antecedentes de la empresa	41
5.3. Análisis Interno	43

5.4.	Prospectiva Tecnológica y Tecnología Emergente	62
5.5.	Análisis del Entorno, Factores de competitividad	73
5.6.	Plan Tecnológico Estratégico	81
6.	Entregables del Plan Tecnológico Estratégico	86
6.1.	Cartera de Proyectos	86
6.2.	Fuentes de financiamiento de los proyectos	87
6.3.	Medidas rutinarias para la mejora de la productividad y calidad	87
7.	Conclusiones	89
8.	Bibliografía	91
9.	Índice de Tablas y Figuras	92

9. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. <i>Cadena de suministros de la Industria Farmacéutica en México.</i>	9
Figura 2. <i>Distribución de las empresas farmacéuticas por tamaño.</i>	10
Figura 3. <i>Distribución de las empresas farmacéuticas por ventas netas.</i>	10
Tabla 1. <i>Cifras relevantes relativas al efecto socioeconómico que la investigación farmacéutica genera en México</i>	14
Figura 4. <i>Número de laboratorios participantes por rama Terapéutica.</i>	15
Figura 5. <i>Cifras relevantes del mercado farmacéutico en México.</i>	15
Figura 6. <i>Fases de desarrollo de un medicamento.</i>	19
Figura 7. <i>Inversión en investigación y desarrollo por rama industrial en México.</i>	20
Figura 8. <i>Porcentaje de Inversión por etapa de investigación y desarrollo.</i>	20
Figura 9. <i>Correlación entre inversión en CyT y la riqueza de las naciones.</i>	23
Figura 10. <i>Principios de la Planeación Tecnológica Estratégica.</i>	24
Figura 11. <i>Flujograma de Desarrollo del Plan Estratégico.</i>	27
Figura 12. <i>Modelo propuesto para el desarrollo de Plan Tecnológico Estratégico.</i>	40
Figura 13. <i>Organigrama de la Dirección de Operaciones.</i>	45

Figura 14. <i>Clasificación de las operaciones en función de los tipos de productos.</i>	45
Figura 15. <i>Layout de la planta de manufactura.</i>	46
Figura 16. <i>Distribución General de Costos de Manufactura</i>	47
Figura 17. <i>Distribución de Costos de Manufactura, desglosando los costos de manufactura indirectos.</i>	48
Figura 18. <i>Distribución de Costos de Manufactura Indirectos.</i>	49
Figura 19. <i>Distribución de Costos de Materias Primas.</i>	50
Figura 20. <i>FODA de la Dirección de Operaciones.</i>	51
Figura 21. <i>Resultados de la gestión de la innovación.</i>	55
Figura 22. <i>Asimilación tecnológica por tipo de tecnología.</i>	62
Figura 23. <i>Diferencias entre sistemas de manufactura: Empujar y Jalar.</i>	65
Figura 24. <i>Tendencias de asignación de recursos de inversión.</i>	66
Figura 25. <i>Variaciones porcentuales en la productividad año con año.</i>	67
Figura 26. <i>Prospectiva de Planta de Manufactura de Fármacos.</i>	68
Figura 27. <i>Soluciones de automatización de procesos que ofrece la empresa Rockwell Automation para cada proceso de manufactura.</i>	69
Figura 28. <i>Instrumentos de campo que ofrece la empresa Rockwell Automation.</i>	70

Figura 29. <i>Sistemas de control que ofrece la empresa Rockwell Automation</i>	71
Figura 30. <i>Aplicaciones de control que ofrece la empresa Rockwell Automation.</i>	72
Figura 31. <i>Sistemas de Información que ofrece la empresa Rockwell Automation.</i>	73
Figura 32. <i>Impacto en el negocio por tipo de tecnología.</i>	81
Figura 33. <i>Gráfica de cuatro cuadrantes para determinación de prioridades tecnológicas.</i>	82
Tabla 2. <i>Cartera de Proyectos.</i>	87
Tabla 3. <i>Ejemplo de Scorecard para el departamento de fabricación de sólidos.</i>	88

1. INTRODUCCIÓN

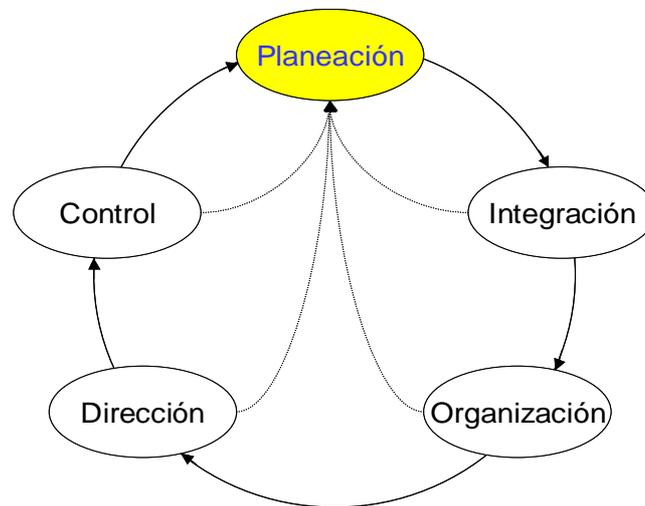
Existen dos teorías referentes al papel del Administrador, la Teoría del Mercado y la teoría de la planificación y el control. La teoría del mercado observa el papel de la administración básicamente como constituido por decisiones reactivas que responden a los sucesos ambientales a medida que éstos tienen lugar. Esta visión concede un papel pasivo a la administración. Por otro lado la teoría de la planificación y el control percibe el papel de la administración esencialmente como uno de naturaleza activa que intenta acondicionar el estado de la empresa. Esta segunda teoría destaca la función de planificación de la administración.

La teoría de la planificación y el control indica que el factor primordial del éxito en una empresa es la competencia de la dirección para planificar y controlar las actividades de la organización, la administración debe tener confianza en su habilidad para establecer objetivos realistas y desarrollar estrategias eficientes para alcanzar dichos objetivos. En el siguiente cuadro sinóptico se muestran los preceptos de cada una de las teorías¹:

TEORÍA DEL MERCADO	TEORÍA DE LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL
1. La administración está sólo al capricho de las fuerzas económicas, sociales y políticas prevaletientes (medio ambiente)	1. El destino de la empresa puede ser manipulado; por consiguiente, puede ser planificado y controlado por la administración.
2. En consecuencia, la administración esencialmente desempeña un papel de pitonisa que lee el medio ambiente.	2. Los buenos gerentes pueden hallar formas realistas de lograr los objetivos.
3. Cuando se lee el medio ambiente, la administración toma decisiones reactivas.	3. La administración puede manipular las variables controlables y planificar para las variables no controlables.
4. Por lo tanto, la competencia (éxito) de la administración depende de una habilidad para leer el medio ambiente y reaccionar prudentemente.	4. Por lo tanto, la calidad de las decisiones de planificación por la administración determina la competencia de ésta.
5. Decisiones reactivas (a posteriori)	5. Reacciones activas (a priori)
6. La administración lee los sucesos que están ocurriendo y entonces reacciona ante los mismos	6. La administración prevé los futuros sucesos y planea cómo enfrentarlos.

El ciclo administrativo comprende el desarrollo de 5 funciones básicas las cuales son planeación, integración, organización, dirección y control. Dentro de éstas cinco actividades básicas hay una, la Planeación, que es vital para el desarrollo

exitoso del proceso administrativo ya que de dicha función administrativa dependen las demás funciones puesto que en la Planeación se definen las bases para el diseño y desarrollo de las demás funciones administrativas.



La Planeación a su vez se retroalimenta con base en los resultados observados durante el desarrollo de las diversas actividades administrativas para obtener información que permita tomar decisiones y considerar nuevas variables en planeaciones futuras. Fayol identificó la actividad directiva, como el esfuerzo requerido para asegurar el cumplimiento de las actividades Técnicas (producción), Comerciales (comprar, vender, intercambiar), Financieras (buscar y usar capital), Contables (incluyendo estadística) y de Seguridad (protección de la propiedad y las personas).

La actividad directiva de Fayol abarcaba lo que ahora se designa función de planificación y control directiva. La teoría de la planificación y el control se apoyan en la convicción de que la administración puede planear y controlar el destino a largo plazo de la empresa llevando a cabo una corriente continua de toma de decisiones bien concebidas. El concepto habla de la prosperidad planeada, en oposición a lo que pueda ocurrir por casualidad. Para el éxito de largo plazo, la corriente de decisiones de la dirección debe generar planes y acciones a fin de proveer los flujos de entrada que se necesiten para soportar los flujos de salida planificados de la empresa, de modo que se perciban niveles razonables de

utilidades y de rendimiento sobre la inversión. La generación continua de utilidades por la manipulación administrativa de los flujos de entrada y de salida constituye la sustancia de la planificación y control de las operaciones.



En el diagrama anterior se muestra la influencia de la gestión administrativa sobre los flujos de entrada y de salida vía la planeación y el control de las operaciones. La planeación puede ser desarrollada de forma táctica o estratégica. La planeación táctica es la que se desarrolla generalmente para la definición y el cumplimiento de metas al corto plazo. La planeación estratégica se desarrolla con miras en definir objetivos, metas y directrices para guiar a una organización con miras de alcanzar una visión futura deseada. Para que una planeación sea exitosa debe comprender la disponibilidad de cada uno de los factores productivos. Los factores productivos clásicamente se han definido como tierra, trabajo y capital aunque en 1920 Carlos Marx señalaba que únicamente eran dos tierra (materiales) y trabajo, posteriormente los liberales europeos anexaron Capital por la importancia que este factor tiene para la producción industrial. Sin embargo en la actualidad se considera como otro factor de producción la Tecnología ya que en la actualidad puede marcar una diferencia crítica en los rendimientos sobre la inversión de las empresas.

La Tecnología se define como el conjunto de teorías, instrumentos y procedimientos que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento

científico para un determinado sector, producto, proceso o mercado². En la actualidad están surgiendo innovaciones tecnológicas y cambios radicales en las tecnologías de diversas ramas industriales. Estas tecnologías están rompiendo paradigmas y son puntos de quiebre en el desarrollo de la actividad industrial. La industria de fabricación de productos farmacéuticos es un ejemplo de negocios donde recientemente se han generado innovaciones tecnológicas notables. El papel de la tecnología como factor determinante en el Rendimiento sobre la Inversión de las Empresas pertenecientes a la Industria Farmacéutica en México crea la necesidad de desarrollar Planes Tecnológicos Estratégicos como vía para obtener ventajas estratégicas sobre sus competidores, incrementar sus rendimientos y asegurar su permanencia en el mercado.

Por lo anterior, las empresas pertenecientes a la industria farmacéutica requieren desarrollar planes tecnológicos estratégicos basados en una eficaz Auditoría tecnológica para desarrollar carteras de proyectos enfocados a alcanzar los objetivos marcados por su planeación estratégica y de esta forma incrementar su competitividad. En el presente trabajo se desarrolla el plan tecnológico estratégico de la dirección de operaciones de una industria farmacéutica transnacional líder del mercado mexicano. Este estudio permitirá visualizar las tendencias tecnológicas actuales en la industria farmacéutica, así como el impacto en competitividad que éstas tienen.

El objetivo del presente trabajo es el determinar las capacidades tecnológicas actuales de la dirección de operaciones de una compañía farmacéutica transnacional con operaciones en México así como la cartera de proyectos y medidas rutinarias de mejora que satisfagan los requerimientos futuros de tecnología y que son vitales para asegurar la competitividad futuro de la empresa dentro del mercado farmacéutico. Lo anterior se obtendrá mediante la aplicación de un modelo que contemple análisis históricos de la empresa, análisis internos, externos y revisión de estudios prospectivos. Por razones de confidencialidad no es posible indicar el nombre de la empresa sujeto del presente estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PANORAMA GENERAL DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA MUNDIAL

El sector farmacéutico es una industria global, del que se estiman ventas alrededor del mundo por 500 mil millones de dólares anuales. Su crecimiento ha sido acelerado, notándose un dramático ascenso en el término del siglo. En estos tiempos de cambio, la industria, y en particular las compañías más grandes, están compitiendo por mantener sus posiciones en el ámbito que plantea el moderno mercado farmacéutico.

El crecimiento de la industria se debe, entre otros aspectos, a la necesidad de desarrollar nuevos productos, debido al incremento en el número de población envejecida, la cual está demandando medicamentos para combatir enfermedades degenerativas como la artritis, Alzheimer, enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras.

Lo anterior ha originado mayores esfuerzos de comercialización por parte de la industria farmacéutica, situación que ha repercutido en un incremento en los costos de comercialización por parte de las empresas, ya que los departamentos de ventas deben explotar un producto durante el periodo de vida de la patente. En materia de investigación y desarrollo, la industria farmacéutica lleva acabo inversiones considerables en este rubro, siguiendo muy de cerca a la industria aeroespacial, y quedando por delante de la industria de la computación y la electrónica.

Los gastos en investigación y desarrollo en la industria farmacéutica son muy elevados, llegan a representar entre el 12% y 15% de la producción, en términos generales. Otra de las inversiones más importantes en la industria farmacéutica es la inversión en bienes de capital (planta y equipo), la cual puede llegar a requerir entre 4% y el 6% de la producción.

Asimismo, el surgimiento de nuevos virus como el SIDA, requieren nuevas terapias, necesitando de una mayor atención las causas y curaciones de enfermedades genéticas. En consecuencia, la consolidación de la industria va en dirección ascendente, aunado al riesgo de un estancamiento en los niveles de crecimiento. Este estancamiento se ha predicho como resultado de un gran número de medicamentos que están por alcanzar el fin de la protección de patente. Tan solo en el año 2002, 40 medicamentos con ventas de 16 miles de millones de dólares anuales perdieron su patente lo que genera que los productos similares y genéricos presionen a la industria farmacéutica investigadora.

2.2. PANORAMA DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO

Se estima que la Industria de Fabricación de Productos Farmacéuticos en México genera anualmente ventas brutas por más de \$80,000 millones de pesos (CANIFARMA) sin considerar las ventas que se efectúan en los demás eslabones de la cadena de valor.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en 2004 se indicó la existencia de alrededor de 400 empresas en México que integran la industria farmacéutica, sin embargo solamente en 2004 existían 217 laboratorios registrados en la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA), de los cuales el 69% se dedican a la fabricación de medicamentos para el uso humano, mientras que el resto se dedica a los productos veterinarios y a productos auxiliares para la salud. La industria de fabricación de productos farmacéuticos es el eslabón central de la cadena de suministros de productos farmacéuticos y en México se conforma de 166 empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial.

En el siguiente diagrama se muestra la estructura de la cadena de valor de la industria farmacéutica y se indica el número de empresas pertenecientes a cada

eslabón (acorde a la base de datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano-SIEM).

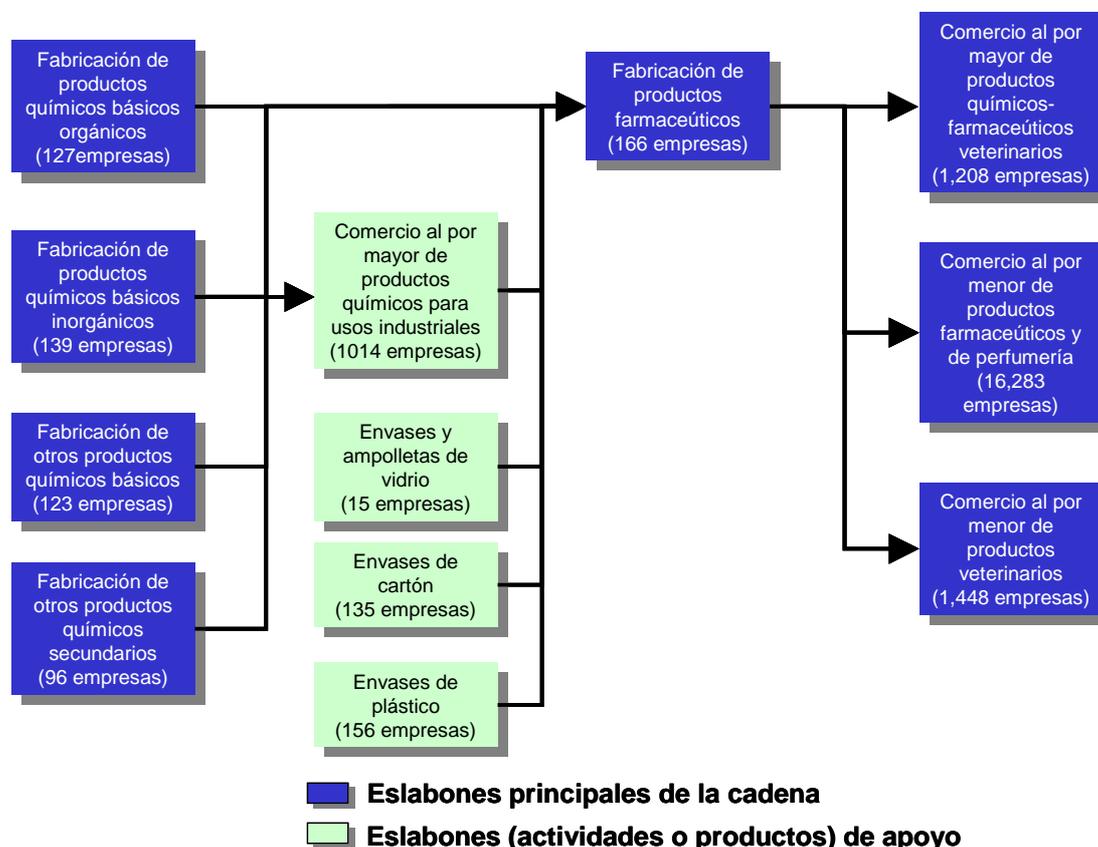


Figura 1. Cadena de suministros de la Industria Farmacéutica en México.

La cadena de suministro de la industria farmacéutica se conforma principalmente por proveedores de productos químicos (ya sea fabricantes o comercializadores), fabricantes de productos farmacéuticos y distribuidores de productos farmacéuticos. Adicionalmente, la cadena se integra de eslabones de apoyo los cuales consisten en industrias que suministran materiales de empaque de vidrio, cartón y plásticos. Estas industrias de apoyo generalmente se integran también a otras cadenas de suministros como son la de alimentos, cosméticos, bebidas, etc.

Las distribución del número de empresas acorde a su tamaño se muestra en la siguiente gráfica.

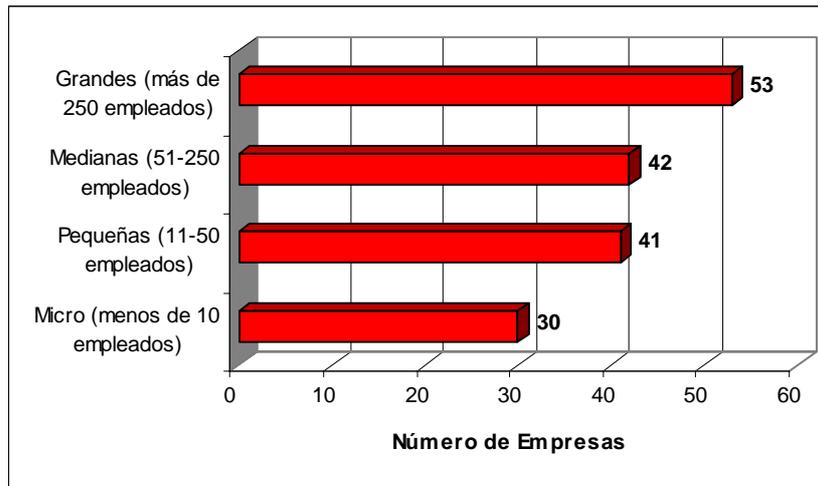


Figura 2. Distribución de las empresas farmacéuticas por tamaño⁴.

En función de sus ventas brutas la empresas se distribuyen como se observa en la siguiente gráfica.

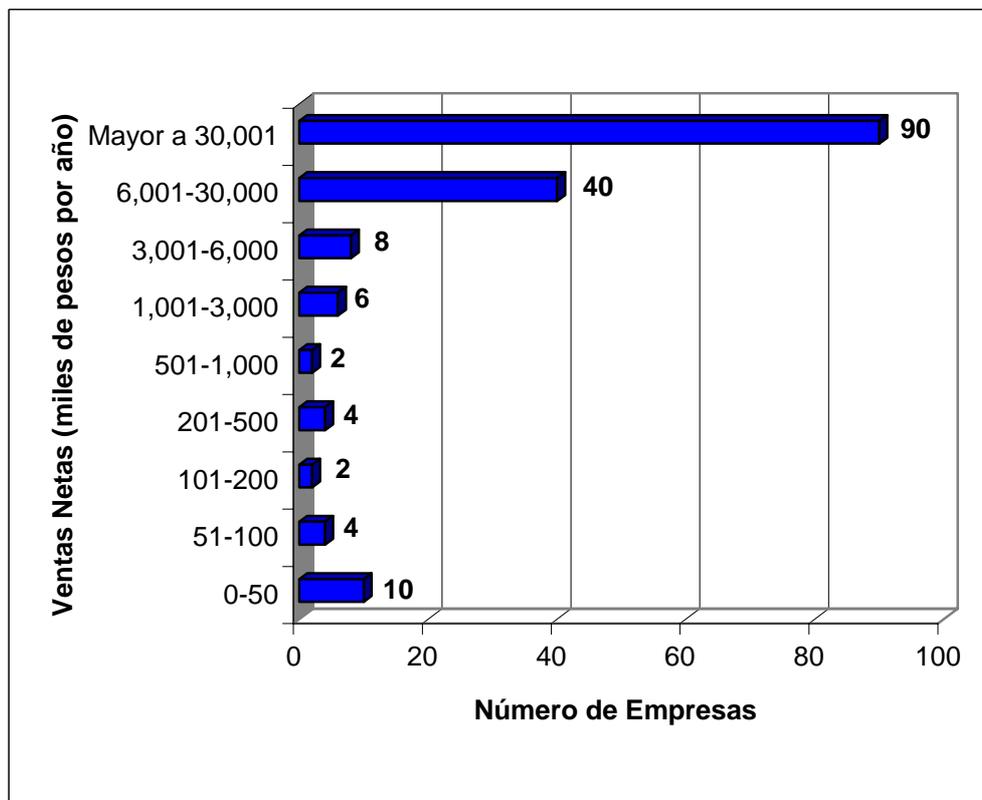


Figura 3. Distribución de las empresas farmacéuticas por ventas netas⁴.

En México existen 26 empresas (la mayoría transnacionales de origen extranjero) que desarrollan investigación y desarrollo. Dichas compañías integran la Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica A.C. (AMIIF).

Las compañías que integran la AMIIF son:



Cabe mencionar que dentro de estas mismas empresas se encuentran las líderes en el mercado a nivel nacional y global. En nuestro país las empresas líderes en el mercado farmacéutico son subsidiarias de corporaciones multinacionales, sin embargo, ninguna de estas subsidiarias alcanza una participación superior al 8% del mercado, debido a que la competencia es cada vez mayor influyendo esto en el precio, más que en la marca, en virtud de la existencia de los productos genéricos. La oferta de los productos de la industria farmacéutica está dirigida al sector privado y al sector público. El sector privado esta conformado básicamente

por los mayoristas, las farmacias independientes, hospitales, sanatorios y consultorios, mientras que el sector público está integrado por dependencias que pertenecen al Sistema Nacional de Salud, como lo es el IMSS, ISSSTE y el DIF, entre otros.

En materia de comercio internacional, las exportaciones de la industria farmacéutica han tenido un crecimiento sostenido durante los últimos diez años a una tasa promedio del 14.5%.

La industria farmacéutica se encuentra ante la imperiosa necesidad de fortalecer y transformar sus estrategias corporativas, de las que se desprende un número cada vez mayor de fusiones y adquisiciones. Por otra parte, la hiperinflación en las regiones de Latinoamérica ha llegado a controlarse, lo cual las convierte en mercados sumamente atractivos para la industria farmacéutica. En México, la industria farmacéutica ha registrado un avance importante, de tal forma que actualmente ocupa el 15o lugar a nivel internacional en la fabricación de medicamentos. La Industria Farmacéutica Mexicana genera cerca de 30,000 empleos fijos directos, y más de 150,000 empleos indirectos.

La inversión estimada anual de esta industria en México, tanto en modernización de plantas como en estudios clínicos, supera los 150 millones de dólares, conservando un ritmo creciente. Dicha inversión incluye atención médica, exámenes de laboratorio y, por supuesto, medicamentos otorgados a miles de pacientes, muchos de ellos de escasos recursos y sin posibilidad de pagar los costos de la atención médica por sí mismos. En cualquier caso, todos ellos han sido pacientes que voluntariamente aceptan participar en un estudio de investigación clínica, y que han sido debidamente informados sobre los riesgos y beneficios de su participación, tal como lo dictan las normas internacionales de Buenas Prácticas Clínicas, cuyo fin es salvaguardar la integridad de los pacientes que son sujetos de investigación. México se ha convertido en un importante polo

de desarrollo para la Industria de Investigación Farmacéutica, tanto a nivel productivo como tecnológico y científico.

La Industria Farmacéutica es un sector estratégico al fabricar en el país más del 90% del consumo interno de medicamentos, además de exportar aproximadamente 1,350 millones de dólares anualmente.

Todos los estudios clínicos se llevan a cabo en instituciones médicas de prestigio, ya sea públicas o privadas, y bajo la estricta vigilancia de los comités científicos y de ética, así como de las autoridades de salud. Cuando una institución participa en un estudio clínico, el laboratorio de Investigación farmacéutica absorbe los gastos de atención de cada uno de los pacientes, los honorarios médicos, los exámenes de laboratorio y gabinete, los medicamentos en estudio y otros más, ya sean comparativos o complementarios. Además de los ahorros derivados de la atención médica, a las instituciones se les otorga un pago por sus servicios, lo que, al igual que en el caso de los médicos, contribuye a financiar otras investigaciones no patrocinadas. Si a lo anterior se agrega el hecho de que las instituciones basan su prestigio en sus médicos y no sólo en su infraestructura, aquellas instituciones con médicos mejor preparados y más involucrados en la investigación científica internacional verán incrementado su prestigio y la calidad de sus servicios.

El costo de investigar un nuevo medicamento es de alto (El costo promedio para desarrollar un nuevo medicamento creció de 183 millones de dólares en 1975 a 900 millones de dólares en el 2003)⁴, y buena parte de éste proviene de los estudios clínicos (los cuales se desarrollan en ocasiones en México), por lo que todos los países involucrados en esta etapa del desarrollo de un nuevo medicamento obtienen ingresos producto de la inversión, generalmente extranjera, para poder financiar estos estudios.

La contribución en el pago de impuestos de la Industria Farmacéutica Mexicana alcanza cerca de 2,000 millones de dólares al año. La Industria Farmacéutica en

México participa con el 1.04 % del producto interno bruto y con cerca del 3 % del PIB manufacturero⁴. La mano de obra utilizada por la Industria Farmacéutica en México alcanza mayores niveles de remuneración que la media del mercado, debido a su alta calificación y especialización (Entre el 10 y 20% más alto, acorde a datos de la bolsa de trabajo de Internet OCC Mundial). En tabla siguiente se muestran cifras relevantes relativas al efecto socioeconómico que la investigación farmacéutica genera en México así como de su efecto multiplicador.

INVESTIGACIÓN CLÍNICA	
Número de pacientes en estudios clínicos en 2003	26,322
Número de pacientes planeados para 2004	37,561
Presupuesto destinada investigación clínica 2003 (pesos)	564,915,735
Presupuesto destinada investigación clínica 2004 (pesos)	680,377,038
Áreas terapéuticas en las que se investiga	20
Número de Protocolos*	324
Número de Instituciones/Centros de Investigación activos	
Instituciones públicas:	923
Instituciones privadas:	213
Total:	1,135
Número de Investigadores participantes:	1,816
Número de personas en las empresas destinadas a la investigación:	289
Fuente: Encuesta AMIIF de Investigación Clínica 2004.	
* Habitualmente un protocolo se conduce en más de una institución o centro de investigación.	

Tabla 1. Cifras relevantes relativas al efecto socioeconómico que la investigación farmacéutica genera en México

Acorde a las cifras indicadas en la tabla 1, cabe señalar que la inversión en investigación clínica permite que los pacientes participantes en dichos estudios tengan acceso a nuevas alternativas de tratamiento para sus padecimientos, el personal e investigadores participantes posean oportunidades de desarrollo profesional y que las empresas participantes en la cadena de suministros para el desarrollo de los mismos obtengan beneficios por sus productos o servicios prestados. En la siguiente gráfica se muestra el número de laboratorios

participantes en proyectos de investigación para cada una de las diversas áreas terapéuticas.

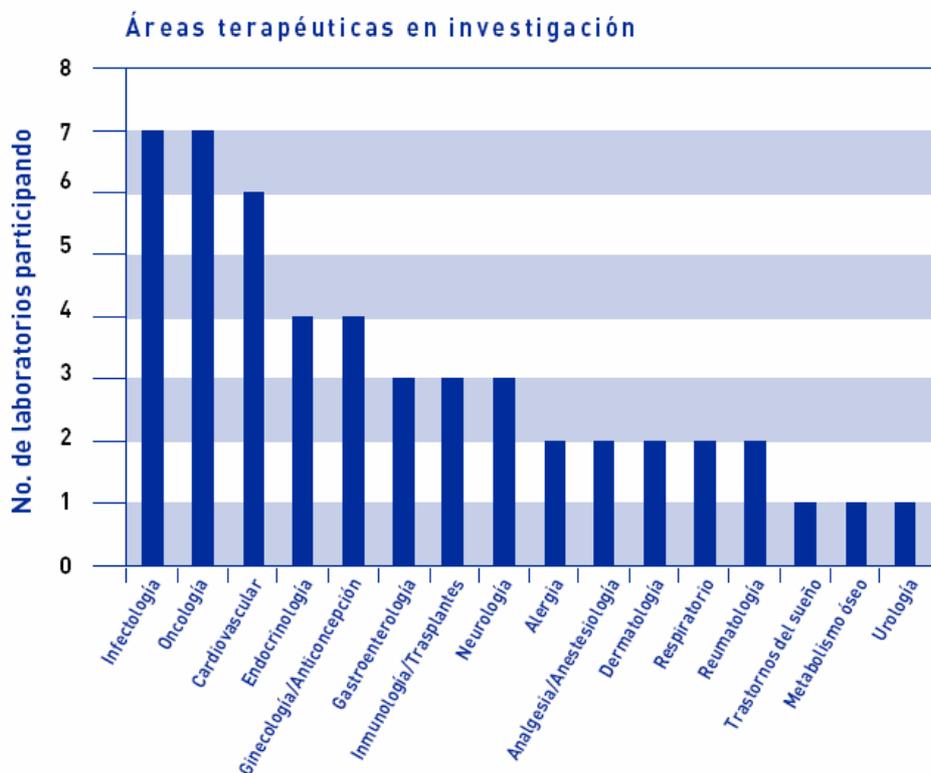


Figura 4. Número de laboratorios participantes por rama Terapéutica.⁴

En la siguiente tabla se muestran cifras relevantes del mercado farmacéutico en México.

MERCADO FARMACÉUTICO TOTAL EN MÉXICO (2003):		NÚMERO DE PRODUCTOS NUEVOS:	
Valor (millones de pesos):	71,000	1999-2002	180
Unidades (millones de unidades):	966	2002-2003	mas de 100
Participación de mercado de las empresas asociadas a la AMIF:	84%		
PERSONAL OCUPADO:		NÚMERO DE ESTUDIOS CLÍNICOS:	
Empleos directos			
Administración y Ventas (número de personas)	17,000	2003	794
Producción (número de personas)	11,000	2004*	1,135
Otros (número de personas)	2,000	* Planeado	
Total (número de personas)	30,000		
PARTICIPACIÓN EN EL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB):		EXPORTACIONES:	
PIB Nacional	1.04%	1999-2001 (millones de USD):	1,200
PIB Manufacturero	3.00%	2002-2003 (millones de USD):	1,350
INVERSIONES:			
1999-2003 (millones de USD):	650		
2004 (millones de USD):	200		

Figura 5. Cifras relevantes del mercado farmacéutico en México.⁴

De lo descrito en la Figura 5 cabe destacar el hecho de que además de que la industria farmacéutica representa el 1% del producto interno bruto es una industria de exportación y que la tendencia de dichas exportaciones se observa con una tasa de crecimiento de aproximadamente el 6.2% anual. Acorde al volumen de ventas México es el noveno mercado farmacéutico en el mundo y el principal mercado farmacéutico en América Latina. En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de venta de los principales mercados farmacéuticos latinoamericanos. Acorde a los datos reportados por el AMIIF en el 2003 se observa que el volumen de ventas de fármacos en México ocupa el primer lugar a nivel Latinoamérica.

País	Ventas 2003 (millones de USD)
México	7,500
Brasil	4,942
Venezuela	1,775
Argentina	1,644
Colombia	915

Tabla 2. Principales mercados farmacéuticos en Latinoamérica.

2.2.1. INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO

La innovación en la industria Farmacéutica típicamente se ha limitado a desarrollar nuevos productos (medicamentos). La innovación en procesos de producción, tecnologías de empaque, tecnologías de información, tecnologías de integración y tecnologías de mercado se ha desarrollado exclusivamente por empresas de tecnología y consultoras las cuales venden sus desarrollos a la industria farmacéutica que se limita a adquirir y asimilar dicha tecnología.

Desarrollar un nuevo medicamento es un proceso largo y complejo. Una de cada 5,000 moléculas que se estudian llega a desarrollarse como medicamento, y esto después de un promedio de 10 años de investigación y una inversión de 900 millones de dólares. Del total de medicamentos nuevos, sólo el 30% logra recuperar su inversión.

Los avances científicos y tecnológicos de los últimos 20 años han permitido conocer mejor el funcionamiento del cuerpo humano facilitando los procesos para probar miles de nuevos compuestos en una fracción del tiempo que se utilizaba anteriormente para poder desarrollarlo.

Para iniciar la búsqueda de una molécula que sea candidata a convertirse en medicamento, se utilizan los diversos campos de la ciencia y la tecnología como la genética, la bioinformática y los chips de DNA, con el fin de buscar diferencias entre los genes de una célula sana y otra enferma.

De manera análoga, la proteómica es utilizada para el estudio de la estructura y función de nuestras proteínas, que son la base de acción de casi todos los medicamentos.

La Investigación Farmacéutica ha desarrollado también sus propias tecnologías para poder corroborar eficazmente sus hallazgos de laboratorio. La Química Combinatorial, las Bibliotecas Químicas y el Tamizaje de Alto Rendimiento (High Throughput Screening.-Técnica analítica que combina el uso de sistemas robotizados y computarizados para el desarrollo efectivo de cientos de análisis paralelamente de forma automatizada) hacen posible la investigación de miles de moléculas en semanas o meses, mientras que si fuera hecha por los métodos convencionales, les llevaría años a decenas de investigadores.

Antes de ser probada en humanos, una nueva molécula debe demostrar su seguridad en diversos modelos de experimentación animal. Esta etapa toma, en promedio, de 2 a 3 años, minimizando el riesgo de exposición de una nueva sustancia al ser utilizada por primera vez en los seres humanos. Éste proceso se denomina seguridad preclínica.

La Investigación clínica es la fase del desarrollo de un nuevo medicamento en la cual, cuando una molécula ha pasado por todas estas investigaciones se

encuentra lista para ser utilizada por primera vez en humanos. Ahora ya es un medicamento en investigación y su desarrollo continúa a través de lo que se denomina investigación clínica, que consta de 4 fases.

Fase I: En esta fase, entre 20 y 30 voluntarios sanos entran en contacto con el nuevo medicamento. En estos voluntarios se estudia primordialmente la seguridad y la dosificación del medicamento.

Fase II: En ella se estudian entre 100 y 300 pacientes, es decir, personas que padecen la enfermedad que se intenta combatir. En esta etapa se estudia la eficacia y seguridad del medicamento.

Fase III: Para poder corroborar los hallazgos de la Fase II es necesario tener una muestra representativa de la población, además de ingresar a pacientes con características más parecidas a la realidad, diferentes a los muy controlados pacientes iniciales. Aquí se estudian entre 1,000 y 10,000 pacientes, generalmente en varios países, decenas de hospitales y controlados por cientos de investigadores y coinvestigadores al mismo tiempo, para asegurar el poder estadístico necesario y conocer con certeza la seguridad, tolerabilidad y eficacia de un nuevo medicamento.

Fase IV: Una vez completada la fase clínica, se entrega a las autoridades sanitarias un documento de resumen, con la información más relevante encontrada en todo el proceso de investigación: Desde el laboratorio hasta los hospitales. Una vez analizada la información se otorga un Registro Sanitario, que es el documento requerido para poder comercializar un medicamento en cualquier parte del mundo.

La investigación del medicamento no termina con su registro. A través de los sistemas de Farmacovigilancia y de los estudios clínicos de Fase IV, los Laboratorios de Investigación Farmacéutica obtienen información sobre los

posibles efectos adversos relacionados con cada medicamento. Ellos cuentan con bases de datos centralizadas con la información de los reportes de médicos en todo el mundo sobre cualquier evento sospechoso que hubiera sido causado por sus medicamentos. La información relevante de estas bases de datos es entregada periódicamente a las agencias reguladoras en salud.

Típicamente, desde que se inicia la investigación de un nuevo medicamento con la elección de la molécula a desarrollar hasta que ésta puede ser explotada comercialmente pasan entre 15 y 20 años lo que implica una cuantiosa y arriesgada inversión ya que no se posee la certeza de éxito en el desarrollo del proyecto. En el siguiente diagrama se muestran las fases de desarrollo de un medicamento, así como el tiempo que cada una de ellas toma en su desarrollo.

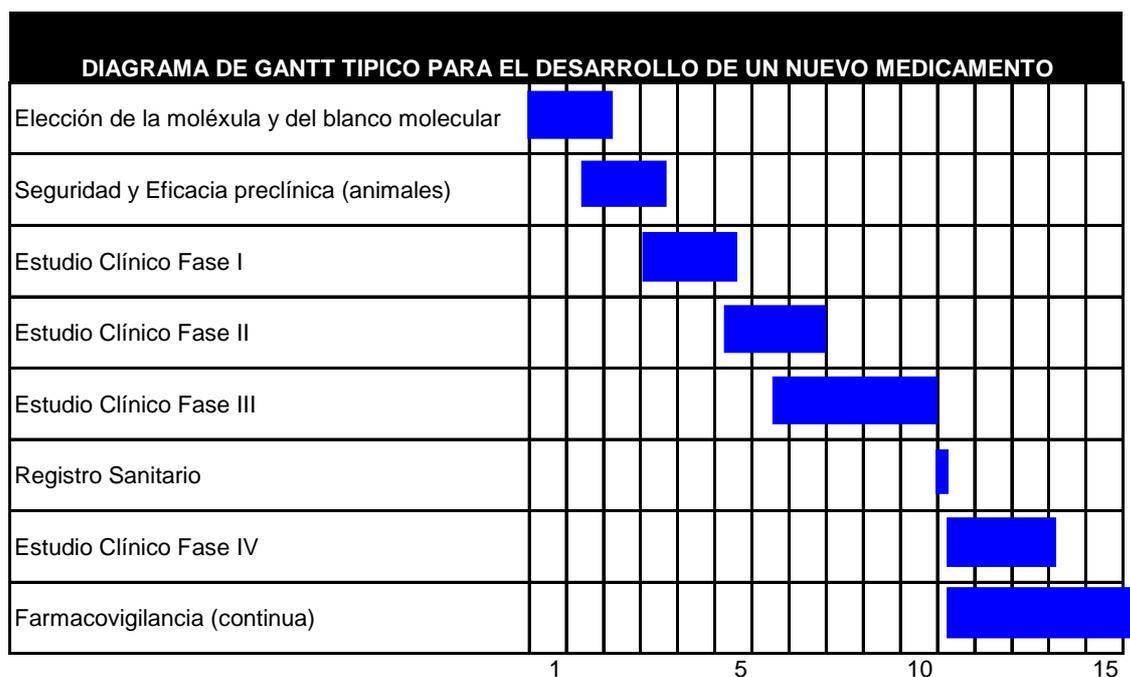


Figura 6. Fases de desarrollo de un medicamento⁴.

Dentro de las diversas industrias la industria farmacéutica es la que invierte el mayor porcentaje de su inversión total en investigación por encima de la industria de la computación y aeroespacial. Lo anterior puede apreciarse en la gráfica

siguiente en la cual se muestra que la industria farmacéutica en México en promedio invierte el 18.7% de su total de inversión.

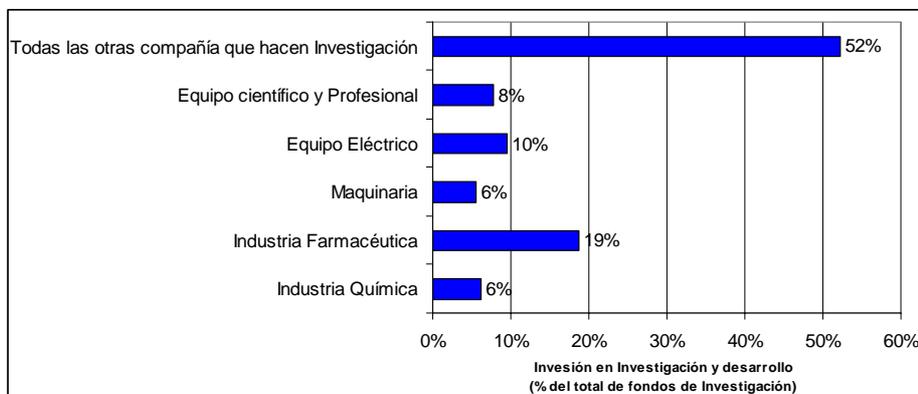


Figura 7. Inversión en investigación y desarrollo por rama industrial en México⁴.

En México no se realizan las etapas iniciales de la investigación farmacéutica sino únicamente se desarrolla el estudio de los medicamentos a partir de la fase de determinación de dosis farmacológica, formulación y estabilidad. Sin embargo del total de la inversión requerida para desarrollar un medicamento las etapas que se desarrollan en México en conjunto conforman el 71.3% de la inversión total de desarrollo. En la siguiente gráfica se muestran los porcentajes de cada una de las etapas y se indican las que se realizan en México.

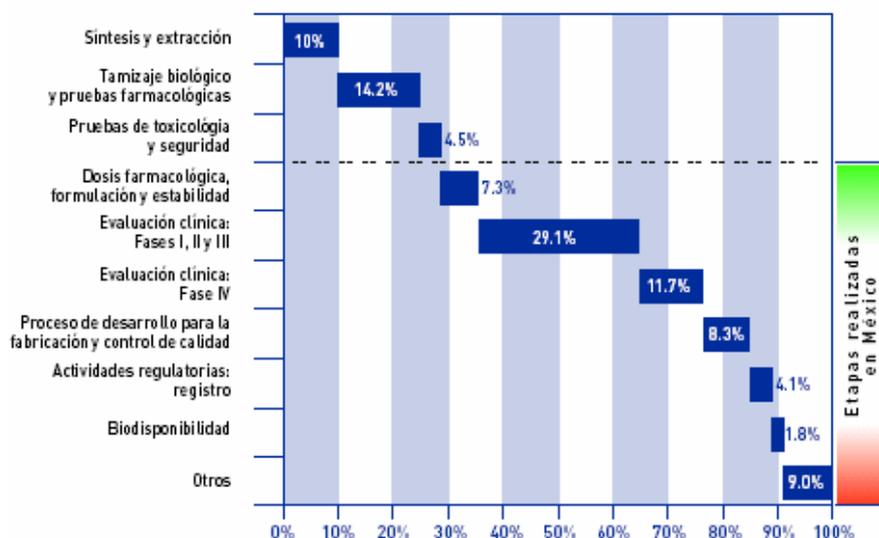


Figura 8. Porcentaje de Inversión por etapa de investigación y desarrollo⁴.

2.2.2. PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Una patente otorga a su titular el derecho exclusivo de explotación a cambio de que introduzca la invención patentada en la industria o en el comercio nacional para que la población se beneficie de esa invención.

Desde que México adoptó el 27 de junio de 1991 la Ley de la Propiedad Industrial (la cual brinda derecho a los inventores a explotar de forma monopólica por cierto periodo de tiempo los frutos comerciales que su innovación genere) la inversión farmacéutica en Investigación y Desarrollo se ha quintuplicado.

Uno de los motores más importantes de la innovación y la creatividad es la posibilidad que tiene el creador del invento o descubrimiento de recibir una legítima retribución, vía el uso exclusivo por tiempo limitado (20 años) de sus logros. En el caso de la Industria Farmacéutica, este periodo se ve reducido por el tiempo que requieren la investigación y el desarrollo de medicamentos, que consumen en promedio la mitad del periodo de protección de una patente. Los recursos obtenidos con la comercialización exclusiva de un medicamento permiten continuar con el desarrollo de las curas del futuro.

2.3. TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA

Para describir la tecnología de la industria farmacéutica se debe primero identificar el tipo de productos que son fabricados ya que de ello dependen los procesos farmacéuticos a utilizar así como los equipos y demás infraestructura requerida.

Existen dos tipos de formas farmacéuticas, las estériles y las no estériles. Dentro de las formas farmacéuticas estériles se encuentran las presentaciones en frasco, ampolla, frasco oftálmico, frasco vial y jeringa. Así mismo, las formas farmacéuticas no estériles se subdividen en dos grupos: formas farmacéuticas sólidas y formas farmacéuticas líquidas.

Las formas farmacéuticas no estériles sólidas son las tabletas, grageas, cápsulas y polvos. Las formas farmacéuticas no estériles líquidas son suspensiones, soluciones, cremas y ungüentos.

Los procesos farmacéuticos se dividen en general en dos tipos principales: procesos de fabricación y procesos de acondicionamiento. Los procesos de fabricación generalmente son procesos de mezclado, granulación, grajeado, secado y homogenización dependiendo de la forma farmacéutica en cuestión. Los procesos de acondicionamiento generalmente son procesos de llenado, emblistado, estuchado y empaçado. Además, existen procesos secundarios que son los de transporte y almacenamiento. Los procesos pueden ser desarrollados de forma manual o por equipos automáticos.

2.4. IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA EN LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

Acorde al informe de la OCDE en 1989, el gasto gubernamental en actividades de Investigación y Desarrollo creció a una tasa anual de 2.5% durante toda la década de los ochenta. En la mayor parte de los países de la OCDE y especialmente en grandes economías como Estados Unidos y Francia, los gastos gubernamentales en ciencia y tecnología crecen a una tasa mayor que los gastos gubernamentales. Lo anterior, indica que cada vez una parte mayor de los recursos públicos son destinados a ciencia y tecnología. Invertir en investigación es una elección estratégica. Corresponde a la voluntad de comprometerse en una competencia tecnológica y comercial, en sectores económicos en crecimiento.

Esta decisión tiene importantes consecuencias colectivas, desde desarrollo de nuevos mercados hasta nuevas economías que son determinantes del futuro de un país y de su capacidad de permanecer a lo alto de la nueva ola tecnológica.⁶

Las nuevas tecnologías disminuyen, igualan o impulsan la ventaja comparativa de una empresa. Ellas garantizan la supervivencia de las empresas o condenan su aplicación. Sin una “estrategia de aplicación tecnológica” que favorezca la evolución del conocimiento científico, del desarrollo tecnológico y de la modernización del sector productivo, difícilmente un país o una empresa podrá encontrar los caminos necesarios para enfrentar los desafíos del futuro. Las aplicaciones de un país o empresa no solamente son resueltas vía la voluntad política o la aplicación de nuevas prácticas administrativas o financieras, sino a través de la búsqueda de nuevas soluciones para viejos problemas.

En la Figura 9 se muestra la relación existente entre el porcentaje del PIB invertido en CyT y el PIB per cápita de diversos países en el 2002. Se puede observar una relación directamente proporcional entre la riqueza de la población y la vocación en inversión científica (la cual se representa como el porcentaje del PIB invertido en ciencia y tecnología).

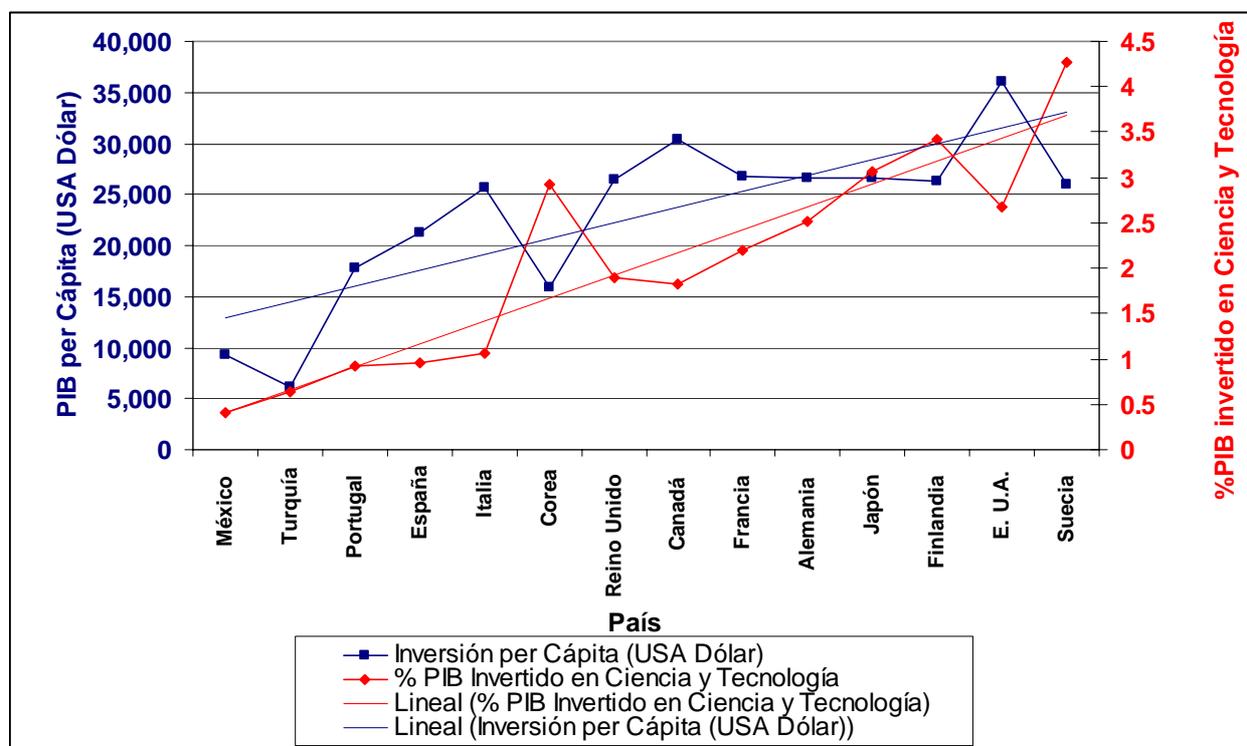


Figura 9. Correlación entre inversión en CyT y la riqueza de las naciones⁵.

2.5. LA PLANEACIÓN TECNOLÓGICA ESTRATÉGICA

La Planeación Tecnológica Estratégica es un proceso dinámico y reflexivo que las organizaciones realizan para medir el potencial de ventajas tecnológicas. Los planes tecnológicos estratégicos están basados en la misión de la empresa y completamente integrados con el proceso global de Planeación Estratégica.

El proceso de Planeación Tecnológica Estratégica debe asegurar la clarificación de las metas tecnológicas, el establecimiento de prioridades de inversión, vislumbra la posibilidad de desarrollo de alianzas estratégicas con proveedores de tecnología, organiza a los principales inversionistas (internos o externos) en proyectos de tecnología y crea sistemas de evaluación.

2.5.1. PRINCIPIOS DE LA PLANEACIÓN TECNOLÓGICA ESTRATÉGICA

La Planeación Tecnológica Estratégica debe basarse en principios que permitan alinear el plan con la misión empresarial y posicionar a la organización mediante la efectiva administración de la tecnología. Los principios se muestran en la siguiente figura:

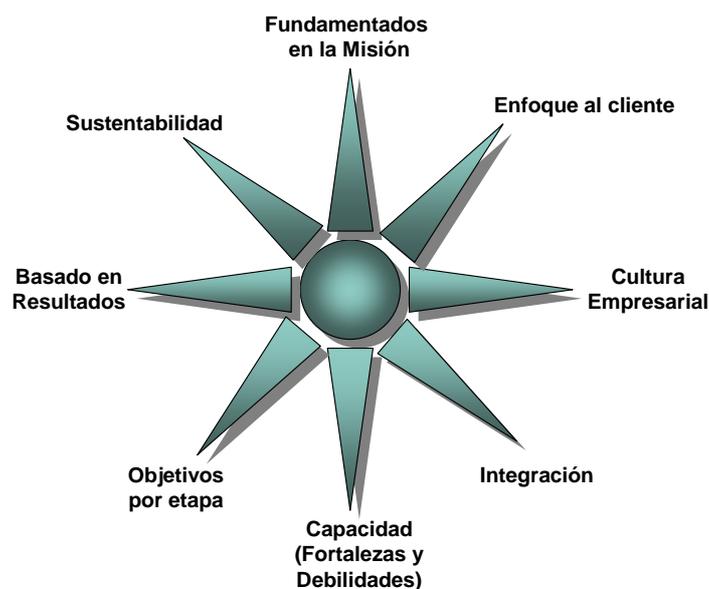


Figura 10. Principios de la Planeación Tecnológica Estratégica.⁷

A continuación se explica cada uno de los principios:

- Fundamentados en la Misión: Los Planes Tecnológicos estratégicos en todo momento deben estar alineados con la misión de la empresa y gestionarse a partir de la misma.
- Enfoque al cliente: El plan tecnológico estratégico en todo momento debe orientarse a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, tanto internos como externos, de la tecnología aplicada.
- Cultura empresarial: El plan tecnológico estratégico debe de tomar en consideración la cultura empresarial imperante en la organización para facilitar su aceptación y agilizar el proceso de asimilación tecnológica.
- Integración: Para que un plan estratégico sea exitoso debe de contemplar a todos los factores que conforman a la organización en su conjunto e ir acorde a las expectativas de cada uno de ellos.
- Capacidad: Un plan tecnológica estratégico debe estructurarse en función de las fortalezas y debilidades de la empresa no solamente en materia tecnológica sino también en materia administrativa, financiera, comercial, logística, administrativa, etc.
- Objetivos por etapa: Se requieren establecer objetivos y resultados por etapa dentro del desarrollo de un plan estratégico para que éste se efectúe eficazmente y se deben preestablecer los documentos entregables por etapa.
- Basado en resultados: Un plan tecnológico estratégico debe desarrollarse en función a resultados esperados que el plan debe cumplir. Dichos resultados deben fijarse de forma cuantitativa y en función de los objetivos estratégicos de la empresa.
- Sustentabilidad: Un plan estratégico debe garantizar un desarrollo sustentable de las tecnologías y de las actividades empresariales de la organización. Esto es, debe asegurar que el desarrollo tecnológico no afecte la Sustentabilidad del negocio.

2.5.2. PROCESO DE PLANEACIÓN TECNOLÓGICA ESTRATÉGICA

A continuación se mencionarán una serie de tareas que se deben desarrollar como parte del proceso de planeación tecnológica estratégica.⁷

- Formar un equipo tecnológico que integre a expertos en tecnología y a personal no experto en tecnología de las diversas partes de la organización. Se recomienda que sea un grupo diverso que comprenda personal con experiencia, personal nuevo de la organización con diversa formación académica, así como expertos en diversas áreas tecnológicas afines a la actividad empresarial.
- Integrar al personal, al equipo de liderazgo y a otros stakeholders (usuarios de la tecnología, socios, proveedores de tecnología, altos directivos, clientes) para explorar el potencial de la tecnología y su impacto en la organización.
- Explorar el potencial de las nuevas tecnologías y su impacto en el negocio mediante el uso de herramientas prospectiva. Dicho estudio prospectivo puede ser desarrollado ya sea por el equipo de tecnología o mediante la investigación de publicaciones referentes a análisis de tendencias en la industria farmacéutica desarrollada generalmente por expertos, consultores y proveedores de tecnología.
- Analizar la historia de la organización, los planes estratégicos, el panorama sociopolítico, económico, ambiental, organización, financiero, empresarial, cultural, de mercado y cualquier otro que pudiera ser de relevancia para la actividad empresarial.
- Evaluar la situación tecnológica actual de la empresa. La mejor forma de efectuar dicha evaluación es vía una auditoría tecnológica.
- Clarifique las metas y las estrategias específicas de la tecnología para los programas y las operaciones internas. Lo anterior dicho en otras palabras

es el desarrollar un cartera de proyectos y definir parámetros de medición de desempeño para toda la organización.

- Establecer prioridades de desarrollo tecnológico considerando los programas actuales de la empresa, la situación financiera, la infraestructura, la cultura empresarial , etc.
- Especificar los aspectos de sustentabilidad de la tecnología con base en; métodos de evaluación, entrenamiento, soporte técnico, políticas y procedimientos.
- Preparar presupuestos, planes de fondeo y ofertas de concesión tecnológica.

De forma gráfica el proceso general de desarrollo del plan tecnológico, así como la interacción de éste con la planeación estratégica de la empresa, puede visualizarse en la siguiente figura.

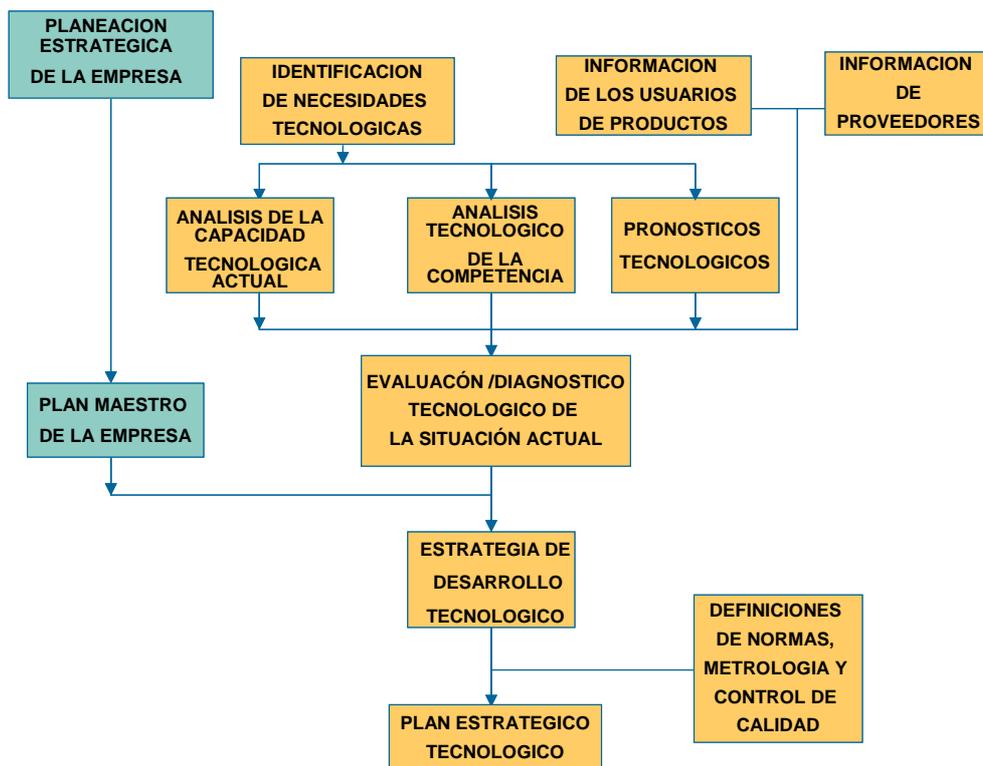


Figura 11. Flujograma de Desarrollo del Plan Estratégico.

Como se indica en la figura 11 el desarrollo de un plan tecnológico implica el desarrollo de planes estratégicos empresariales, la identificación de necesidades tecnológicas, información de clientes y proveedores para que con base en una evaluación y diagnóstico tecnológico de la situación actual así como de prospectivas tecnológicas se defina el plan tecnológico estratégico. El proceso de desarrollo de un plan tecnológico puede tonar de 5 a 8 meses dependiendo de la profundidad del plan y de la complejidad de la organización.

2.5.3. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO

La gestión de la tecnología se concreta en diversos procesos de toma de decisión basados en la disponibilidad de información actualizada de la situación en la que se encuentra la organización en cuestión y la posición que se desea ocupar en un determinado momento futuro.

El diagnóstico tecnológico supone siempre combinar dos enfoques necesarios y complementarios:

- Enfoques desde las tecnologías: Se adopta la visión de que la evolución de las tecnologías es “independiente” de la de las empresas que la utilizan. Esta es una simplificación de la realidad, porque las empresas generadoras de tecnología tienen muy presente la necesidad de clientes para las mismas (precursores a adoptadores tempranos), y porque las tecnologías deben completarse en su uso (componentes de la tecnología relacionados con el método o el dominio de uso).
- Enfoques desde las empresas: En este caso se trata de conocer la forma en la que la tecnología se emplea en una determinada organización o en un conjunto de organizaciones con estructuras o actividades similares. Aunque las situaciones no son directamente extrapolables, cuándo estos procesos son apoyados por organismos públicos se pretende utilizar los resultados

de este análisis para un conjunto de empresas similares. Los resultados deben siempre matizarse por información de contexto de sistema de innovación nacional o supranacional en el que se encuentre la empresa (por ejemplo, en el contexto de España, UE, OCDE).⁹

2.5.4. LA AUDITORÍA TECNOLÓGICA

La Auditoría tecnológica es una parte vital e integral del proceso estratégico de las empresas, inclusive para aquellas que tradicionalmente sus procesos podría considerarse que no se basan en la tecnología como bancos y empresas de servicios financieros.

La Auditoría Tecnológica es el proceso mediante el cual una organización identifica, analiza y evalúa las capacidades tecnológicas que se utilizan como ventaja competitiva. La capacidad tecnológica tiene un impacto profundo en las habilidades de las empresas para competir eficazmente. Generalmente el horizonte de tiempo para el desarrollo tecnológico es generalmente largo, se comprometen recursos onerosos mucho antes de que exista alguna cualquier esperanza de un retorno seguro de la inversión. Por lo anterior las empresas deben enfocar sus recursos de desarrollo tecnológico con mucho cuidado. La auditoría tecnológica permite a los gerentes y directivos a determinar el lugar en el cual deben de poner atención dentro de la amplia variedad de oportunidades de desarrollo tecnológico.

Muchas de las ideas y principios de la administración de la tecnología fueron formalizadas en los años setenta a principios de los ochenta. En esos tiempos, se tendía central la administración tecnológica únicamente en el área de investigación y desarrollo lo cual asilaba la gestión tecnológica de todos los demás procesos administrativos.

A partir de los años noventa, la mayoría de las corporaciones descentralizaron sus funciones, incluyendo investigación y desarrollo. Lo anterior, tuvo un impacto sumamente beneficioso en términos de la aceptación y aplicación de la tecnología. Sin embargo, incrementó la complejidad de la administración de la tecnología. Como resultado los nuevos modelos de auditoría tecnológica comprenden las tecnologías de producto, proceso y de organización para poder contribuir al proceso de planeación estratégica.

La auditoría tecnológica es desarrollada para:

- Obtener una imagen general de la empresa en materia tecnológica.
- Reconocer problemas prioritarios y determinar áreas de oportunidad.
- La toma de decisiones sobre: Recursos Humanos, Operaciones, Logística, Administración, Desarrollo Empresarial y gestión de nuevas inversiones.

La auditoría tecnológica tiene cuatro objetivos principales:

1. Identificar y evaluar los recursos y capacidades tecnológicas.
2. Determinar y evaluar la importancia de mercado o potencial de las tecnologías de la empresa
3. Determinar la posición competitiva de la empresa en función de su capacidad tecnológica
4. Entender e identificar la forma en la cual la organización puede desarrollar y explotar sus tecnologías con el fin de construir ventajas competitivas sustentables.

La auditoría tecnológica es un insumo indispensable para delinear el plan tecnológico de la empresa, depende de la estrategia global de la empresa y en lo particular se refiere a un diagnóstico de la empresa desde el punto de su potencial y principales problemas tecnológicos. Dentro del proceso de desarrollo del plan tecnológico se sitúa dentro del análisis de la capacidad tecnológica actual.

Existen principalmente cinco enfoques para auditar tecnológicamente a una empresa. Estos enfoques están:

- Basados en la evaluación de la función de investigación y desarrollo y sus relaciones con otras áreas.
- Basados en el análisis de la tecnología en toda la cadena de valor.
- Basados en la evaluación de capacidades tecnológicas.
- Enfocados a la definición de cartera de proyectos.
- Enfocados al seguimiento y control de proyectos.

Dependiendo del tipo de organización, del tipo de ramo industrial, del entorno, de las estrategias de la empresa, de la naturaleza del negocio y de otros factores, se elige el enfoque a considerar. En ocasiones es posible adoptar un método que combine diversos enfoques. Una misma empresa puede adoptar diversos enfoques dependiendo el área a auditar.

A continuación se mencionarán brevemente en lo que consisten algunos modelos para el desarrollo auditorías tecnológicas.

2.5.4.1. RUBENSTEIN. Modelo de Auditoría de la Innovación Tecnológica en la empresa con 6 variables

Este modelo se enfoca en auditar la gestión tecnológica con base en la función del área de investigación y desarrollo y como su nombre lo indica se basa en la evaluación de 6 variables principales. Dichas variables son:

1. Innovaciones realizadas en los productos/mercados de la empresa en comparación con la competencia. Esta variable puede ser cuantificada mediante Benchmark.

2. Capacidad innovadora del equipo de I&D. Puede ser evaluada tomando como indicador el número de nuevos productos o rediseño de los mismos en un periodo de tiempo dado. Éste indicador puede ser evaluado con relación a la competencia.
3. Flujo desde la generación hasta la utilización de las ideas. Esta variable puede ser cuantificada mediante un mapeo del proceso que abarque todos los pasos intermedios requeridos.
4. Tiempo necesario para la aplicación/comercialización de los resultados de I&D. Esta variable se evalúa considerando el tiempo a partir del cual se abre el proyecto de investigación hasta que se lanza algún nuevo producto comercialmente.
5. Costos y beneficios de los proyectos y de las innovaciones. Mediante análisis económicos financieros es posible evaluar el costo-beneficio de las innovaciones realizadas y determinar si su desarrollo fue convenientes financieramente.
6. Relevancia e impacto de I&D sobre los intereses, problemas y oportunidades de las divisiones operativas de la empresa. De todas las variable mencionadas ésta es la más difícil de medir ya que únicamente puede ser evaluada cualitativamente en función a la percepción de integrantes de la organización.

2.5.4.2. VASCONCELOS (1990). Factores de Evaluación

Vasconcelos en 1990 identificó 10 factores de evaluación que deben de ser considerados al desarrollar una auditoría tecnológica. Dichos factores de evaluación son:

1. Nivel de sensibilización para la tecnología
2. Nivel de sintonía entre la estrategia tecnológica y la de la empresa
3. Nivel de capacidad tecnológica, comparado con la competencia
4. Nivel de la integración entre I&D con las demás áreas de la empresa

5. Nivel de anticipación de amenazas y oportunidades tecnológicas
6. Nivel de adecuación de la estructura de I&D
7. Nivel de adecuación de sistema de información tecnológica
8. Nivel de adecuación de los recursos para I&D
9. Nivel de adecuación de los sistemas de evaluación de la I&D
10. Nivel de adecuación de las técnicas de Gestión de Tecnología

Dado que todas las organizaciones tienen características tecnológicas y administrativas únicas se debe de dar mayor peso a aquellos factores que se considere que tengan un mayor impacto en los resultados de negocio.

2.5.4.2. Metodología de Arturo García Torres

Esta metodología está enfocada en la definición de la cartera de proyectos con base en la cuantificación de capacidades tecnológicas. Esta metodología de forma general se compone de 8 pasos, a continuación se describe cada uno de ellos.

2.5.4.2.1. Caracterización de la tecnología

Se debe identificar que tipo de tecnología es preponderante en la operación de la empresa. Los tipos de tecnología en cuanto a su competencia pueden ser: de Proceso, de Producto, de Equipo, de Operación, de mercado o de Organización.

En cuanto al impacto de la tecnología en la competencia esta puede ser clasificada como distintiva, clave, emergente o periférica.

La tecnología distintiva es aquella que marca una diferencia competitiva con respecto a las tecnologías aplicadas por la competencia.

La tecnología clave es aquella que es indispensable poseer para desarrollar la actividad propia de la empresa.

La tecnología periférica es la cual, sin dejar de ser importante, no es indispensable poseer para desarrollar la actividad propia de la empresa.

Una tecnología emergente es aquella que inicia su proceso de desarrollo y que se vislumbra en el futuro como determinante en el ámbito de su competencia.

Así mismo, es posible clasificar las tecnologías acorde a su complejidad, grado de madurez, dinamismo, estructura de la propiedad intelectual, costos asociados al acceso.

2.5.4.2.2. Elaboración de diagnósticos externos

En este paso se deben de identificar las oportunidades y amenazas tecnológicas, las nuevas tendencias tecnológicas y se debe efectuar una caracterización de la tecnología. Se debe de considerar los principales cambios tecnológicos que se presentarán en el mundo, evaluar la probabilidad de que éstos ocurran e identificar el impacto que éstos cambio traerán en la competitividad de la propia empresa.

Como parte del proceso de elaboración del diagnóstico tecnológico se debe identificar la capacidad tecnológica de la competencia en cuanto a:

- Esfuerzo en investigación y desarrollo
- Inversiones y evolución de las mismas
- Calidad de su personal
- Relaciones y alianzas
- Resultados recientes

También es necesario evaluar las nuevas tecnologías disponible en cuanto a:

- Avances científicos y tecnológicos

- Disponibilidad y costos
- Grado de Madurez
- Principales tendencias

2.5.4.2.3. Diagnóstico de Brechas

Consiste en identificar las diferencias tecnológicas con relación a la competencia, al líder del mercado o con las exigencias de los clientes. Dichas brechas deben de ser evaluadas en dos ámbitos: de mercado y de operación.

Las brechas de mercado: permiten identificar la manera como la empresa esta satisfaciendo las necesidades de mercado

Las brechas de operaciones permiten identificar las oportunidades de mejora en la producción de bienes o servicios. Éstas deben ser identificadas a lo largo de toda la cadena de suministros.

2.5.4.2.4. Diagnóstico de la asimilación de la tecnología

La asimilación tecnológica se refiere al nivel de independencia para la aplicación de una tecnología dada. El diagnóstico de asimilación de la tecnología comprende una evaluación de la capacitación del personal, la medición de la maestría técnica del personal para operar los procesos de negocio, así como la independencia para operar maquinaria y equipos sin la necesidad de recibir soporte del proveedor de la tecnología. Existen cuatro factores principales a considerar para efectuar el diagnóstico de la asimilación tecnología:

- Capacitación: La capacitación a su vez puede medirse mediante los niveles y perfil de personal, enfoque de cursos, recursos invertidos en capacitación al año, existencia de programas de capacitación, fuente de la capacitación (interna o externa).

- Documentación: Se evalúa la existencia de procedimientos y registros referentes al producto, proceso, equipo y operaciones.
- Maestría Operativa: Se debe evaluar en función de la productividad, reducción de costos, aseguramiento de la calidad, variables logísticas, etc.
- Capacidad de mejora: La capacidad de mejora de la operación puede ser evaluada a partir del impacto y del número de proyectos de mejora, la implementación de sistemas integrados de trabajo, Kayzen's, proyectos de mejora enfocada, etc.

2.5.4.2.5. Identificación de la capacidad de innovar

Indicadores típicos para identificar la capacidad de innovar son el número de proyectos de mejora continua, el número de productos nuevos, el número de patentes, el número de artículos científicos publicados, el desarrollo de nuevos procesos o la modificación de la reingeniería de los mismos, el estado de desarrollo (curva S) de los productos de la compañía, el número de convenios con instituciones de investigación u otras empresas para el desarrollo de innovaciones tecnológicas.

2.5.4.2.6. Utilización de información tecnológica y de mercado

Es importante considerar el uso de tecnologías de la información en el desarrollo de procesos internos así como para detectar necesidades del cliente, identificación de clientes potenciales, desarrollo de nuevos productos y nuevos nichos de mercado, así como detección de fortalezas y debilidades de los competidores.

2.5.4.2.7. Identificación y medición de las dimensiones tecnológicas

Las dimensiones tecnológicas son aquellos factores que determinan el desempeño de una tecnología. Es importante su identificación y cuantificación ya

que generalmente tiene un impacto dramático en los costos de operación de la tecnología. Generalmente son parámetros de desempeño para evaluar productos, procesos o equipos con el fin de establecer la posición tecnológica relativa de la empresa y definir metas de mejora, en función de los niveles requeridos para competir en el mercado y limitaciones propias intrínsecas.

2.5.4.2.8. Definición de cartera de proyectos.

La definición de la cartera de proyectos debe desarrollarse en función del costo beneficio de los mismos, las fuentes de financiamiento, el plazo, el impacto en la competitividad de la empresa y la alineación de los mismos con los planes estratégicos de la empresa o de empresas miembro del mismo grupo industrial o corporación.

3. OBJETIVOS Y METAS

3.1. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es el determinar las capacidades tecnológicas actuales de la dirección de operaciones de una compañía farmacéutica transnacional con operaciones en México así como la cartera de proyectos y medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de calidad que satisfagan los requerimientos futuros de tecnología que se prevén en los próximos años y que son vitales para asegurar la competitividad futuro de la empresa dentro del mercado farmacéutico.

3.2. METAS

Las principales metas a cumplir con el desarrollo del plan tecnológico son:

- Establecer panorama histórico de la compañía.
- Revisión de objetivos estratégicos, estructura y funciones de la dirección.
- Análisis de variables de operación actuales.
- Definición de factores de competitividad en la industria farmacéutica.
- Análisis FODA de la dirección de operaciones.
- Prospectiva tecnológica en la industria farmacéutica.
- Ubicar el nivel tecnológico actual de la empresa y diagnosticar la asimilación de la tecnología actual, así como identificar áreas de oportunidad y establecer proyectos para potenciar las fortalezas tecnológicas y redimir los rezagos tecnológicos actuales.
- Identificar las prioridades tecnológicas y necesidades de desarrollo de proyectos acorde a las tecnologías emergentes en el sector industrial farmacéutico.
- Definición de Medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de la Calidad, así como determinación de cartera de proyectos.

4. METODOLOGÍA

4.1. HIPOTESIS

Mediante la aplicación de un modelo que contemple análisis históricos de la empresa, análisis internos, externos y estudios prospectivos será posible determinar los objetivos tecnológicos estratégicos de la empresa, la cartera de proyectos, definir medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de la calidad de la Dirección de Operaciones de una empresa Compañía Farmacéutica Transnacional con operaciones en México.

4.2. MARCO LÓGICO DE INVESTIGACIÓN

El marco lógico de investigación que se siguió en el desarrollo del presente trabajo se describe a continuación:

- 1.- Planteamiento del Modelo a Emplear
- 2.- Investigación histórica de los antecedentes de la Empresa
- 3.- Desarrollo del Análisis Tecnológico Interno. Incluye: Identificar los objetivos de la dirección de operaciones, la misión del área, la estructura organizacional, la clasificación de las operaciones, el análisis de las operaciones con base en datos estadísticos, la determinación de FODA y el desarrollo de una Auditoría Tecnológica.
- 4.- Identificación de la prospectiva tecnológica de la industria farmacéutica.
- 5.- Desarrollo del Análisis del Entorno y definición de Factores de Competitividad.
- 6.- Desarrollo del Plan Tecnológico Estratégico. Incluye la definición de la cartera de proyectos y el desarrollo de los entregables.

El contacto con la empresa para la obtención de la información requerida para el desarrollo del análisis se estableció mediante interacción verbal con especialistas de cada área, juntas interdisciplinarias, consulta de archivos de operación contacto con clientes y proveedores de materias primas y tecnología.

5. DESARROLLO

5.1. PLANTEAMIENTO DEL MODELO

Para los fines de la presente tesis se plantea la utilización de un modelo basado en el análisis de los antecedentes de la empresa, en el analizar la información de la operación actual para determinar fortalezas y debilidades y en un análisis del entorno empresarial para identificar oportunidades y amenazas. El análisis interno y externo aunado a un estudio de prospectiva tecnológica permitirán plantear los objetivos tecnológicos estratégicos y a partir en esto se definirá la cartera de proyectos, las medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de la calidad. El modelo que se propone para desarrollar el Plan Tecnológico Estratégico de la Dirección de Operaciones de una Industria Farmacéutica Transnacional se muestra esquemáticamente a continuación.

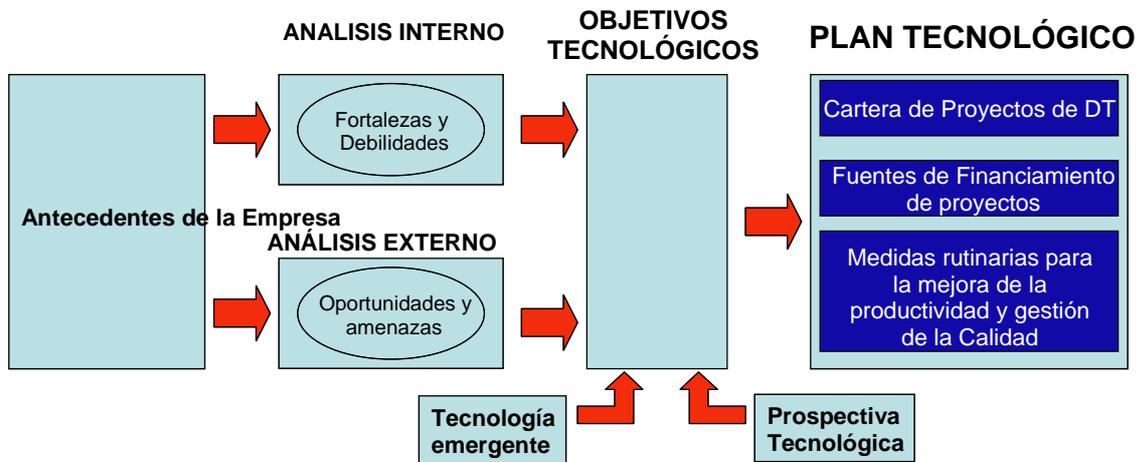


Figura 12. Modelo propuesto para el desarrollo de Plan Tecnológico Estratégico.

Como puede observarse en la figura, el modelo consiste en analizar los antecedentes del sector y de la empresa para con base en ello efectuar análisis internos y externos. Estos análisis, en conjunción con análisis prospectivos e investigación de la tecnología emergente, permitirán establecer objetivos tecnológicos que serán la base para definir el plan tecnológico estratégico.

5.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los eventos relevantes que han marcado la historia de la empresa en cuestión.

Tanto a nivel internacional como nacional. La empresa es producto de la fusión de dos empresas, por lo cual se referirá a los fundadores de cada una de ellas como cofundador A y B respectivamente.

Año	Evento
1851	El “cofundador A” de la empresa compró una compañía en Berlín, y comenzó a vender y desarrollar productos farmacéuticos para el alivio de malestares comunes.
1854	Las instalaciones de manufactura se establecieron en Berlín, y la compañía comenzó a tener una buena reputación internacional por sus altos estándares de calidad y pureza.
1876	Los productos de la empresa son presentados en la Feria Mundial de Philadelphia dándole a la compañía presencia en EU por primera vez.
1908	El “cofundador B” de la empresa, emprendedor de 16 años, pidió prestado a su padre \$125 USD para comprar un caballo y una carreta y comenzó a vender remedio a gente de pequeños pueblos y granjeros de lugares cercanos a Memphis, Tennessee.
1922	El “cofundador B” compra y desarrolla la aspirina para niños de ST. JOSEPH la cual se convierte en una marca líder a nivel nacional (EU).
1928	Los productos promocionados por el “cofundador B” son comercializados en New York City.
1935	Los productos promocionados por el “cofundador B” son comercializados en New Jersey.
1937	La empresa del “cofundador A” alcanza su mayor éxito tecnológico en endocrinología con su éxito de producción a escala comercial de la hormona masculina testosterona.
1942	La empresa del “cofundador A” es nacionalizada por el gobierno de los EU durante la segunda guerra mundial (como fue también durante la primera guerra mundial).
1948	La empresa del “cofundador A” introduce al mercado sus primeros productos de desarrollo propio: un antihistamínico y un medicamento para el tratamiento de malestares intestinales. Surgió la estrategia empresarial "Growth Through Research" (Crecer mediante la investigación) la cual es empleada incluso en la actualidad por diversas compañías farmacéuticas.
1949	Un producto antihistamínico es introducido como uno de los más grande descubrimientos de la empresa del “cofundador A” a la fecha. Su potencial sin precedente y sus mínimos efectos colaterales le ayudaron a convertirse en la prescripción líder a nivel mundial.
1951	Desarrollan un medicamento de prescripción desarrollado por la empresa del “cofundador A” para el alivio de los síntomas del resfriado, se vuelve la marca líder.
1951	Se funda la compañía mexicana que distribuye los productos de la empresa del “cofundador A” en México así como productos antigripales de desarrollo propio.
1952	La empresa del “cofundador A” ingresa al mercado de valores.

Año	Evento
1955	Se introducen nuevos medicamentos de la empresa del “ cofundador A ” en el mercado dando a la compañía un liderazgo incuestionable en el mercado de los corticosteroides.
1957	La empresa del “ cofundador B ” adquiere un negocio de productos de protección solar. Con la adquisición de empresa, se adquiere una marca estandarte para la línea de productos del cuidado personal.
1957	La empresa del “ cofundador A ” adquiere los laboratorios White.
1959	La empresa del “ cofundador A ” expende sus operaciones en el mercado de los productos de salud animal al comprar los Laboratorios “American Scientific Laboratorios”.
1964	Un medicamento antibiótico de vanguardia y uno de los descubrimientos más significativos de la empresa del “ cofundador A ” es introducido al mercado mundial.
1971	La empresa del “ cofundador A ” se fusiona con la empresa del “ cofundador B ”. La fusión de crea una compañía con fuerza y diversidad en la industria farmacéutica y de productos de consume a nivel mundial.
1972	La compañía mexicana que distribuye los productos de la empresa del “ cofundador A ” es adquirida por la fusión de ambas empresas, cambia de razón social y se constituye como una división de negocio en México.
1975	Se introduce un producto antihongos de alto espectro en el mercado internacional.
1976	Se lanza un medicamento contra el asma basado en un nuevo concepto (un corticosteriode oral inhalado).
1979	La fusión de las empresas adquiere a un productor líder de productos para el cuidado de los pies.
1979	La empresa adquiere acciones minoritarias de Biogen, Inc., y adquiere los derechos de interferón alfa-2b.
1980	La empresa lanza un nuevo producto que posiciona a la compañía dentro del Mercado de los antibióticos.
1981	La empresa introduce dos nuevos fármacos: uno que alivia los síntomas del asma y otro que alivia los síntomas de la rinitis.
1982	Se lanza medicamento alivia la rinitis estacional y perinatal.
1982	La empresa adquiere el instituto DNAX el cual fue un gran paso para el posicionamiento de la compañía en biotecnología.
1982	Se lanza un nuevo producto el cual es el único tratamiento oral para el cáncer de próstata. El producto fue introducido en los EU hasta 1989.
1985	Se lanza un nuevo producto que es un efectivo antiviral y agente anticancerígeno. Es el primer producto biotecnológico lanzado por la compañía.
1986	Se adquiere Key Pharmaceuticals que fortalece a la compañía en la rama de productos cardiovasculares y de tratamiento de alergias.
1988	Se lanza un nuevo producto a nivel mundial. Este novedoso producto se convierte en el antihistamínico número 1 a nivel mundial. Se convierte en el producto líder de ventas para la empresa.
1990	Se lanza comercialmente un producto antihongos vaginal.
1992	Se abre el centro de Investigación Farmacéutica. Es un centro de un millón de metros cuadrados con tecnología de punta “state-of-the-art” en Kenilworth, New Jersey.
1994	En México se construye una nueva planta de manufactura “state-of-the-art” en Xochimilco con tecnología de punta para centralizar la manufactura de productos con consumo en Latinoamérica.
1996	La empresa adquiere Canji, Inc. la cual es una compañía que desarrolla medicamentos con ingeniería genética para el tratamiento del cáncer.
1997	Se adquiere la compañía veterinaria Mallinckrodt Inc., la cual triplica las ventas de la división de salud animal.

Año	Evento
1998	Se introduce un medicamento que junto con el INTRON A cura la hepatitis tipo C.
2000	La empresa genera un acuerdo con Merck para el desarrollo conjunto de dos nuevos medicamentos en estados unidos para las áreas de tratamiento contra enfermedades respiratorias y el colesterol.
2000	Se inaugura un nuevo centro corporativo de 160,000 metros cuadrados, en Kenilworth, New Jersey.

Al observar la evolución histórica de la compañía lo que se puede concluir es que es una empresa que basa su crecimiento en función al descubrimiento de nuevos fármacos que permitan atender nuevos nichos de mercado ya sea mediante su área de investigación y desarrollo o mediante la adquisición de empresas estratégicas o el desarrollo de alianzas con competidores.

5.3. Análisis Interno

5.3.1. Objetivos Estratégicos

Los objetivos estratégicos de la empresa farmacéutica en cuestión son:

- 1.- Impulsar la innovación para el desarrollo de nuevos productos.
- 2.- Ofrecer a nuestros clientes productos farmacéuticos y de cuidado personal de calidad superior a los de la competencia.
- 3.- Promover la excelencia en los procesos de manufactura para poder aprovechar las economías de escala.
- 4.- Ser una empresa con presencia global que distribuya sus productos alrededor del mundo.

La división de operaciones colabora con los objetivos estratégicos principalmente en los puntos 2, 3 y 4 para lo cual ha definido los siguientes objetivos:

1.- Desarrollar proyectos de adquisición de equipos enfocados incrementar la capacidad instalada de manufactura y es establecer sistemas de control automatizados que reduzcan el riesgo de error humano y mejoren la calidad de los productos.

2.- Implementar programas que permitan incrementar la calidad, asimilar la tecnología disponible y reducir los costos de manufactura.

3.- Desarrollar proyectos de mejora de equipos actuales para incrementar su versatilidad y poder incrementar el número de tipos de productos manufacturados para poder manufacturar todos los productos requeridos en Latinoamérica.

4.- Desarrollar sistemas logísticos que permitan prever con precisión la demanda para reducir inventarios, programar efectivamente la producción y desarrollar proyectos con proveedores para reducir el costo logístico total de los productos.

5.3.2. Definición de la dirección de operaciones de S-P México

La dirección de operaciones se encarga de producir productos farmacéuticos estériles y no estériles en las formas farmacéuticas de jarabes, tabletas, cápsulas, jeringas, ampolletas y viales. Su misión es la producción de los productos cumpliendo las normas y estándares de calidad corporativos, con excelencia operacional, en apego a los valores de la compañía y conforme a la leyes de los países en los cuales se distribuyen sus productos. La dirección de operaciones cuenta con tecnologías de manufactura de vanguardia y a nivel global cuenta con el apoyo para adquisición de equipo de clase mundial.

5.3.3. Descripción de la estructura de la dirección de operaciones

Desde el punto de vista organizacional la dirección de operaciones se divide de la siguiente forma:



Figura 13. Organigrama de la Dirección de Operaciones.

Las diversas operaciones que se desarrollan en la planta de manufactura pueden ser clasificadas acorde a los productos de las mismas. Acorde al criterio anterior, en el siguiente diagrama se muestra la clasificación de los procesos que se desarrollan en la dirección de operaciones de la empresa.

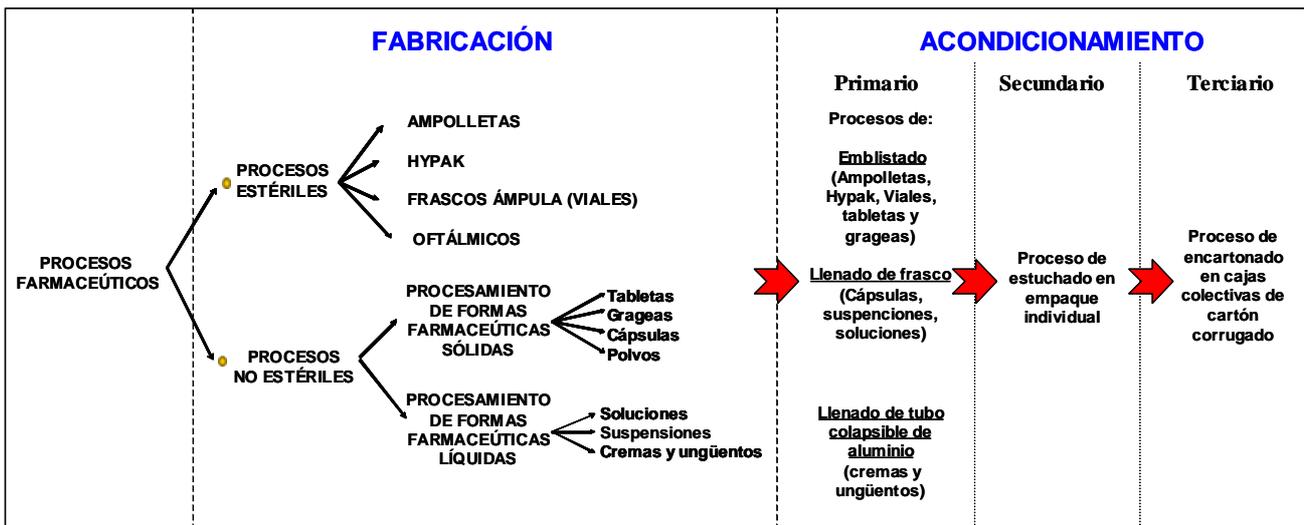


Figura 14. Clasificación de las operaciones en función de los tipos de productos.

El layout de la planta se muestra a continuación en donde se indica la ubicación de cada una de las áreas de proceso así como de los almacenes y del laboratorio de control de calidad.

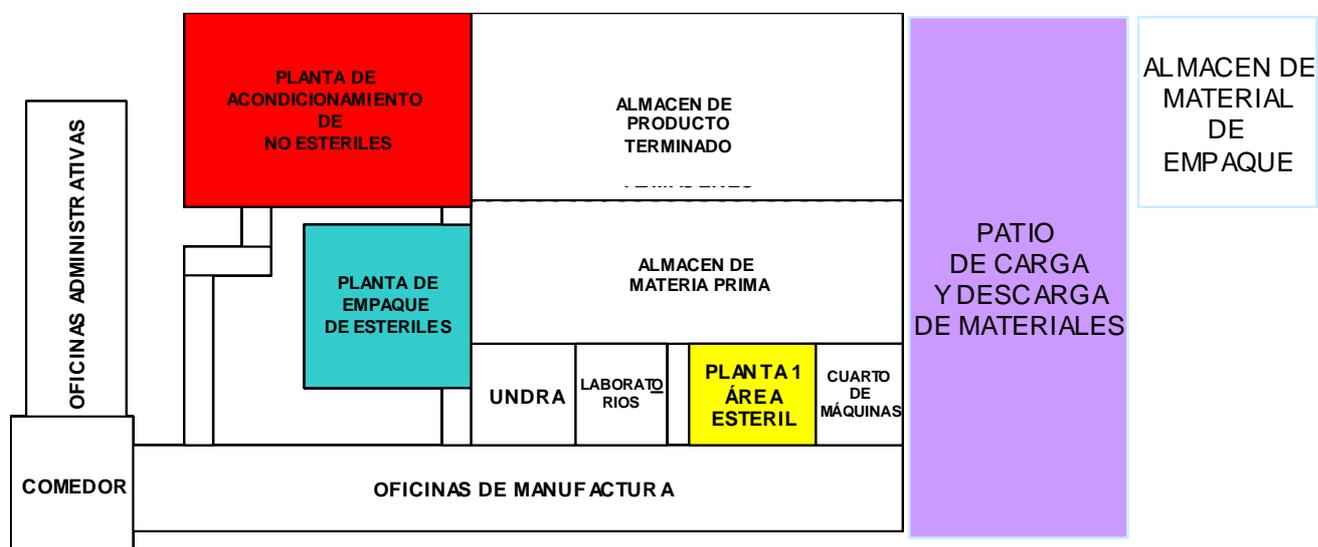


Figura 15. Layout de la planta de manufactura.

5.3.4. Datos estadísticos

La planta de manufactura produce más de 95,000,000 de unidades al año. La planta cuenta con tecnología de punta y su capacidad operativa se emplea al 85%. En cuanto al número de unidades producidas el 75% en volumen es para consumo local y el resto para exportación, sin embargo se prevé un incremento del 10% año por año debido a la estrategia corporativa de centralizar la producción de toda Latinoamérica en la planta de México.

El número de códigos de producto terminado que maneja actualmente es de 1500 de los cuales el 90% son de manufactura local y el restante de importación. En cuanto al número de códigos de producto el 25% de los códigos son para productos de venta nacional y el 75% son para productos de consumo internacional, lo anterior se debe a que, acorde a la legislación local del país al cual se va a exportar, el arte del empaque debe de indicar textos diferentes y

además por cuestiones comerciales los nombres y logotipos de cada producto también varían de país a país. Al atraer todo el volumen de producción a la operación de México se multiplica de forma importante el número de diferentes productos a producir.

Los costos de manufactura de forma general pueden estar divididos como: costos de mano de obra directa, costos de manufactura indirectos (overhead) y costos de materias primas. Dentro de los costos de manufactura indirectos (overhead) se contemplan los gastos de mantenimiento, limpieza, servicios, ingeniería, documentación, impuestos, manejo de materiales, entre otros. Cabe señalar, que en la información que se presenta a continuación, únicamente se muestran los costos asociados a los procesos de manufactura, por lo que no se contemplan los costos de las ventas ni los gastos administrativos no asociados a las operaciones de manufactura.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los costos de manufactura en general:

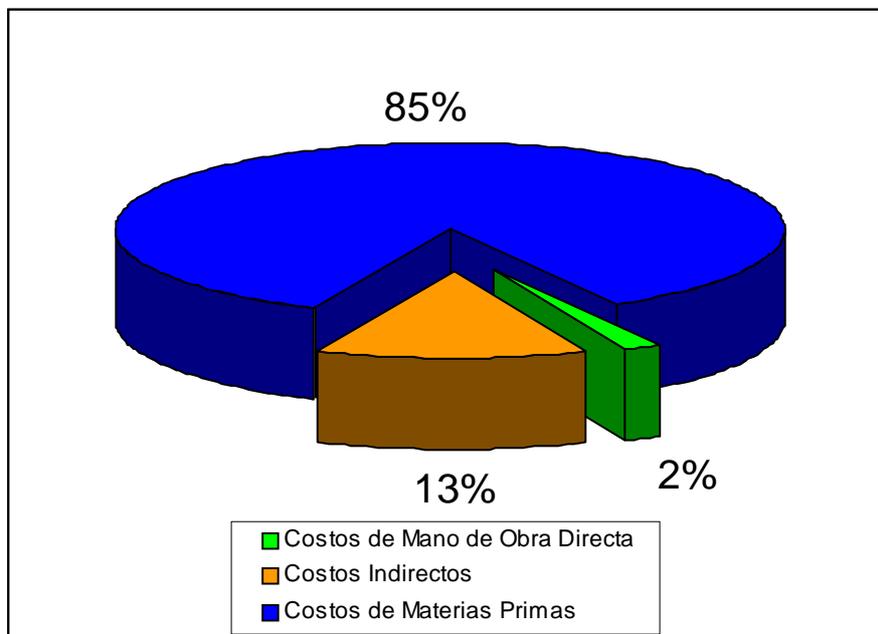


Figura 16. Distribución General de Costos de Manufactura

Como puede observarse el mayor porcentaje de los costos se deriva de los costos de las materias primas, lo anterior es típico de la industria farmacéutica dado que el alto costo de las sustancias activas de los medicamentos.

El segundo rubro en porcentaje es el de los costos de manufactura indirectos (overhead) lo cuál es entendible debido a la automatización de los procesos, a los altos requerimientos sanitarios para la fabricación de medicamentos y los estrictos controles de calidad.

De esta forma, desglosando los costos de overhead la distribución se observa de la siguiente manera:

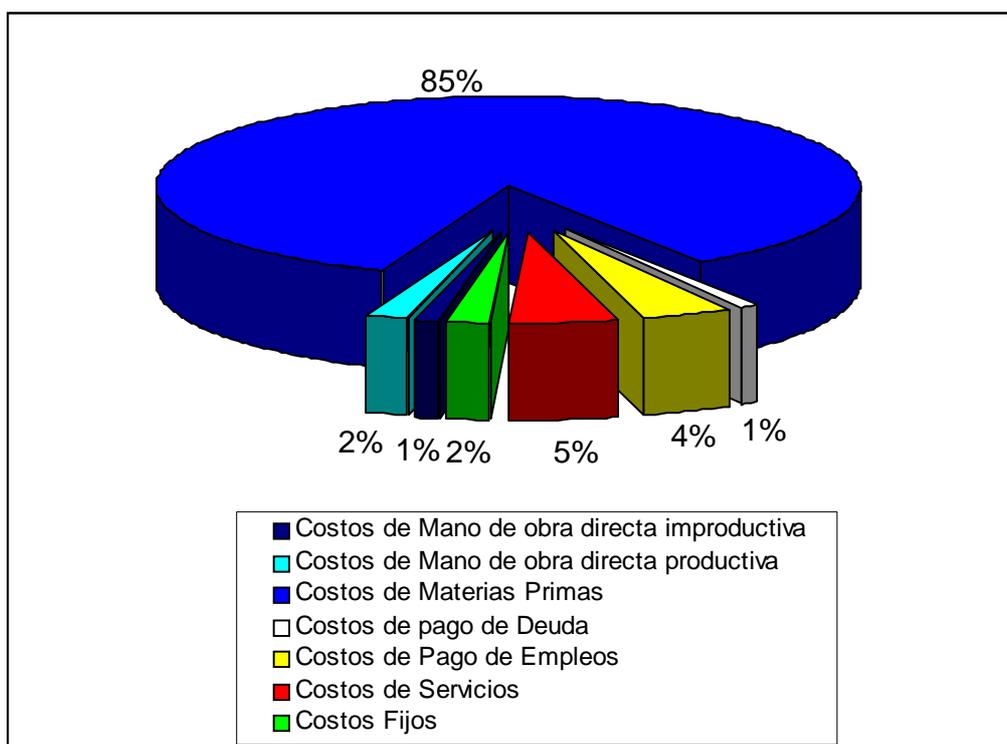


Figura 17. Distribución de Costos de Manufactura, desglosando los costos de manufactura indirectos.

Debido a que generalmente en la industria farmacéutica, se considera que los costos de manufactura indirectos no representan un alto porcentaje de los costos totales de manufactura, en ocasiones suele no tomarse en cuenta la efectividad

con la cual se desarrollan las operaciones de producción, ni se considera la importancia de la maestría técnica del personal en el desarrollo de los procesos. Sin embargo, si se consideran en forma absoluta los costos indirectos (alrededor de 50 millones de dólares) se pueden obtener importantes reducciones de costos, incrementando el margen de los productos vía la optimización de los procesos.

Así mismo, dentro de la estructura de costos de producción la parte sobre la cual la dirección de operaciones puede tener ingerencia directa es en los costos de operación ya que los costos de materias primas se encuentran fijados por factores externos como son las condiciones del mercado y la ley de la oferta y la demanda. Para analizar a detalle las diversas partidas que integran los costos de manufactura indirectos, en la siguiente gráfica se muestra la distribución de los mismos.

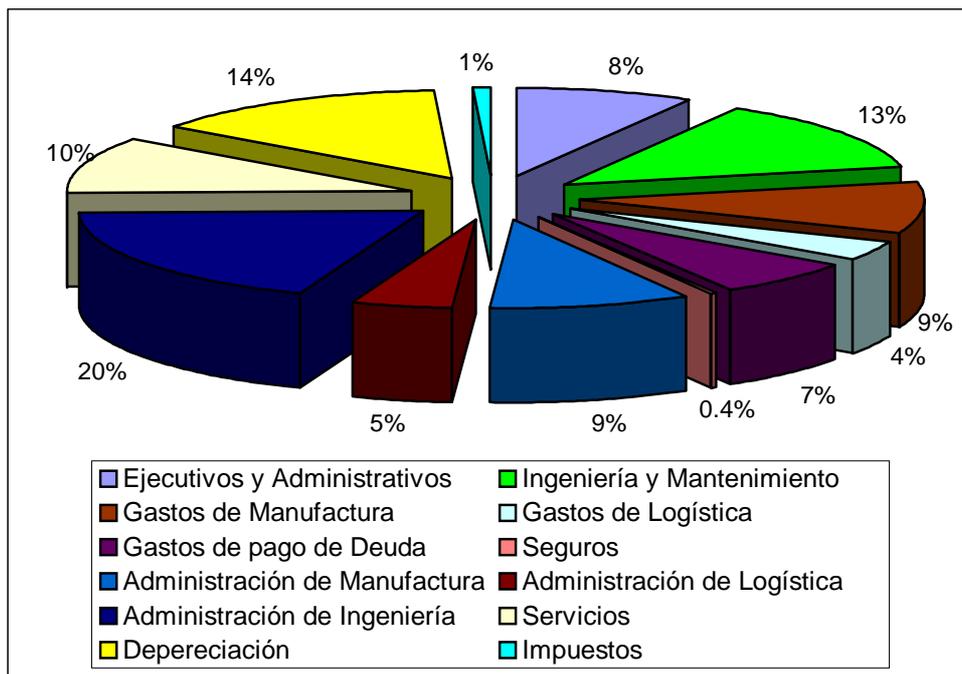


Figura 18. Distribución de Costos de Manufactura Indirectos.

Como puede observarse, el mayor porcentaje de los costos de manufactura indirectos se destinan a pago de depreciación de maquinaria, a consumibles, a ingeniería, a mantenimiento y a gastos de supervisión y documentación de

manufactura. Para analizar adecuadamente los costos de materias primas, se muestra la siguiente figura en la cual se indican las diversas partidas en este rubro.

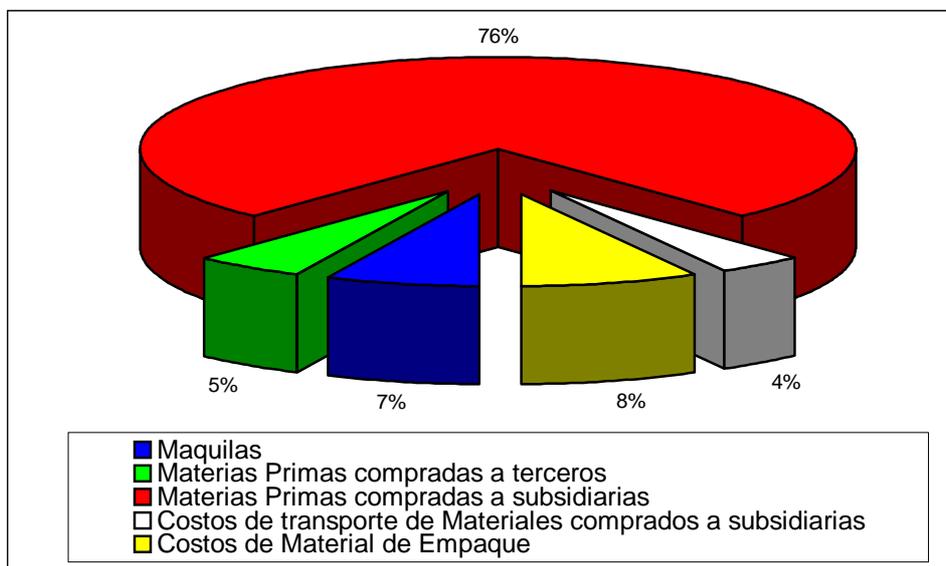


Figura 19. Distribución de Costos de Materias Primas.

El índice de rotación de inventarios de la empresa es de 2 (el cual es típico de la industria farmacéutica pero es pésimo a comparación de industrias de cómputo o automotrices). Los costos totales de manufactura son de 350 millones de dólares al año incluyendo costos de materia prima.

5.3.5. Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades de la Dirección de Operaciones

El análisis FODA (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) presentado a continuación refleja los principales factores que pueden influir en el desarrollo futuro de la dirección de manufactura.

Dicho análisis fue desarrollado considerando factores internos, tecnologías de manufactura disponibles, declaraciones de especialistas de las diversas áreas de

la dirección de operaciones y condiciones actuales del mercado de la empresa y de la industria farmacéutica.

A continuación se muestra en la figura 20 el diagrama FODA desarrollado para el objeto de estudio.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de asimilación de tecnología de reciente adquisición ▪ Altos costos de materias primas y altos niveles de inventario ▪ Estructura organizacional burocrática que frena cambios administrativos y desarrollo de nuevos proyectos de mejora ▪ Falta de un sistema de capacitación formal a ejecutivos de nuevas tendencias tecnológicas y prácticas administrativas ▪ Reciente expiración de productos de patente y auge de productos genéricos y similares a nivel mundial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Competencia internacional. ▪ Utilización de herramientas avanzadas por la competencia (sistemas automatizados, nuevas tecnologías de la información enfocadas a la producción y gestión de la calidad). ▪ Implementación de nuevos proyectos de la compañía de comercio electrónico ▪ Posibilidad de incurrir en graves errores humanos al tener diversos procesos de manufactura manuales ▪ Incremento en el número de ítems que complica la gestión logística y ocasiona el incremento de cambios de proceso a lo largo de toda la cadena de valor
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estrictos controles de calidad ▪ Buena reputación de la planta de manufactura de México a nivel corporativo ▪ Mano de obra especializada (retención de personal clave) ▪ Personal capacitado en procedimientos y prácticas de manufactura actuales ▪ Infraestructura con tecnología de punta tanto para manufactura, como administración y control de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prácticas de administración industrial disponibles que permiten la reducción de los costos y la asimilación tecnológica con bajos costos de implementación de los sistemas ▪ Nuevas tecnologías disponibles para la automatización y el control de procesos ▪ Posibilidad de incrementar el índice de rotación de inventarios mediante nuevas prácticas logísticas ▪ Integración de la cadena de valor y certificación de proveedores para reducir el impacto del incremento de ítems a lo largo de la cadena de valor

Figura 20. FODA de la Dirección de Operaciones.

5.3.6. Auditoria Tecnológica

Para evaluar el estado de la Tecnología de la dirección de operaciones del laboratorio farmacéutico en cuestión, se consideraron dos factores principales:

- Gestión de la Innovación
- Brechas y Asimilación de la Tecnología en propiedad de la compañía

5.3.6.1. Gestión de la Innovación

Innovar consiste en aportar algo nuevo y aún desconocido en un determinado contexto. Más concretamente, y según el Diccionario de la Real Academia Española, innovar radica en introducir modificaciones adecuadas a la moda entendiendo por moda el uso, modo y costumbre en boga. El manual de Frascati (OCDE, 1992) indica que la innovación es la transformación de una idea en un producto vendible nuevo o mejorado o en un proceso operativo en la industria y en el comercio o en nuevo método de servicio social. En otras palabras, Frascati indica que la innovación es una idea que se vende. Con esta breve definición se pretende insistir en el aspecto comercial de la innovación, en el sentido propio de la palabra. Es decir, que una idea, una invención o un descubrimiento se transforma en una innovación en el instante en que se encuentra una utilidad al hallazgo.

Una de las funciones básicas de un ingeniero en la sociedad actual es la de servir de catalizador del cambio tecnológico. Entre otras funciones, debe colaborar a que muchos de los descubrimientos resultantes del proceso de investigación científica y tecnológica, en su empresa o en otras, en ese momento o anteriormente, se concreten en el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios que sean comercializados y utilizados provechosamente en nuestra sociedad. Téngase en cuenta que un desarrollo tecnológico que no aparezca en el mercado a un costo que sea asumible por los usuarios a los que va dirigido no conlleva ninguna mejora real (sólo potencial). De aquí que el conocimiento de los mecanismos

asociados a comercializar un producto en el mercado son esenciales para un ingeniero.

Podemos hablar de tres grandes tipos de innovación:

- La innovación tecnológica comprende los cambios introducidos en los productos y en los procesos:
 - La innovación de producto consiste en fabricar y comercializar nuevos productos (innovación radical) o productos ya existentes mejorados (innovación gradual).
 - La innovación de proceso corresponde a la instalación de nuevos procesos de producción que, por lo general, mejorarán la productividad, la racionalización de la fabricación y, por consiguiente, la estructura de costos.

- La innovación social intenta proponer soluciones nuevas a los problemas de desempleo sin trastocar la eficiencia de la empresa.

- La innovación en métodos de gestión reúne las innovaciones que no se pueden incluir en las dos anteriores categorías. Son innovaciones como las realizadas en los ámbitos comerciales, financieros, organizativos, que acompañan, apoyan y potencian la corriente innovadora de la empresa.

Se puede definir la gestión de la innovación tecnológica como el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes, y transferir esas mismas ideas a las fases de fabricación y comercialización.

Para evaluar la Gestión de la Innovación se utilizaron como base de evaluación 10 dimensiones de la gestión básica de la innovación. Estas 10 dimensiones fueron evaluadas considerando una escala cualitativa como porcentaje en relación al ideal. Las dimensiones que se consideraron fueron:

- Gestión de la información
- Aptitudes de relación
- Gestión de liderazgo
- Gestión de conocimiento
- Estudio estratégico
- Rediseño de productos o servicios,
- Conocimiento de mercado,
- Gestión organizativa,
- Gestión de recursos
- Gestión de estímulos y recompensas.

Para evaluar cada dimensión se utilizaron criterios de referencia correspondientes a valores numéricos cualitativos. Estas calificaciones se establecieron en base a las siguientes definiciones:

Calificación	Criterio de referencia
0%	No se conoce.
10%	Se conoce pero no se utiliza.
20%	Se conoce pero se utiliza mal.
30%	Se utiliza con pobres resultados.
40%	Se utiliza parcialmente y pocas veces se obtienen resultados.
50%	Se utiliza parcialmente y algunas veces se obtienen resultados.
60%	Se utiliza parcialmente y generalmente se obtiene resultados.
70%	Se utiliza completamente pero los resultados no son los esperados.
80%	Se utiliza completamente, los resultados son los esperados pero con alto consumo de recursos.
90%	Se ha implementado completamente y se efectúa de forma efectiva.
100%	Se ha implementado completamente de forma efectiva y se proponen mejoras a la dimensión.

Los resultados obtenidos de la valoración realizada para cada uno de los criterios de medición de la gestión básica de la innovación se muestran en la siguiente gráfica:

Valoración de la Gestión Básica de la Innovación

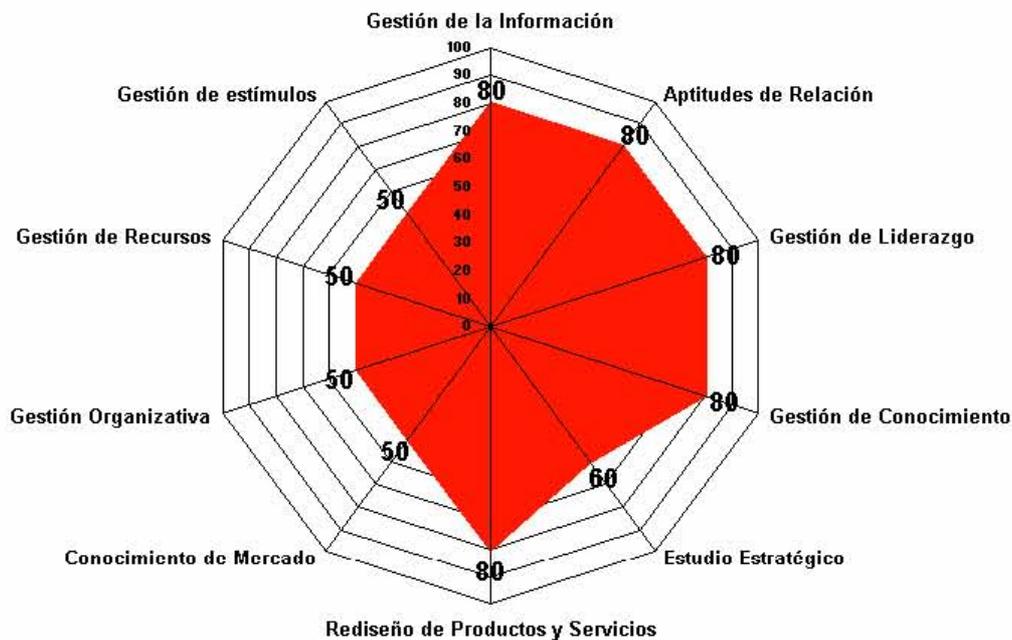


Figura 21. Resultados de la gestión de la innovación.

Cada una de las dimensiones fue evaluada mediante la aplicación del cuestionario de Gestión básica de la innovación el cual fue contestado por el Ing. de Procesos de la compañía.

Acorde a los resultados obtenidos se puede observar que las principales áreas de oportunidad en la gestión básica de la innovación son el desarrollo de estudios estratégicos, así como los puntos relacionados a la administración de recursos, conocimientos de mercado, estímulos destinados a la innovación y el desarrollo de conocimiento de mercado.

En cuanto a la asimilación de la tecnología propiedad de la compañía se realizó un análisis en cuanto al avance de implementación de los sistemas tanto en forma, como en avance de cada una de las tecnologías. Las tecnologías consideradas fueron 5:

- Tecnología de suministro
- Tecnología de producto
- Tecnología de proceso (ingeniería)
- Tecnología de producción
- Tecnología de mercado

Al igual que en el caso de la Valoración de la Gestión de la Innovación se calificó cada uno de los parámetros mediante una tabla de valores y criterios de referencia.

Calificación	Criterio de referencia
0%	No se conoce.
10%	Se conoce pero no se utiliza.
20%	Se conoce pero se utiliza mal.
30%	Se utiliza con pobres resultados.
40%	Se utiliza parcialmente y pocas veces se obtienen resultados.
50%	Se utiliza parcialmente y generalmente se obtiene resultados.
60%	Se utiliza completamente y los resultados son los esperados acorde a las dimensiones de la tecnología.
70%	Se utiliza completamente, los resultados son los esperados acorde a las dimensiones de la tecnología y se efectúan mejoras de operación a la tecnología.
80%	Se utiliza completamente, los resultados son los esperados acorde a las dimensiones de la tecnología, se efectúan mejoras de operación a la tecnología y todas las mejoras son documentadas.
90%	Se domina técnica y operativamente la tecnología en uso sin embargo existen tecnologías superiores a la disponible.
100%	Se domina el uso de la tecnología y se utiliza tecnología de vanguardia.

Las valoraciones se realizaron mediante interacción verbal con especialistas de cada área, juntas interdisciplinarias, consulta de archivos de operación contacto con clientes y proveedores de materias primas y tecnología.

Los parámetros y las valoraciones de cada uno de ellos para cada tecnología se muestran a continuación:

PARÁMETRO	% de implementación del sistemática (en forma y avance)
TECNOLOGIA DE SUMINISTRO	57%
• Certificación a proveedores	0%
• Especificaciones de materias primas	90%
• Especificaciones de embalaje de MP	90%
• Sistema de gestión de órdenes de compra	60%
• Capacidad técnica de proveedores	70%
• Cumplimiento con plan de entregas	80%
• Compartir información con el proveedor sobre el desempeño de sus productos	10%
TECNOLOGIA DE PRODUCCION	84%
• Manuales de Planta	100%
• Catálogo de equipo	70%
• Especificación de materiales	100%
• Archivo Histórico de Planta	80%
• Información General de Operación	80%
• Sistemas de control de operación	90%
• Rendimientos	80%
• Calidad	90%
• Tiempos y movimientos	90%
• Mantenimiento	50%
• Seguridad	100%
• Emisiones	100%
• Uso de energéticos	100%
• Uso de agua	100%
• Sistema de registro y manejo de información	90%
• Capacitación General Industrial	90%
• Capacitación específica	45%
a) Interna	90%
b) Externa	0%

PARÁMETRO	% de implementación del sistemática (en forma y avance)
TECNOLOGIA DE PRODUCCION (continuación)	
• Intercambios con el licenciador	80%
a) Del exterior	90%
b) Al exterior	70%
• Eventos Técnicos	80%
• Actualización Académica	20%
• Métodos para Planeación	80%
• Métodos para Programación	70%
• Métodos para Optimización	80%
• Métodos para Análisis de datos	100%
• Métodos para Análisis de calidad	80%
• Laboratorio Analítico	100%
• Instrumentación	100%
• Control de calidad	100%
TECNOLOGIA DE PROCESO	80%
• Libro básico de proceso	90%
• Reportes de investigación	90%
• Ingeniería básica	100%
• Códigos y normas de:	97%
a) Ingeniería	90%
b) Seguridad	100%
c) Emisiones	100%
• Especificaciones de:	100%
a) Materiales	100%
b) Productos	100%
• Archivos Históricos de proceso	100%
• Información general de proceso	100%
• Sistemas de información Técnica	100%
• Actualización académica	50%
• Intercambio Escuela-Industria	0%
• Eventos científicos y tecnológicos	80%
• Capacitación General Industrial	40%
• Ingeniería y proyectos, su registro y manejo	100%

PARÁMETRO	% de implementación del sistemática (en forma y avance)
TECNOLOGIA DE PROCESO (continuación)	
• Sistemas de Análisis de:	85%
a) Proceso	100%
b) Equipo de instalaciones	90%
c) Información básica	90%
d) Características de materias primas	60%
• Capacitación específica	50%
a) Interna	100%
b) Externa	0%
• Capacitación de:	50%
a) Ingeniería	50%
b) Investigación	50%
• Intercambios con el licenciador	80%
a) Del exterior	80%
b) Al exterior	80%
• Métodos para Diseño de experimentos	90%
• Métodos para Análisis de datos	100%
• Métodos para Cálculos de Ingeniería	100%
• Métodos para Simulación de procesos	100%
• Métodos para Selección, especificación y control de proyectos	100%
• Equipo de Cómputo	100%
TECNOLOGIA DE PRODUCTO	85%
• Manuales de producto	100%
• Aplicación y servicio	100%
• Catálogo de equipos	90%
• Archivo técnico de clientes	80%
• Reportes de I y D	100%
• Especificaciones de producto	100%
• Normas de calidad	100%
• Normas de desempeño	100%
• Archivo histórico de producto	100%
• Información de aplicaciones	100%

PARÁMETRO	% de implementación del sistemática (en forma y avance)
TECNOLOGIA DE PRODUCTO (continuación)	
• Sistemas de Servicio Técnico	90%
• Información general del producto	100%
• Sistemas de Servicio Comercial	90%
• Evaluación de competitividad	90%
• Caracterización de producto	90%
• Sistemas de información técnica, su registro y su manejo	90%
• Sistemas de Diversificación de aplicaciones	90%
• Sistemas de Asistencia Técnica a clientes	90%
• Capacitación general industrial	10%
• Capacitación en:	80%
a) Aplicaciones	90%
b) Transformación del producto	70%
• Eventos Tecnológicos	80%
• Métodos para Diseño de experimentos	80%
• Métodos para Análisis de datos	80%
• Métodos para Diseño de instrumental	0%
• Métodos para Evaluación de productos	90%
• Laboratorio de Desarrollo	90%
• Laboratorio de Caracterización	90%
TECNOLOGIA DE MERCADO	63%
• Manual de aplicación y servicio	90%
• Archivo técnico de clientes	90%
• Información de mercado	60%
• Información estratégica sobre la apercación de la competencia	0%
• Desarrollo de benchmark	0%
• Sistema servicio técnico	90%
• Sistema servicio Comercial	90%
• Evaluación de competitividad	60%
• Caracterización de producto	60%
• Capacitación Comercial	80%
• Desarrollo de aplicaciones	80%

PARÁMETRO	% de implementación del sistemática (en forma y avance)
TECNOLOGIA DE MERCADO (continuación)	
• Métodos de planeación y pronóstico	30%
• Actualización Académica	0%
• Eventos Comerciales	100%
• Auditorias Internas	20%
• Publicidad	100%
• Promoción	100%
• Distribución	80%

Las valoraciones de cada uno de los parámetros que determinan el porcentaje de asimilación de cada tecnología fue evaluado de forma subjetiva.

Cada uno de los porcentajes asignados a cada uno de los parámetros recibió un peso idéntico al calcular el porcentaje de asimilación total de cada tecnología.

Dicho en otras palabras para el cálculo de los porcentajes de asimilación tecnológica de cada tipo de tecnología se promediaron los valores asignados a cada parámetro que conforma cada categoría.

A continuación se grafican los resultados generales de asimilación de cada una de las tecnología en una gráfica de radar para la identificación de las fortalezas tecnológicas así como también de las áreas de oportunidad que deberán ser atendidas como .

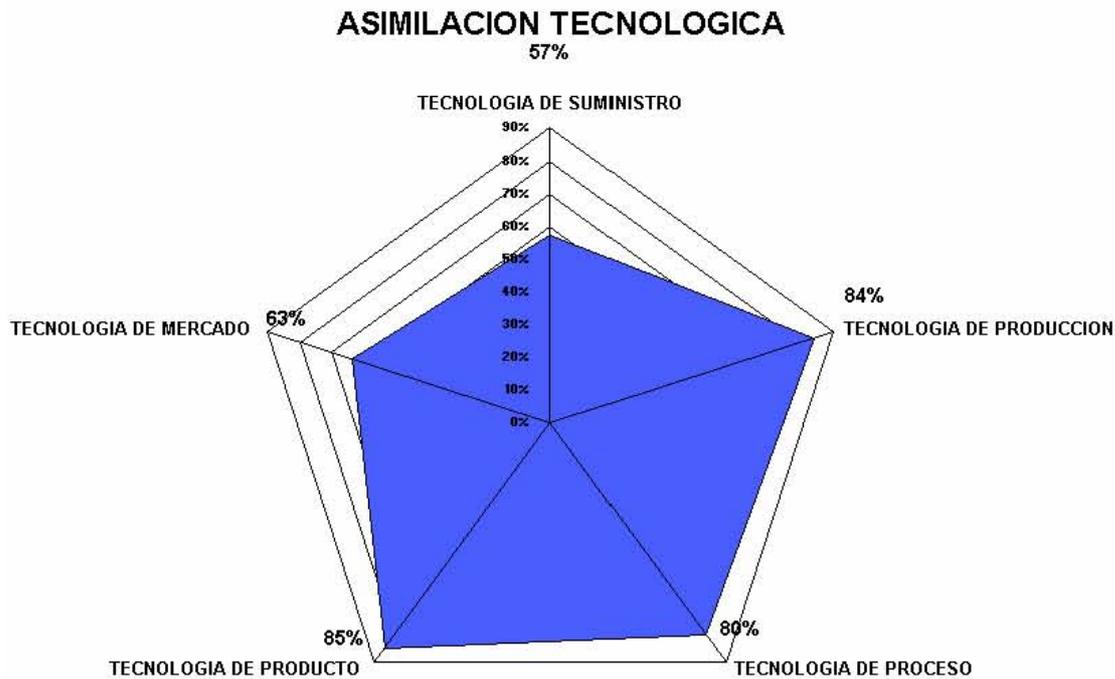


Figura 22. Asimilación tecnológica por tipo de tecnología.

Acorde a los resultados de la asimilación tecnológica se observa que las principales áreas de oportunidad son la tecnología de mercado y de suministro.

Observando a detalle los resultados obtenidos se identifica como mayor área de oportunidad, en todos los rubros tecnológicos, la falta de capacitación (principalmente externa) y la falta de relación con instituciones educativas.

5.4. Prospectiva Tecnológica y Tecnología Emergente

La compañía Rockwell Automation, empresa líder en el desarrollo de tecnologías de automatización industrial, ha desarrollado un informe relativo a las tendencias en la manufactura de productos farmacéuticos en base a estudios prospectivos.⁸

En dicho informe la compañía indica lo siguiente:

En 1985 la revista Fortune publica la lista de las 500 empresas más importantes. Para 1997, 100 de dichas empresas habían desaparecido. La mitad de las 50 empresas calificadas como Corporaciones Excelentes en 1985 en la actualidad no califican acorde a los nuevos estándares de competitividad. La razón determinada por la revista Fortune de esta caída de las grandes corporaciones es la estricta rigidez de sus procesos.

Acorde a la Oficina de Tecnologías Industriales del Departamento de Energía de los Estados Unidos se han identificado 4 megatendencias en la industria:

1.- Ser más Grande

- Alto crecimiento y poder ser escalable por medio de la consolidación
- Globalización de los negocios

2.- Ser más inteligente

- Lograr por medio de la tecnología de la información la convergencia, la integración y transparencia del negocio, corporación e industria

3.- Ser más rápido y compartir

- Acelerar la producción y mejorar la productividad por medio de la colaboración y la participación en la cadena de suministros.

4.- Proteger el ambiente y el negocio

- Ser industria cada vez más Limpia, más Confiable, al Menor Costo Posible, con la mayor eficiencia y eficacia en el uso de los recursos y la energía.

La oficina de Tecnologías Industriales del Departamento de Energía de los Estados Unidos indica los siguientes puntos como síntomas de una manufactura no competitiva.

- Inventario Excesivo
- Movimiento lento de inventario
- Enfoque único en el “costo”
- Enfoque en la especificación en vez del requerimiento del cliente
- Organización por función
- Visibilidad pobre del estatus de la planta
- Incumplimiento de la fechas compromiso
- Poca flexibilidad
- No se planea en base al tiempo
- Sincronización pobre
- Cambios muy pobres o con un alto esfuerzo del área de producción ⁸



La fuerza de las nuevas tendencias propicia un cambio de enfoque en cuanto a la administración de la cadena de suministro detectándose como necesidad imperante para la permanencia de la competitividad del negocio buscar esquemas basados en la satisfacción de la demanda conforme esta cambie (sistemas Pull) y no produciendo enormes cantidades de producto esperando que ventas pueda colocar toda esa producción en el mercado (esquemas Push).

Las nuevas tendencias logísticas exigen como prerequisites una íntima integración en los factores que conforman la cadena de suministros lo cual únicamente se logra compartiendo la información de negocio, estableciendo

sistemas de evaluación de desempeño de procesos de negocio enfocados en la satisfacción al cliente.

En el siguiente diagrama se muestra el cambio previsto en los sistemas logísticos de acuerdo con las tendencias tecnológicas.



Figura 23. Diferencias entre sistemas de manufactura: Empujar y Jalar.⁸

Otra de las megatendencias de los negocios esta definida por las tendencias del gasto del capital en donde se observa un incremento en las inversiones de adquisición de cómputo y software enfocado inicialmente a la gestión de los negocios y en la actualidad al control de procesos de manufactura.

En la figura 22 se muestra la tendencia de los porcentajes de inversión referentes a equipos informáticos, equipos no informáticos e infraestructura de negocio.

Como parte del estudio, la compañía Rockwell Automation, indica las tendencias de inversión de las empresas norteamericanas desde el año 1991 al año 2001, en donde claramente se muestra una tendencia a la baja en cuanto a adquisiciones de infraestructura de negocio y equipos. En el caso de inversiones en adquisición de equipo de informática y software, se observa una tendencia a la alta llegando a niveles del 45% del total de la inversión.

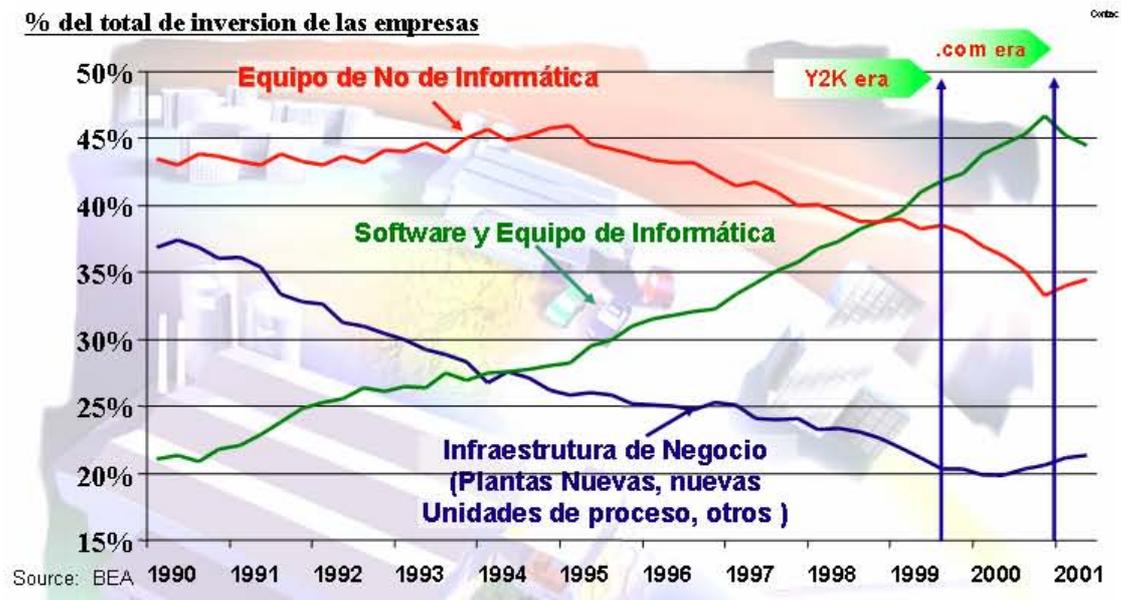


Figura 24. Tendencias de asignación de recursos de inversión.⁸

Las nuevas estrategias informáticas están enfocadas en la productividad real eliminando el desperdicio, acelerando producción, bajando costos y generando utilidades vía la optimización de la cadena de suministros.

Las estrategias de manufactura deben orientarse a resolver los retos del siguiente nivel de productividad. “US Bureau of Labor Statistics” desarrolló una gráfica en la cual muestra el cambio porcentual de la productividad de los Estados Unidos de Norte América año con año. Los incrementos más destacados de productividades se generan en forma de escalón y generalmente corresponden con un cambio tecnológico generado mediante la aplicación de tecnologías de la información.

Lo anterior puede ser observado en la figura 25 en la cual se muestran los cambios porcentuales en productividad desarrollados año con año, así como las tecnologías informáticas que generaron dicho cambio y se pronostican, vía una extrapolación, las nuevas tasas de crecimiento anual de la productividad y se describe que la e-Manufacturing (Manufactura electrónica) será la tecnología que sustente dicha tasa de crecimiento.

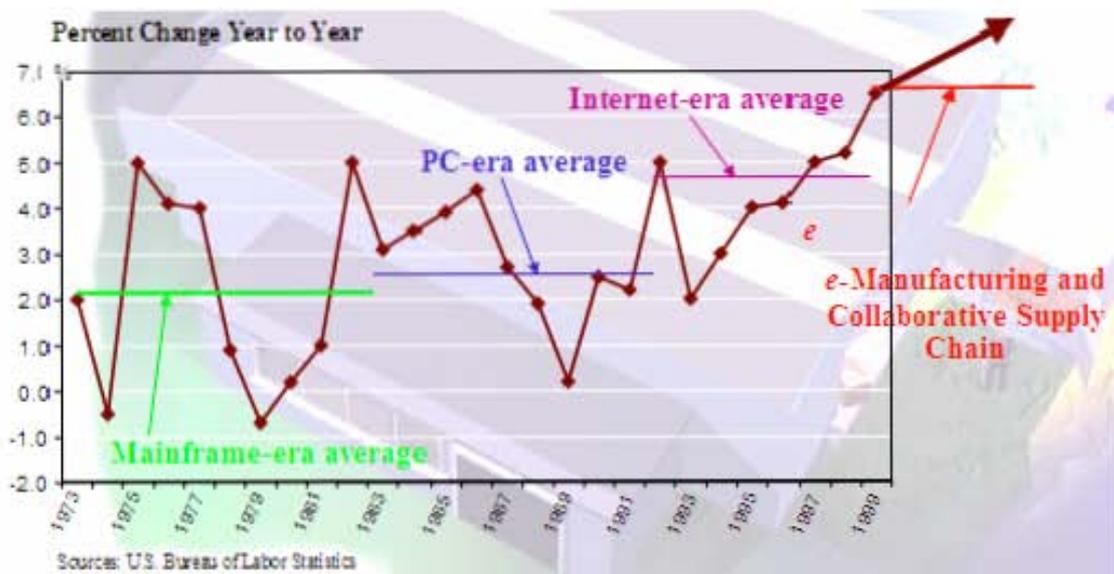


Figura 25. Variaciones porcentuales en la productividad año con año.⁸

Como se puede apreciar en la figura anterior se puede observar que la tendencia tecnológica en los próximos años se determinará por la implementación de sistemas de manufactura electrónicos (e-Manufacturing) y sistemas electrónicos de colaboración de la cadena de suministros en tiempo real. La plataforma mediante la cual emergerán estos sistemas logísticos y de manufactura son las computadoras personales y el internet. El proveedor de tecnología de “e-manufacturing and collaborative supply Chain” Rockwell Automation vislumbra el futuro de la industria farmacéutica como una industria con procesos completamente automatizados, idea que va totalmente en contra de los paradigmas imperantes en el sector.

El paradigma imperante en el sector farmacéutica en la actualidad observa a los procesos de manufactura como procesos aislados, administrados con la visión de procesos de taller. En otras palabras se aplica una estrategia de procesos basada en procesos, en donde los materiales se mueven a través de los mismos para ser procesados por lotes. En la figura 24 se muestra la propuesta futura de Rockwell Automation de planta de manufactura de fármacos. En esta propuesta a pesar de mantenerse la organización en diversos procesos, el flujo de los materiales es continuo donde las capacidades de los diversos procesos se encuentran debidamente balanceados y la eficiencia de los procesos no se ve afectada por el gran número de equipos que intervienen, gracias a una optimización de procesos automática.

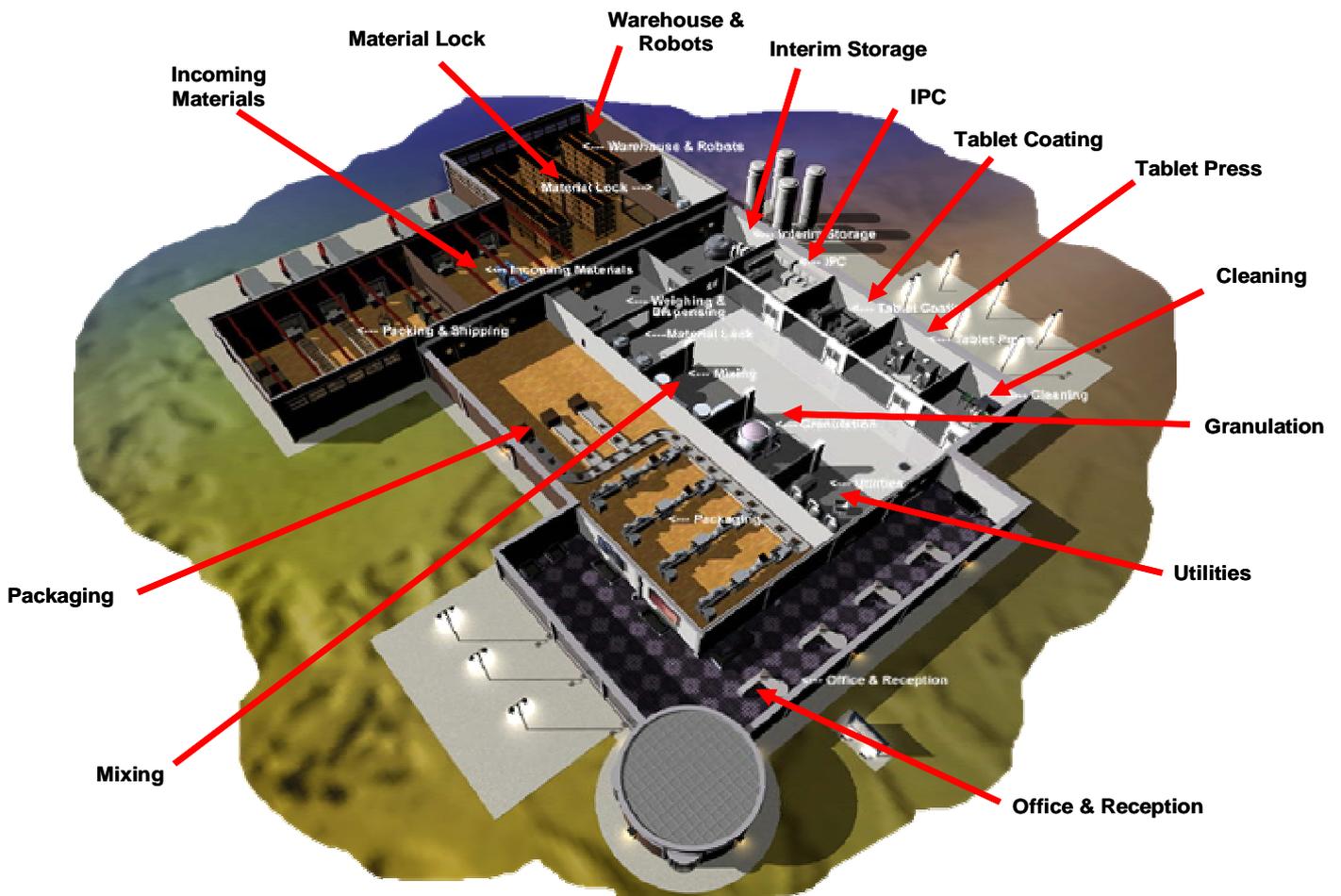


Figura 26. *Prospectiva de Planta de Manufactura de Fármacos.*⁸

Las soluciones de automatización que Rockwell Automation ofrece a la industria farmacéutica pueden ser observadas en la siguiente matriz para cada uno de los procesos farmacéuticos. Para los fines del presente trabajo no se profundizará en explicar cada una de las soluciones.

	Bar Coding	Logix, PLC, SLC, Micrologix	RSView	PanelView	MotorProtection	RSBatch	Motion Controllers	Drives	Sensors (Photoelectric Switch)	SPC/SQC	Motors	Industrial Control (Pushbuttons, Contactors, Relays, terminal Blocks, Motor Starters)	e-Procedure	Material Tracking	Historian	Batch ERP	GMS Services	ViewAnywhere	PlantMetrics	RSMA CC	Factory talk	RSSQL
Materia Lock	✓	✓							✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Robots		✓										✓								✓	✓	✓
Warehouse & Raw Materials		✓										✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Interim Storage	✓	✓										✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
HVAC		✓	✓	✓								✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
CIP / SIP Systems		✓	✓			✓						✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Tablet Coating		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓
Clean Rooms		✓										✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Incoming Materials		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Packing & Shipping		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Weighing & Dispense	✓	✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Packaging		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Mixing		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Utilities		✓		✓					✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Granulation		✓				✓						✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Cleaning		✓										✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Tablet Press		✓		✓					✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Fill Finish		✓										✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Liquid Filling		✓	✓						✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Energy management		✓	✓	✓					✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Case Packer	✓	✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Labeler	✓	✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Capper		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Cottoner		✓		✓					✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Filler		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Bottle Cleaning		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
Descrambler		✓							✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓

Figura 27. Soluciones de automatización de procesos que ofrece la empresa Rockwell Automation para cada proceso de manufactura.⁸

El desarrollo tecnológico en las operaciones de la industria farmacéutica que Rockwell Automation vislumbra para los próximos 10 años consisten en la integración de diversos sistemas de control y de tecnologías de la información, como son:

- Instrumentos de campo
- Sistemas de control

- Aplicaciones de control
- Sistemas de información empresarial (ERPs)
- Planeación Estratégica

A continuación brevemente se describirá a que se refiere cada uno:

Instrumentos de campo: Los instrumentos de campo son aquellos dispositivos (mecánicos o eléctricos) diseñados para medir condiciones de operación o características de materia prima o producto terminado en la línea de proceso. Son sistemas que funcionan como inspectores de calidad en la línea de proceso que pueden brindar información de forma continua, exacta, precisa y en tiempo real.

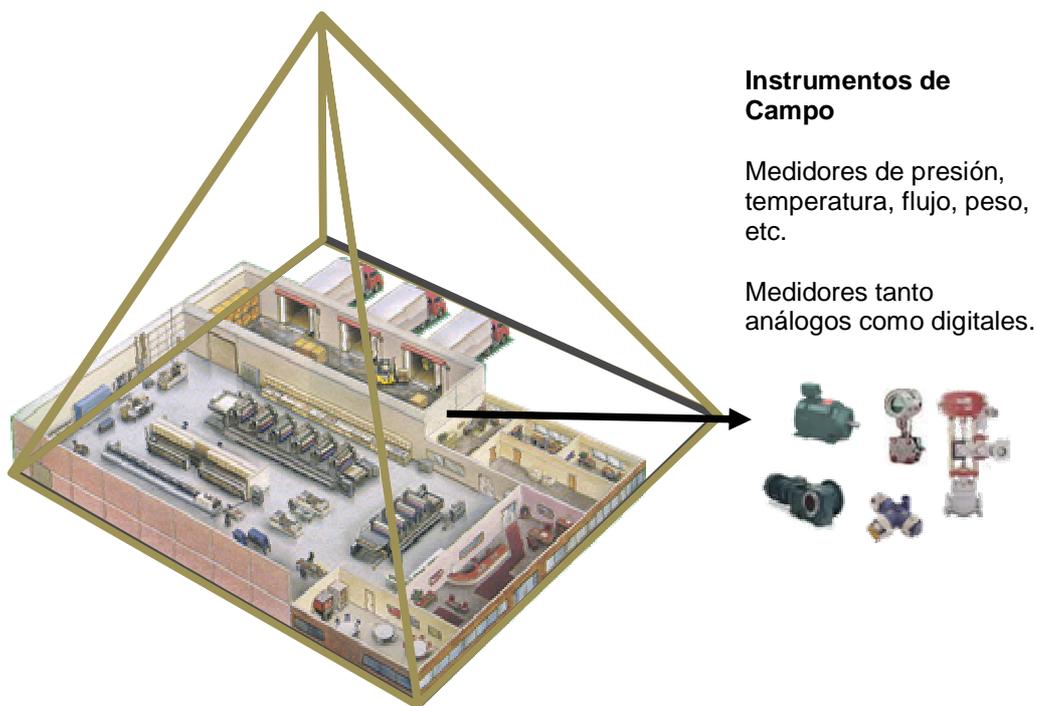


Figura 28. Instrumentos de campo que ofrece la empresa Rockwell Automation.⁸

Sistemas de control: Estos sistemas pueden ser de diversos tipos como PLC (Sistemas de control lógico programable), Sistema de control distribuido (DCS), Control con computadoras personales (PC Control) y Sistemas de control híbridos.

Estos sistemas funcionan como supervisores de producción utilizando las lecturas de los instrumentos de campo para tomar decisiones respecto a las condiciones de operación y al destino del producto (aceptación o rechazo).

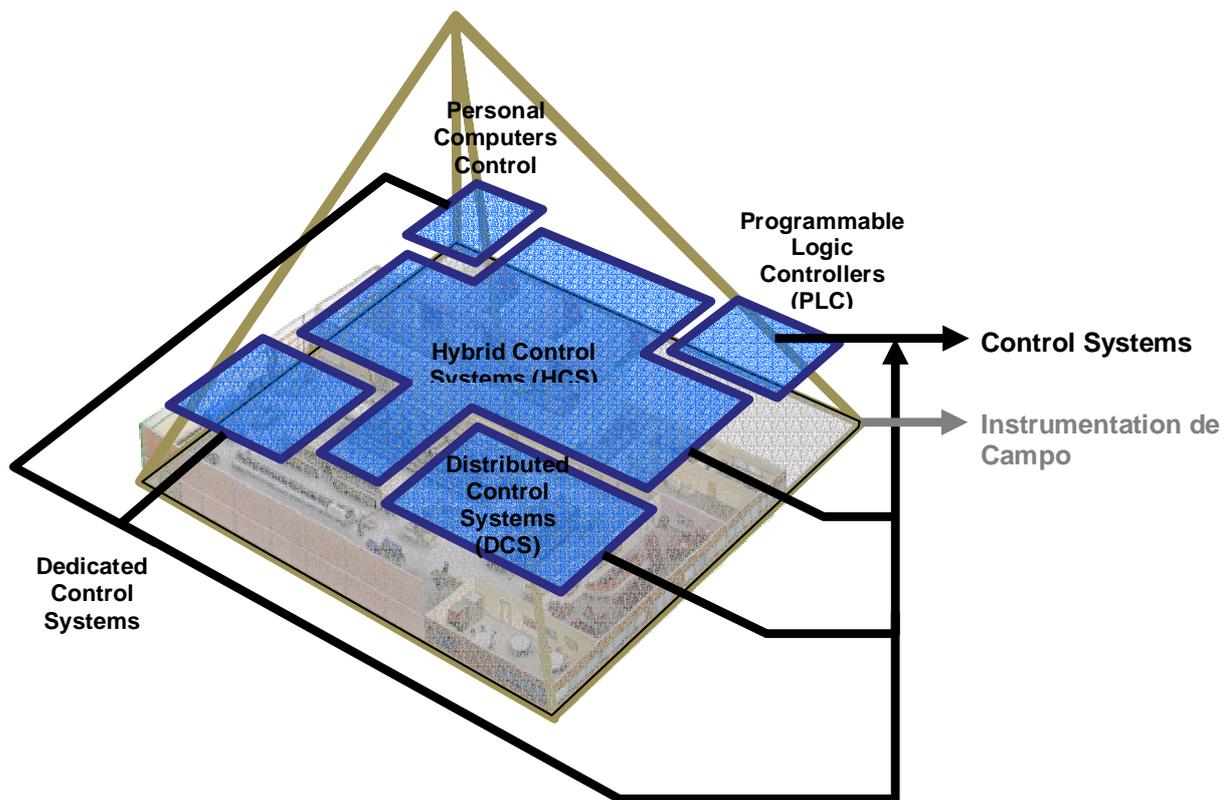


Figura 29. Sistemas de control que ofrece la empresa Rockwell Automation.⁸

Aplicaciones de control: Son programas diseñados para desempeñar o facilitar el desarrollo de labores administrativas en base a los sistemas de control y a los instrumentos disponibles.

Son sistemas que permiten a los ingenieros de proceso y gerentes visualizar y procesar información de la línea de proceso en tiempo real así como documentar los procesos de producción y tener registros históricos de todos los eventos de producción lo que permite implementar programas para la mejora continua y

alcanzar la operación óptima de los procesos productivos. Las soluciones que Rockwell ofrece se pueden visualizar en el siguiente diagrama.

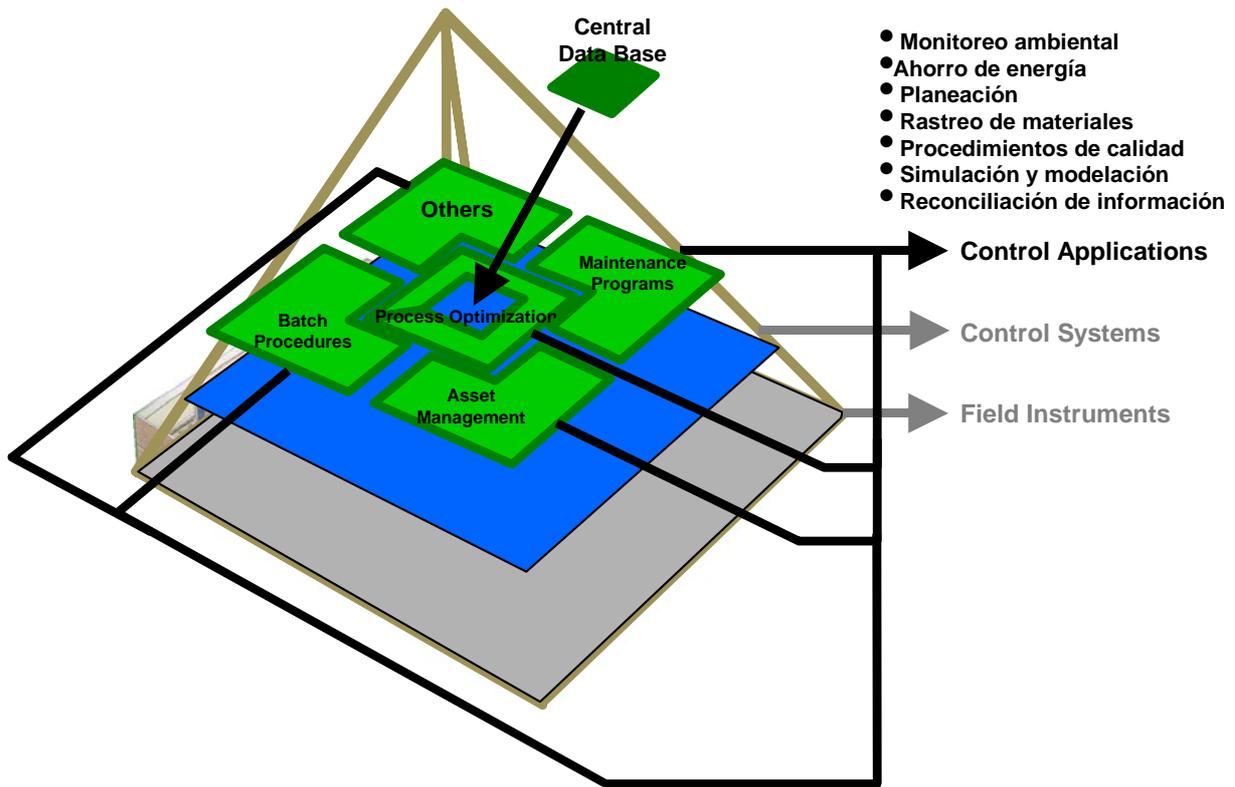


Figura 30. Aplicaciones de control que ofrece la empresa Rockwell Automation.⁸

Sistemas de información: Son sistemas que permiten integrar los procesos a lo largo de la cadena de valor ya sea dentro de la compañía o fuera de ella, en tiempo real. Estos sistemas permiten a los la generación de reportes (financieros, productivos, de inventarios, etc.) de forma precisa, eficaz, sin errores y de forma automática para la toma de decisiones.

Estos tipos de sistemas permiten el desarrollo de mejoras operativas a nivel estratégico y fungen como facilitadotes para el intercambio de información con

proveedores, clientes e incluso entre subsidiarias de una misma corporación global.

En la medida en que estos sistemas de información se integren al proceso de **Planeación Estratégica** así como con las aplicaciones de control, los sistemas de control y los instrumentos de campo, se obtendrán los máximos beneficios que la automatización de procesos de negocio puede ofrecer.

En el siguiente diagrama se mencionan las soluciones que Rockwell ofrece.

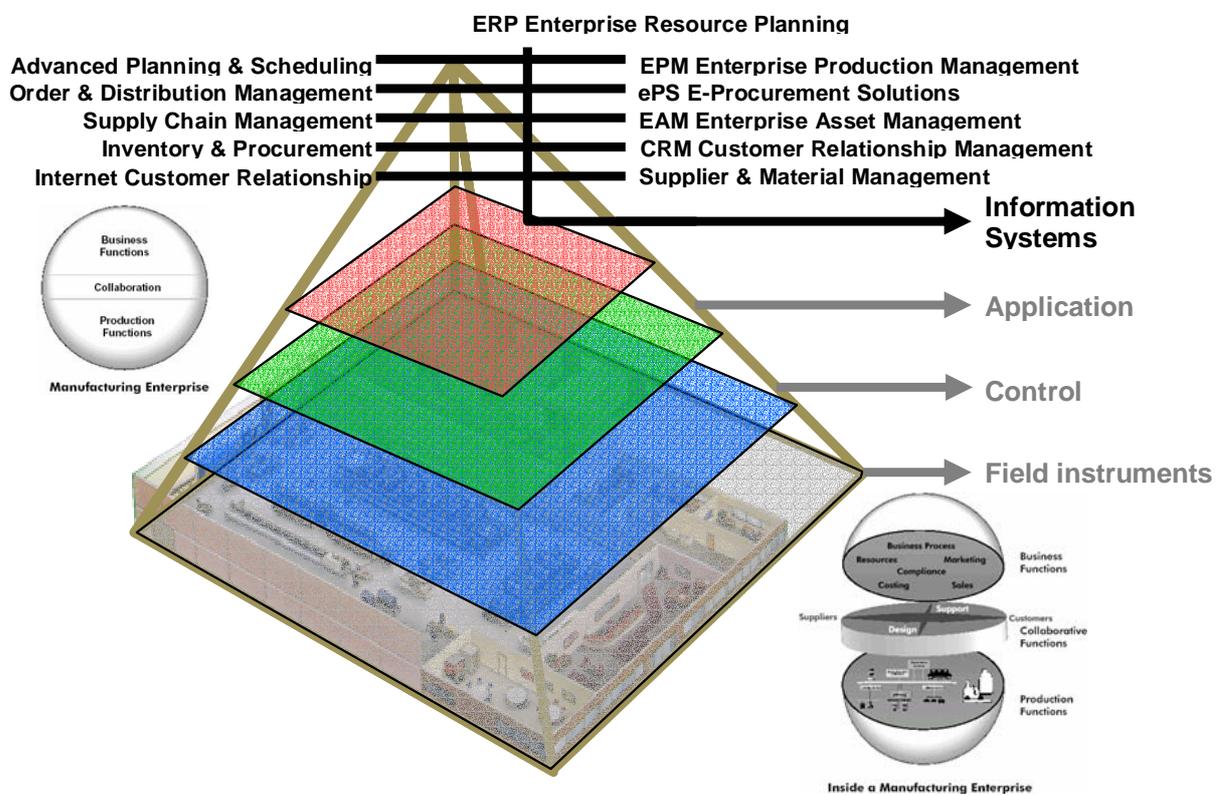


Figura 31. *Sistemas de Información que ofrece la empresa Rockwell Automation.*⁸

La visión de la planta de manufactura farmacéutica como sistema de información integrado desde los instrumentos de campo hasta los sistemas de información implican retos tecnológico, así como el desarrollo de diversos proyectos a corto y

largo plazo para el desarrollo de la infraestructura requerida. Los beneficios de operar una planta farmacéutica integrada vía sistemas de información serán reducciones de costos de mantenimiento, costos logísticos, reducción de mermas, incremento en la calidad, integración de las operaciones con la cadena de suministros e incremento en la seguridad de las operaciones.

5.5. Análisis del Entorno, Factores de competitividad.

Entendiendo como fuerzas competitivas aquellos factores que repercuten en la rentabilidad de la industria farmacéutica, como factores de competitividad aquellos elementos que el mercado más valora, y como factores clave de éxito los recursos empleados en la empresa para satisfacer estos factores de competitividad, podemos obtener las siguientes conclusiones:

Las fuerzas competitivas imperantes en la industria farmacéutica y que determinan su rentabilidad son:

- El poder de negociación de los clientes y compradores.
- El nivel general de la Calidad y la excelencia en las operaciones.
- La velocidad para la producción de nuevos productos.
- El prestigio de la empresa definido como el nivel de cumplimiento con las Buenas Prácticas de Manufactura.

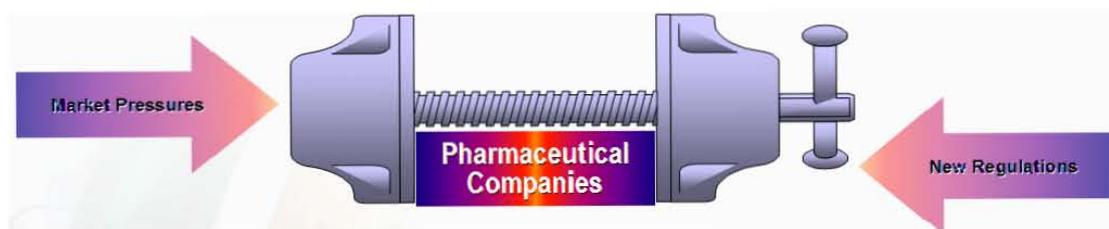
Factores de competitividad mayormente valorados para el sector industrial son⁸:

- Calidad de producto.
- Diferenciación.
- Confiabilidad.
- Capacidad Logística.
- Flexibilidad de Procesos Productivos.

- Desarrollo de nuevas patentes de producto

Los factores clave de éxito van en consonancia con los factores de competitividad definidos, siendo la inversión en sistemas de calidad, la investigación para el desarrollo de productos enfocados al desarrollo de nuevos nichos de mercado, mantenimiento de una estructura organizacional enfocada al estricto cumplimiento con la normatividad vigente, la mejora de la cadena de valor y el desarrollo de propuestas de mejora de operación.

Acorde a estudios de Rockwell Automation existen tendencias globales que dirigen el desarrollo de la industria farmacéutica. Estas tendencias son:



- Incremento en el número de productos de consumo y medicamentos competidores
- Incremento en el número de aprobaciones de productos de consumo y medicamentos nuevos
- Presiones del gobierno y de los consumidores que incrementan los costos de los medicamentos
- La aprobación de la nueva ley de la FDA, 21CFR parte 11, que permite y promueve los registros electrónicos de producción
- Reducción en los ciclos de aprobación de producción y costos
- Reducción del ciclo de aprobación de productos de consumo y medicamentos
- Incremento en la producción de medicamentos genéricos
- Incremento del mercado de productos para bebé

- Crecimiento del mercado estadounidense el cual ocupa el 60% del mercado global
- Operaciones integradas
- Operaciones y registros electrónicos
- Reducción de equipos de proceso ineficientes y eliminación de obsoletos
- Proveedores de soluciones de clase mundial
- Flexibilidad y modulación de la producción

Acorde a un estudio realizado por la compañía proveedora de tecnología Rockwell Automation, la situación actual de la industria farmacéutica en México se caracteriza por los siguientes puntos:

- Industria conservadora, cautelosa, renuente al cambio, burocrática y compacta.
- Altamente influenciada por cámaras gubernamentales y privadas, asociaciones y organizaciones (Ejemplo: Canifarma)
- Reducido número de fabricantes de ingredientes activos, la mayoría de los productores fabrican medicamentos terminados.
- Toda la documentación de proceso se realiza en papel y es almacenada en cajas de seguridad.
- Se manejan tres grupos de productos:
 - **Patente:** Un proveedor comercializa la fórmula hasta que la licencia expira.
 - **Genérico:** La licencia de la fórmula expira y otra compañía puede producirla y comercializarla pero con los mismos estándares internacionales de calidad.
 - **Similar:** Es una situación similar a la del producto genérico pero el Aseguramiento de la Calidad sigue a las regulaciones locales que no necesariamente son iguales o equivalentes a los estándares internacionales de calidad.

- La mayoría de las especificaciones de producto y estándares de manufactura son provistos por las casas matriz corporativas y son validadas lo antes posible sin poder realizar ningún cambio.
- Las filiales y generalmente la líneas de proceso trabajan por separado. No se integran las operaciones a pesar de tener éstas siempre un orden lógico. La estrategia de proceso imperante es tipo taller.
- Los pequeños laboratorios han sido adquiridos por compañías grandes pero ellos siguen utilizando sus propios procedimientos operativos y ellos están estandarizados solo en los sistemas de información.
- Los procesos de validación siguen las buenas prácticas de manufactura determinadas por la FDA y CFR (Partes 210 y 211), sin embargo no se sigue de forma estricta el estándar completo.
- La mayoría de la producción es para consume local y o en Latinoamérica.
- Pocos productores comercializan sus productos en USA, por lo que cumplen con mayor las regulaciones de la FDA, sin embargo ellos casi no reciben visitas de inspectores de la FDA y en caso de recibirlas no se realiza una auditoria a profundidad ya que llega solo un inspector.
- Las compañías líderes del mercado invierten importantes sumas de capital para contar con la tecnología de punta. Esto es posible gracias al gran margen de ganancia de sus productos (entre 8 y 60 veces el costo de producción).

En el caso específico de la empresa en cuestión no se realizó el análisis de brechas de mercado debido a que esta compañía ha adoptado una estrategia de líder del mercado por lo que difícilmente presenta rezagos frente a sus competidores en los rubros de calidad, precio, servicio, oportunidad, flexibilidad y credibilidad. Por lo anterior, el presente estudio se enfoca más en evaluar el impacto de la implementación de nuevas tecnologías por parte de la competencia para determinar prioridades en cuanto a la necesidad de desarrollo de nuevos proyectos para asegurar el liderazgo de la compañía en el mercado y determinar

prioridades e inversión. A continuación se realizará un diagnóstico tecnológico externo para visualizar los efectos y el impacto que podría tener en la competitividad la potencial implementación de mejoras tecnológicas por parte de la competencia dentro de los rubros de tecnología de suministro, proceso, producto, producción y mercado. Este análisis permitirá determinar prioridades de desarrollo de proyectos de mejora tecnológica en función del impacto en el negocio. El impacto en el negocio se definió como el producto del impacto en la competitividad y la probabilidad de ocurrencia. El impacto en la competitividad será calculado como el promedio de 6 elementos clave para el éxito. Los seis elementos clave del éxito son:

- P (Productividad)
- Q (Calidad)
- C (Costo)
- D (Entrega: entendida como servicio al cliente)
- S (Seguridad industrial e higiene industrial)
- M (Moral. Implica: impulso a la innovación, capacitación y liderazgo)

Dentro del diagnóstico se tomará una escala de 0 a 10 para evaluar cada propuesta de proyecto en función a cada variable clave de éxito. Las variables claves de éxito se definieron considerando aquellas variables que de forma directa impactan en los resultados de negocio de la empresa. La productividad, la calidad y el costo quizá sean las variables claves de éxito de las cuales sea obvia su relación con el uso eficiente de los recursos, sin embargo para asegurar una permanencia del negocio a largo plazo se requiere de la entrega de ordenes perfectas al cliente para asegurar la preferencia, la seguridad para garantizar la conservación del recurso humano y del ambiente y la moral para mantener el impulso innovador de la compañía, así como su situación de liderazgo. La probabilidad de ocurrencia se evaluará en una escala de 0 a 1 en función a los datos recabados del estudio prospectivo desarrollado por la empresa Rockwell

Automation, empresa proveedora de tecnología de manufactura líder a nivel mundial.

Cambio Tecnológico en el Sector Farmacéutico		Probabilidad de Implementación por la competencia						Impacto en la competitividad	Impacto en el negocio	
		P	Q	C	D	S	M			
1. TECNOLOGÍA DE SUMINISTRO										
1.1	Implementación de sistemas para la certificación a proveedores para la reducción de análisis de materia prima	1.	8	7	10	8	5	6	7.3	7.3
1.2	Instalación de sistemas para el análisis de materia prima en línea y en tiempo real.	0.9	9	9	10	8	6	6	8.0	7.2
1.3	Implementación un sistema de círculos de calidad con los proveedores para retroalimentarlos sobre el desempeño de sus productos	0.7	7	8	10	7	6	8	7.7	5.4
1.4	Integración de los sistemas ERP con el del proveedor	0.8	9	7	10	9	6	8	8.2	6.5
1.5	Automatización de los almacenes de materia prima	0.9	9	8	10	9	7	8	8.5	7.7
2. TECNOLOGÍA DE PRODUCTO										
2.1	Mejoras enfocadas para reducción de paros de línea debidos a errores en el diseño de los productos (rediseño de materiales de empaque)	1.	9	9	9	9	5	7	8.0	8.0
2.2	Investigación para incrementar la potencia de los productos sin afectar el efecto farmacéutico para incrementar la capacidad de producción con la capacidad instalada actual	0.6	8	6	8	7	6	6	6.8	4.1
2.3	Mejoras a productos grajeados para eliminar dicho proceso sin reducir los efectos farmacológicos deseados para el producto	0.8	8	6	8	8	6	6	7.0	5.6
2.4	Establecer círculos de calidad con mercadotecnia e ingeniería para rediseñar los productos y éstos mejoren en calidad	0.9	6	8	7	7	6	7	6.8	6.2
2.5	Establecer vínculos con instituciones educativas para desarrollo de proyectos de investigación para la mejora enfocada de los productos	0.6	6	8	7	7	6	7	6.8	4.1
3. TECNOLOGÍA DE PROCESO										
3.1	Capacitar a los departamentos de ingeniería sobre nuevas tecnologías de manufactura contratando servicios externos	0.8	8	8	8	8	5	8	7.5	6.0
3.2	Realizar proyectos enfocados a promover el estudio continuo del personal de ingeniería y mantenimiento para promover el conocimiento de las capacidades de la tecnología disponible actualmente, así como su uso	0.8	8	8	8	8	8	8	8.0	6.4
3.3	Implementar un sistema de inteligencia que permita conocer las nuevas tecnologías de vanguardia, así como tecnologías emergentes	0.9	8	8	8	8	8	9	8.2	7.4
3.4	Brindar recursos para el desarrollo de análisis de investigación de operaciones para mejora de las operaciones de manufactura	0.8	10	6	10	10	5	7	8.0	6.4
3.5	Establecer alianzas con proveedores de tecnología para la asimilación de la tecnología que proveen y solicitar nuevos requerimientos	0.8	8	8	9	7	7	7	7.7	6.1
3.6	Asignar recursos para la documentación de los procesos de manufactura actuales y para el resguardo del capital intelectual de la compañía	0.9	9	9	8	8	9	7	8.3	7.5
3.7	Desarrollar proyectos para la automatización de procesos de manufactura	0.9	10	10	8	8	8	6	8.3	7.5
3.8	Desarrollar mejoras a los equipos actuales (kaizens) para la reducción de pérdidas	0.8	9	9	9	8	7	9	8.5	6.8
3.9	Establecer controles de calidad automatizados	1.	9	10	9	9	8	6	8.5	8.5
3.10	Adquirir aplicaciones de control para contar con información estadística de proceso y desarrollar proyectos de mejora	0.7	10	9	9	8	6	6	8.0	5.6

Cambio Tecnológico en el Sector Farmacéutico		Probabilidad de Implementación por la competencia	P	Q	C	D	S	M	Impacto en la competitividad	Impacto en el negocio
4. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN										
4.1	Impulsar el desarrollo de Sistemas Integrados de trabajo para reducir costos de mantenimiento, promover la asimilación tecnológica e incrementar la productividad vía mantenimiento autónomo, preventivo y planeado.	0.7	9	9	9	8	7	9	8.5	6.0
4.2	Uso de sistemas automatizados de registro electrónico de procesos de producción	1.	10	10	9	9	6	10	9.0	9.0
4.3	Capacitar a los operadores sobre los procesos que desempeñan	1.	10	10	9	9	9	10	9.5	9.5
4.4	Crear incentivos para propiciar la creatividad de los operadores para el desarrollo de propuestas mediante juntas y sistemas de gestión de iniciativas conjuntas	0.8	8	8	8	8	6	10	8.0	6.4
4.5	Implementar sistemas de registro automatizado de condiciones de operación en los procesos de fabricación	1.	10	10	8	8	7	7	8.3	8.3
4.6	Desarrollar sistemas para la gestión de las instrucciones de operación para su distribución en el punto de uso de forma electrónica	0.8	9	8	8	9	6	9	8.2	6.5
4.7	Implementar sistemas enfocados a la reducción de inventarios de producto terminado como Just in Time	0.7	8	9	9	10	5	6	7.8	5.5
4.8	Establecer estrategias para la reducción del número de cambios de marca así como para reducir el tiempo de los mismos	0.8	10	8	10	8	5	7	8.0	6.4
4.9	Utilizar sistemas productivos basados en la ideología jalar para reducir inventarios de producto en proceso	0.6	8	8	9	10	6	7	8.0	4.8
5. TECNOLOGÍA DE MERCADO										
5.1	Desarrollo de sistemas para el comercio electrónico	0.6	5	5	10	10	5	8	7.2	4.3
5.2	Desarrollo de sistemas para la determinación de la demanda de forma precisa y con un horizonte de planeación largo	0.6	10	6	10	10	5	6	7.8	4.7
5.3	Desarrollo de sistemas de distribución que permitan la reducción de costos de transporte	0.9	8	6	10	10	6	7	7.8	7.1
5.4	Implementar portales de internet que permitan que los clientes consulten la información técnica que requieran en línea y que puedan realizar recomendaciones sobre los productos	1.	6	9	7	7	5	10	7.3	7.3
5.5	Establecer sistemas e indicadores de benchmark para mejorar el desempeño organizacional	1.	8	8	8	8	8	8	8.0	8.0
5.6	Capacitar a la fuerza de ventas para que brinde un mejor servicio al cliente	1.	6	10	7	10	6	10	8.2	8.2
5.7	Desarrollar sistemas de inteligencia para identificar los nuevos requerimientos del mercado para desarrollo de nuevos productos	0.9	6	8	6	7	6	10	7.2	6.5
5.8	Desarrollar sistemas CRM para mejorar el servicio al cliente y reducir el ciclo de las cuentas por cobrar	0.8	8	8	10	9	6	9	8.3	6.7

Los resultados del estudio indican, de forma general, que se deben de desarrollar de forma prioritaria proyectos en las tecnologías de producción, suministro y de proceso. De forma paradójica la tecnología de producto quedó en último lugar dentro de las prioridades de desarrollo tecnológico siendo que siempre ha sido

considerada como la principal rama tecnológica en esta industria. Quizá lo anterior se deba a que al ser siempre considerada un área prioritaria de la empresa, no presente rezagos tecnológicos.

Prioridades de desarrollo tecnológico por tipo de tecnología

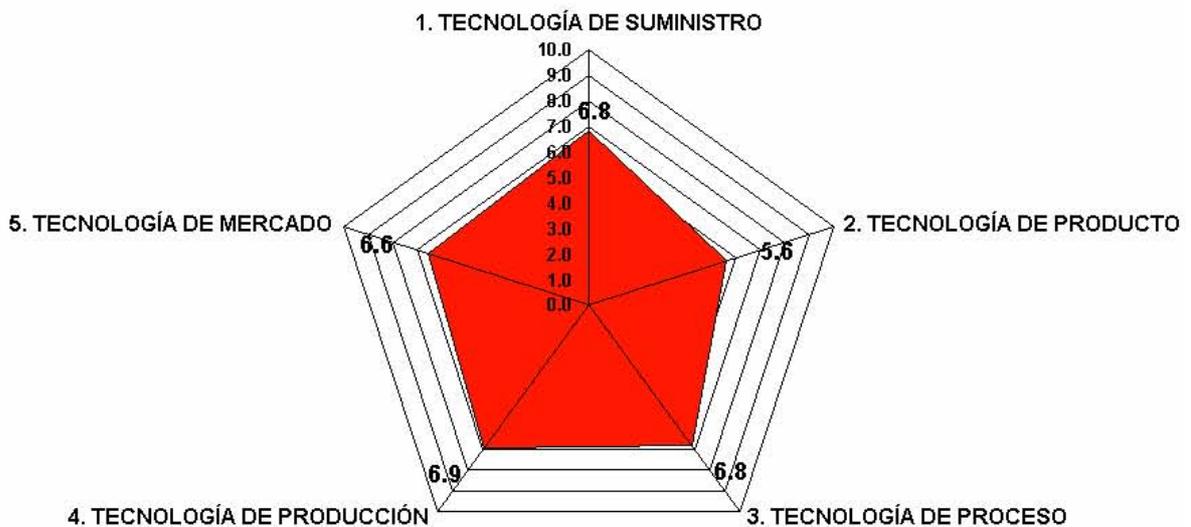


Figura 32. Impacto en el negocio por tipo de tecnología.

5.6. PLAN TECNOLÓGICO ESTRATÉGICO

El producto del plan tecnológico estratégico es la determinación de la cartera de proyectos, la identificación de fuentes de financiamiento para el desarrollo de dichos proyectos y la definición de medidas rutinarias para la mejora de la productividad y la gestión de la calidad.

5.6.1. Definición de cartera de proyectos.

Para definir de forma específica las prioridades tecnológicas se utilizará como criterio el impacto en el negocio (multiplicación de impacto en la competitividad x probabilidad de ocurrencia) y el plazo de ocurrencia (que de forma tácita implica esfuerzo de desarrollo).

Para poder visualizar esquemáticamente lo anterior se utilizará la gráfica siguiente.

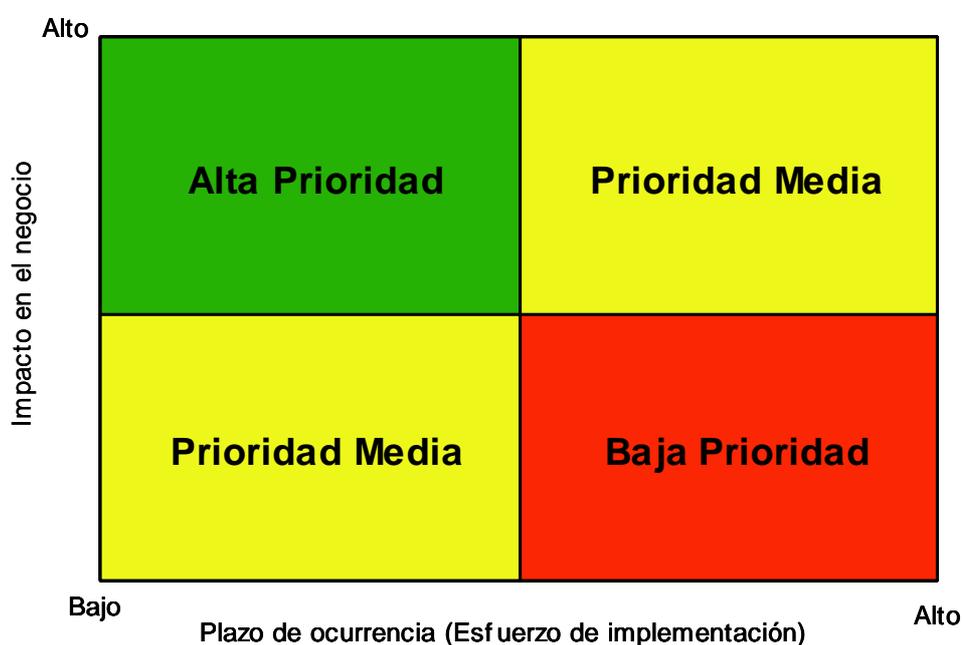


Figura 33. Gráfica de cuatro cuadrantes para determinación de prioridades tecnológicas.

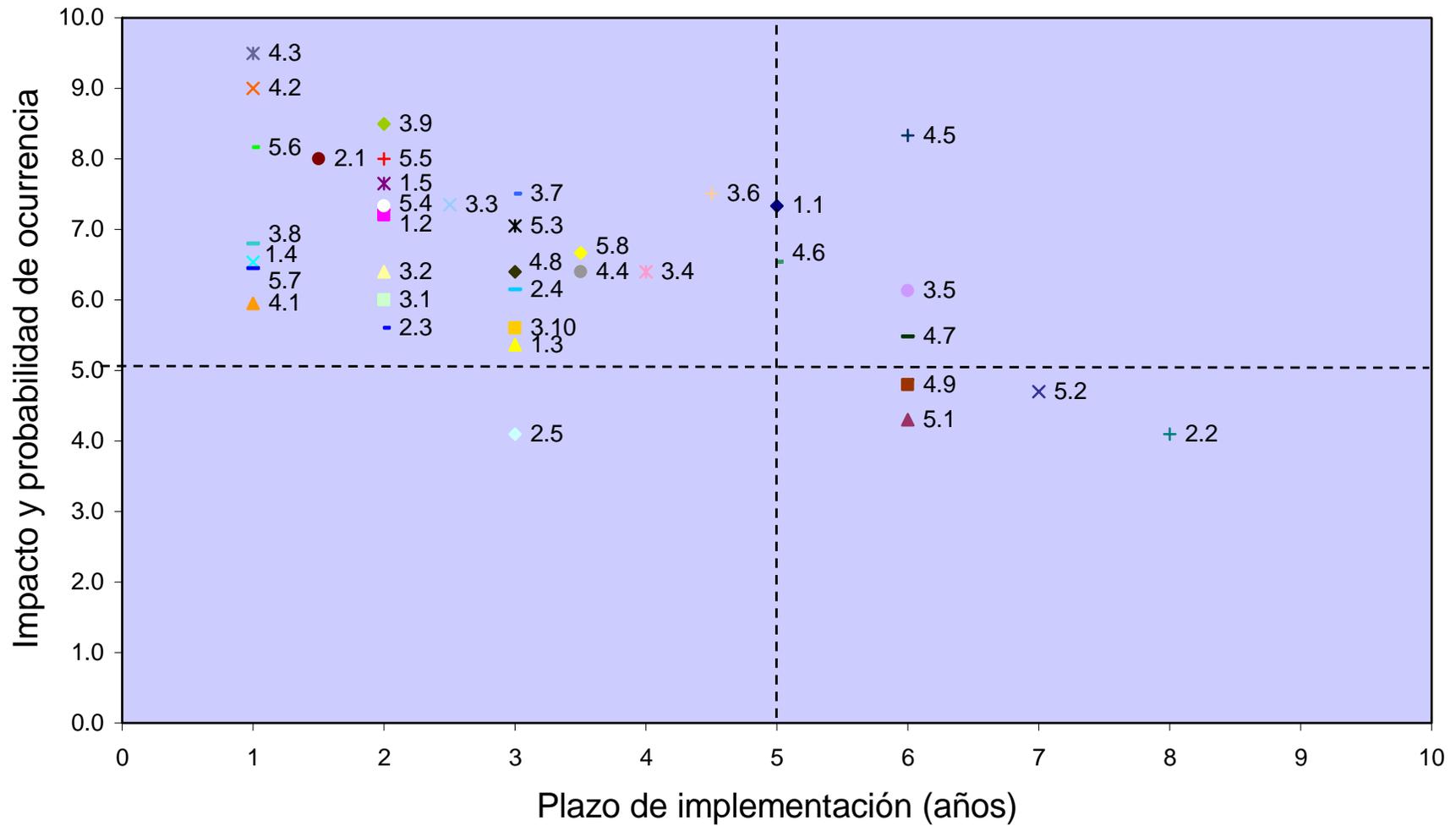
Como conjunto de proyectos viables se considerarán los cambios tecnológicos posibles utilizados para la determinación de las prioridades de desarrollo tecnológico descritas en la sección de análisis externo. En las tablas siguientes se muestran las descripciones de los posibles proyectos a desarrollar, el plazo de ocurrencia, así como el impacto en el negocio. El plazo de ocurrencia se define como el tiempo que se requiere para la implementación de dicho proyecto.

Propuestas de Proyecto		Probabilidad de Implementación por la competencia	Impacto en la competitividad	Impacto en el negocio	Plazo de ocurrencia
1. TECNOLOGÍA DE SUMINISTRO					
1.1	Implementación de sistemas para la certificación a proveedores para la reducción de análisis de materia prima	1.	7.3	7.3	5
1.2	Instalación de sistemas para el análisis de materia prima en línea y en tiempo real.	0.9	8.0	7.2	2
1.3	Implementación un sistema de círculos de calidad con los proveedores para retroalimentarlos sobre el desempeño de sus productos	0.7	7.7	5.4	3
1.4	Integración de los sistemas ERP con el del proveedor	0.8	8.2	6.5	1
1.5	Automatización de los almacenes de materia prima	0.9	8.5	7.7	2
2. TECNOLOGÍA DE PRODUCTO					
2.1	Mejoras enfocadas para reducción de paros de línea debidos a errores en el diseño de los productos (rediseño de materiales de empaque)	1.	8.0	8.0	2
2.2	Investigación para incrementar la potencia de los productos sin afectar el efecto farmacéutico para incrementar la capacidad de producción con la capacidad instalada actual	0.6	6.8	4.1	8
2.3	Mejoras a productos grajeados para eliminar dicho proceso sin reducir los efectos farmacológicos deseados para el producto	0.8	7.0	5.6	2
2.4	Establecer círculos de calidad con mercadotecnia e ingeniería para rediseñar los productos y éstos mejoren en calidad	0.9	6.8	6.2	3
2.5	Establecer vínculos con instituciones educativas para desarrollo de proyectos de investigación para la mejora enfocada de los productos	0.6	6.8	4.1	3
3. TECNOLOGÍA DE PROCESO					
3.1	Capacitar a los departamentos de ingeniería sobre nuevas tecnologías de manufactura contratando servicios externos	0.8	7.5	6.0	2
3.2	Realizar proyectos enfocados a promover el estudio continuo del personal de ingeniería y mantenimiento para promover el conocimiento de las capacidades de la tecnología disponible actualmente, así como su uso	0.8	8.0	6.4	2
3.3	Implementar un sistema de inteligencia que permita conocer las nuevas tecnologías de vanguardia, así como tecnologías emergentes	0.9	8.2	7.4	3
3.4	Brindar recursos para el desarrollo de análisis de investigación de operaciones para mejora de las operaciones de manufactura	0.8	8.0	6.4	4
3.5	Establecer alianzas con proveedores de tecnología para la asimilación de la tecnología que proveen y solicitar nuevos requerimientos	0.8	7.7	6.1	6
3.6	Asignar recursos para la documentación de los procesos de manufactura actuales y para el resguardo del capital intelectual de la compañía	0.9	8.3	7.5	5
3.7	Desarrollar proyectos para la automatización de procesos de manufactura	0.9	8.3	7.5	3
3.8	Desarrollar mejoras a los equipos actuales (kaizens) para la reducción de perdidas	0.8	8.5	6.8	1
3.9	Establecer controles de calidad automatizados	1.	8.5	8.5	2
3.10	Adquirir aplicaciones de control para contar con información estadística de proceso y desarrollar proyectos de mejora	0.7	8.0	5.6	3

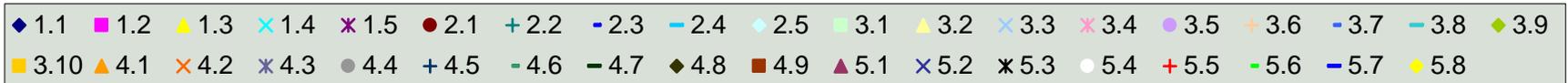
Propuestas de Proyecto		Probabilidad de Implementación por la competencia	Impacto en la competitividad	Impacto en el negocio	Plazo de ocurrencia
4. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN					
4.1	Impulsar el desarrollo de Sistemas Integrados de trabajo para reducir costos de mantenimiento, promover la asimilación tecnológica e incrementar la productividad vía mantenimiento autónomo, preventivo y planeado.	0.7	8.5	6.0	1
4.2	Uso de sistemas automatizados de registro electrónico de procesos de producción	1.	9.0	9.0	1
4.3	Capacitar a los operadores sobre los procesos que desempeñan	1.	9.5	9.5	1
4.4	Crear incentivos para propiciar la creatividad de los operadores para el desarrollo de propuestas mediante juntas y sistemas de gestión de iniciativas conjuntas	0.8	8.0	6.4	3.5
4.5	Implementar sistemas de registro automatizado de condiciones de operación en los procesos de fabricación	1.	8.3	8.3	6
4.6	Desarrollar sistemas para la gestión de las instrucciones de operación para su distribución en el punto de uso de forma electrónica	0.8	8.2	6.5	5
4.7	Implementar sistemas enfocados a la reducción de inventarios de producto terminado como Just in Time	0.7	7.8	5.5	6
4.8	Establecer estrategias para la reducción del número de cambios de marca así como para reducir el tiempo de los mismos	0.8	8.0	6.4	3
4.9	Utilizar sistemas productivos basados en la ideología jalar para reducir inventarios de producto en proceso	0.6	8.0	4.8	6
5. TECNOLOGÍA DE MERCADO					
5.1	Desarrollo de sistemas para el comercio electrónico	0.6	7.2	4.3	6
5.2	Desarrollo de sistemas para la determinación de la demanda de forma precisa y con un horizonte de planeación largo	0.6	7.8	4.7	7
5.3	Desarrollo de sistemas de distribución que permitan la reducción de costos de transporte	0.9	7.8	7.1	3
5.4	Implementar portales de internet que permitan que los clientes consulten la información técnica que requieran en línea y que puedan realizar recomendaciones sobre los productos	1.	7.3	7.3	2
5.5	Establecer sistemas e indicadores de benchmark para mejorar el desempeño organizacional	1.	8.0	8.0	2
5.6	Capacitar a la fuerza de ventas para que brinde un mejor servicio al cliente	1.	8.2	8.2	1
5.7	Desarrollar sistemas de inteligencia para identificar los nuevos requerimientos del mercado para desarrollo de nuevos productos	0.9	7.2	6.5	1
5.8	Desarrollar sistemas CRM para mejorar el servicio al cliente y reducir el ciclo de las cuentas por cobrar	0.8	8.3	6.7	3.5

Los datos de las tablas anteriores fueron graficados con base en la Gráfica de cuatro cuadrantes para determinación de prioridades tecnológicas. Cada uno de los proyectos fue colocado dentro de los cuatro cuadrantes según correspondiera. En la gráfica es posible identificar cada proyecto de acuerdo con el número de identificación del mismo colocado en la primera columna de la gráfica.

Definición de proyectos prioritarios para cartera de proyectos



CODIGO DE PROYECTOS



6. Entregables del Plan Tecnológico Estratégico

Los resultados del estudio permiten obtener información suficiente para definir la cartera de proyectos (que incluye las actividades innovadoras y las acciones emprendedoras), las fuentes de financiamiento y las medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de la calidad.

6.1. Cartera de Proyectos

La cartera de proyectos se resume en la siguiente tabla indicándose si son para mediano, corto o largo plazo. Para definir los proyectos que se incluirán en la cartera de proyectos solo se contemplaron los que se encontraban en los cuadrantes de alta prioridad y algunos de prioridad media con rentabilidad suficientemente alta como para invertir en su desarrollo. La cartera de proyectos se muestra en la siguiente tabla:

Código	Descripción	Plazo	Prioridad
5.8	Desarrollar sistemas CRM para mejorar el servicio al cliente y reducir el ciclo de las cuentas por cobrar	Mediano	22
4.4	Crear incentivos para propiciar la creatividad de los operadores para el desarrollo de propuestas mediante juntas y sistemas de gestión de iniciativas conjuntas	Mediano	23
3.10	Adquirir aplicaciones de control para contar con información estadística de proceso y desarrollar proyectos de mejora	Mediano	24
1.3	Implementación un sistema de círculos de calidad con los proveedores para retroalimentarlos sobre el desempeño de sus productos	Mediano	25
3.6	Asignar recursos para la documentación de los procesos de manufactura actuales y para el resguardo del capital intelectual de la compañía	Mediano	26
3.4	Brindar recursos para el desarrollo de análisis de investigación de operaciones para mejora de las operaciones de manufactura	Mediano	27
2.5	Establecer vínculos con instituciones educativas para desarrollo de proyectos de investigación para la mejora enfocada de los productos	Mediano	28
1.1	Implementación de sistemas para la certificación a proveedores para la reducción de análisis de materia prima	Mediano	29
4.6	Desarrollar sistemas para la gestión de las instrucciones de operación para su distribución en el punto de uso de forma electrónica	Largo	30
4.5	Implementar sistemas de registro automatizado de condiciones de operación en los procesos de fabricación	Largo	31
3.5	Establecer alianzas con proveedores de tecnología para la asimilación de la tecnología que proveen y solicitar nuevos requerimientos	Largo	32
4.7	Implementar sistemas enfocados a la reducción de inventarios de producto terminado como Just in Time	Largo	33

Código	Descripción	Plazo	Prioridad
4.3	Capacitar a los operadores sobre los procesos que desempeñan	Corto	1
4.2	Uso de sistemas automatizados de registro electrónico de procesos de producción	Corto	2
5.6	Capacitar a la fuerza de ventas para que brinde un mejor servicio al cliente	Corto	3
2.1	Mejoras enfocadas para reducción de paros de línea debidos a errores en el diseño de los productos (rediseño de materiales de empaque)	Corto	4
3.9	Establecer controles de calidad automatizados	Corto	5
5.5	Establecer sistemas e indicadores de benchmark para mejorar el desempeño organizacional	Corto	6
1.5	Automatización de los almacenes de materia prima	Corto	7
5.4	Implementar portales de internet que permitan que los clientes consulten la información técnica que requieran en línea y que puedan realizar recomendaciones sobre los productos	Corto	8
3.8	Desarrollar mejoras a los equipos actuales (kaizens) para la reducción de pérdidas	Corto	9
1.4	Integración de los sistemas ERP con el del proveedor	Corto	10
1.2	Instalación de sistemas para el análisis de materia prima en línea y en tiempo real.	Corto	11
3.3	Implementar un sistema de inteligencia que permita conocer las nuevas tecnologías de vanguardia, así como tecnologías emergentes	Corto	12
5.7	Desarrollar sistemas de inteligencia para identificar los nuevos requerimientos del mercado para desarrollo de nuevos productos	Corto	13
3.2	Realizar proyectos enfocados a promover el estudio continuo del personal de ingeniería y mantenimiento para promover el conocimiento de las capacidades de la tecnología disponible actualmente, así como su uso	Corto	14
4.1	Impulsar el desarrollo de Sistemas Integrados de trabajo para reducir costos de mantenimiento, promover la asimilación tecnológica e incrementar la productividad vía mantenimiento autónomo, preventivo y planeado.	Corto	15
3.1	Capacitar a los departamentos de ingeniería sobre nuevas tecnologías de manufactura contratando servicios externos	Corto	16
2.3	Mejoras a productos grajeados para eliminar dicho proceso sin reducir los efectos farmacológicos deseados para el producto	Corto	17
3.7	Desarrollar proyectos para la automatización de procesos de manufactura	Corto	18
5.3	Desarrollo de sistemas de distribución que permitan la reducción de costos de transporte	Corto	19
4.8	Establecer estrategias para la reducción del número de cambios de marca así como para reducir el tiempo de los mismos	Corto	20
2.4	Establecer círculos de calidad con mercadotecnia e ingeniería para rediseñar los productos y éstos mejoren en calidad	Corto	21

Tabla 2. Cartera de Proyectos.

6.2. Fuentes de financiamiento de los proyectos

Dado que todos los proyectos seleccionados ofrecen una reducción de costos, la inversión se justifica como proyectos de inversión con sus respectivos retornos de la inversión. La evaluación financiera de los proyectos es parte de un estudio futuro.

6.3. Medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de la Calidad

Las medidas rutinarias se definieron en función de los 6 elementos clave de éxito para la competitividad y se determinó que cada departamento debería de definir sus medidas acorde a los procesos que desarrollan. Todas las medidas deben de ser evaluadas mes a mes y se debe de definir un valor objetivo a alcanzar a lo largo del año.

Políticas: Tanto los resultados de las medidas como los valores objetivos se incluirán en una tabla denominada “Scorecard” con la cual se medirá el desempeño de los equipos de trabajo. Cada miembro del equipo de trabajo deberá tener un “Scorecard” personal en el cual se indique su contribución al logro de los resultados del equipo. Este “Scorecard” personal será el principal parámetro mediante el cual el individuo sea evaluado anualmente con fines de promociones, incrementos salariales y recorte de personal.

A continuación se muestra un ejemplo de Scorecard para el departamento de fabricación de sólidos.

MEDIDA	Objetivo Anual	Objetivo/mes	Ene-04	Feb-04	Mar-04	Abr-04	May-04	Jun-04	Jul-04	Ago-04	Sep-04	Oct-04	Nov-04	Dic-04
P- Productividad														
Rate Diario Promedio de Producción	5475 toneladas	15 toneladas	14	16	15	17	13							
% Eficiencia	98%	98%	99	97	95	99	97.5							
Tiempo Promedio de cambio de marca	1 hora	1 hora	2	1	0.7	0.8	1.5							
Q- Calidad														
Número de incidentes de calidad	0	0	0	0	0	0	1							
Número de lotes fuera de especificacion	0	0	0	0	0	0	1							
Calificación en auditorias de calidad	100	100	98	100	99	100	90							
C- Costo														
Reducción de costos indirectos	\$100,000.00	\$8,333.33	7000	9000	10000	6000	7500							
Reducción de perdidas por mermas	\$120,000.00	\$10,000.00	9000	9000	10000	10000	11000							
Costo objetivo (Por Kg)	\$7.50	\$7.50	7	8.1	7.4	7.3	8							
D- Servicio														
% Ordenes Perfectas	100%	100%	100	100	100	100	99							
S- Segurad														
Número de Accidentes Registrables	0	0	0	0	0	0	0							
Número de Incidentes	0	0	0	0	0	1	0							
Calificación en auditorias de seguridad	100	100	90	100	100	100	100							
M-Moral														
Número de Kaizens	48	4	2	6	10	4	5							
Número de mejoras enfocadas	12	1	0	0	1	1	1							

Tabla 3. Ejemplo de Scorecard para el departamento de fabricación de sólidos.

7. CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. Para asegurar el desarrollo futuro de la empresa la compañía estudiada deberá mantener su filosofía de investigar para crecer ya que dentro de la industria farmacéutica, el desarrollar nuevos tratamientos y productos es la única forma de poder crear nuevas líneas de negocio y satisfacer necesidades de nichos de mercado de forma exclusiva mientras el periodo que perdura la exclusividad de explotación del productor por protección de la patente.
2. Para poder recibir los beneficios de desarrollar un nuevo fármaco, las industrias farmacéuticas deben desarrollar sistemas productivos y administrativos que permitan gestionar más rápidamente el proceso de lanzamiento de productos al menor costo posible, para poder competir contra el surgimiento de empresas de productos similares y genéricos intercambiables.
3. A pesar de que el desarrollo tecnológico de las empresas farmacéuticas debe seguirse centrandose en la tecnología de producto, para poder mantener competitividad y obtener beneficios vía la reducción de costos deben asignar recursos de inversión a la implementación de sistemas de automatización y tecnologías de la información en todos los procesos de negocio.
4. La dirección de operaciones de la empresa objeto de nuestro estudio deberá centrar sus esfuerzos en el desarrollo de proyecto para mejorar su asimilación tecnológica de tecnologías de mercado y tecnologías de suministro.
5. Acorde a los resultados obtenidos la dirección de operaciones deberá otorgar recursos de inversión a la adquisición de tecnologías de proceso, producto y suministro ya que éstas resultaron ser prioridades de desarrollo tecnológico.
6. La cartera de proyectos, propuesta por el presente estudio se conforma de proyectos a mediano y largo plazo. Dado que se considera que la fuente de

financiamiento para poder implementar dichos proyectos será vía ahorros de la empresa, se recomienda efectuar un estudio a detalle de evaluación de proyectos para definir los tiempos de retorno de inversión y el flujo de efectivo.

7. Los proyectos propuestos son:

Código	Descripción	Plazo	Prioridad
4.3	Capacitar a los operadores sobre los procesos que desempeñan	Corto	1
4.2	Uso de sistemas automatizados de registro electrónico de procesos de producción	Corto	2
5.6	Capacitar a la fuerza de ventas para que brinde un mejor servicio al cliente	Corto	3
2.1	Mejoras enfocadas para reducción de paros de línea debidos a errores en el diseño de los productos (rediseño de materiales de empaque)	Corto	4
3.9	Establecer controles de calidad automatizados	Corto	5
5.5	Establecer sistemas e indicadores de benchmark para mejorar el desempeño organizacional	Corto	6
1.5	Automatización de los almacenes de materia prima	Corto	7
5.4	Implementar portales de internet que permitan que los clientes consulten la información técnica que requieran en línea y que puedan realizar recomendaciones sobre los productos	Corto	8
3.8	Desarrollar mejoras a los equipos actuales (kaizens) para la reducción de pérdidas	Corto	9
1.4	Integración de los sistemas ERP con el del proveedor	Corto	10
1.2	Instalación de sistemas para el análisis de materia prima en línea y en tiempo real.	Corto	11
3.3	Implementar un sistema de inteligencia que permita conocer las nuevas tecnologías de vanguardia, así como tecnologías emergentes	Corto	12
5.7	Desarrollar sistemas de inteligencia para identificar los nuevos requerimientos del mercado para desarrollo de nuevos productos	Corto	13
3.2	Realizar proyectos enfocados a promover el estudio continuo del personal de ingeniería y mantenimiento para promover el conocimiento de las capacidades de la tecnología disponible actualmente, así como su uso	Corto	14
4.1	Impulsar el desarrollo de Sistemas Integrados de trabajo para reducir costos de mantenimiento, promover la asimilación tecnológica e incrementar la productividad vía mantenimiento autónomo, preventivo y planeado.	Corto	15
3.1	Capacitar a los departamentos de ingeniería sobre nuevas tecnologías de manufactura contratando servicios externos	Corto	16
2.3	Mejoras a productos grajeados para eliminar dicho proceso sin reducir los efectos farmacológicos deseados para el producto	Corto	17
3.7	Desarrollar proyectos para la automatización de procesos de manufactura	Corto	18
5.3	Desarrollo de sistemas de distribución que permitan la reducción de costos de transporte	Corto	19
4.8	Establecer estrategias para la reducción del número de cambios de marca así como para reducir el tiempo de los mismos	Corto	20
2.4	Establecer círculos de calidad con mercadotecnia e ingeniería para rediseñar los productos y éstos mejoren en calidad	Corto	21

8. Se recomienda que las medidas rutinarias para la mejora de la calidad y la productividad se implementen de forma conjunta con un sistema IWS (Sistemas integrados de trabajo) para que a corto plazo se obtengan ahorros con una baja inversión.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de un modelo que contemple análisis históricos de la empresa, análisis internos, externos y estudios prospectivos es posible determinar los objetivos tecnológicos estratégicos de la empresa, la cartera de proyectos, definir medidas rutinarias para la mejora de la productividad y gestión de la calidad de la Dirección de Operaciones de una empresa Compañía Farmacéutica Transnacional con operaciones en México.

Sin embargo para medir los resultados de la aplicación del plan tecnológico se deberán efectuar estudios posteriores en los cuales se cuantifiquen con base en las variables financieras, tecnológicas y operativas de la dirección de operaciones los logros obtenidos con la aplicación del plan tecnológico.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Welsch, Hilton & Gordon, "Presupuestos", Capítulo 1, El proceso Administrativo, Ed. Prentice Hall, México DF, 1990
(<http://www.uas.mx/cursoswebct/presupuestos/lec1.htm>)
2. Página WEB de la Real Academia Española. <http://www.rae.es/>
3. KPMG Cárdenas Dosal, S.C., "La Industria Farmacéutica en México", México DF, 2004.
4. Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica, "Informe Corporativo", México DF, 2004.
5. CONACYT, "Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2004", México DF, 2005.
6. Callon, Michel, "The dynamics of techno-economic networks. In Technological change and company strategies", Ed. R. Coombs, Inglaterra, Londres, 1992.
7. Marc Osten, Technology Planning Guide (Strategic Technology). <http://www.techsoup.com/howto/articlepage.cfm?ArticleId=267&topicid=11>
8. Rockwell Automation, "Seminario en Ciencias de la Vida", México D.F. , 2003.
9. <http://www.getec.etsit.upm.es/docencia/ginnovacion/gestion/gestion.htm>

9. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. <i>Cadena de suministros de la Industria Farmacéutica en México.</i>	9
Figura 2. <i>Distribución de las empresas farmacéuticas por tamaño.</i>	10
Figura 3. <i>Distribución de las empresas farmacéuticas por ventas netas.</i>	10
Tabla 1. <i>Cifras relevantes relativas al efecto socioeconómico que la investigación farmacéutica genera en México</i>	14
Figura 4. <i>Número de laboratorios participantes por rama Terapéutica.</i>	15
Figura 5. <i>Cifras relevantes del mercado farmacéutico en México.</i>	15
Figura 6. <i>Fases de desarrollo de un medicamento.</i>	19
Figura 7. <i>Inversión en investigación y desarrollo por rama industrial en México.</i>	20
Figura 8. <i>Porcentaje de Inversión por etapa de investigación y desarrollo.</i>	20
Figura 9. <i>Correlación entre inversión en CyT y la riqueza de las naciones.</i>	23
Figura 10. <i>Principios de la Planeación Tecnológica Estratégica.</i>	24
Figura 11. <i>Flujograma de Desarrollo del Plan Estratégico.</i>	27
Figura 12. <i>Modelo propuesto para el desarrollo de Plan Tecnológico Estratégico.</i>	40
Figura 13. <i>Organigrama de la Dirección de Operaciones.</i>	45

Figura 14. <i>Clasificación de las operaciones en función de los tipos de productos.</i>	45
Figura 15. <i>Layout de la planta de manufactura.</i>	46
Figura 16. <i>Distribución General de Costos de Manufactura</i>	47
Figura 17. <i>Distribución de Costos de Manufactura, desglosando los costos de manufactura indirectos.</i>	48
Figura 18. <i>Distribución de Costos de Manufactura Indirectos.</i>	49
Figura 19. <i>Distribución de Costos de Materias Primas.</i>	50
Figura 20. <i>FODA de la Dirección de Operaciones.</i>	51
Figura 21. <i>Resultados de la gestión de la innovación.</i>	55
Figura 22. <i>Asimilación tecnológica por tipo de tecnología.</i>	62
Figura 23. <i>Diferencias entre sistemas de manufactura: Empujar y Jalar.</i>	65
Figura 24. <i>Tendencias de asignación de recursos de inversión.</i>	66
Figura 25. <i>Variaciones porcentuales en la productividad año con año.</i>	67
Figura 26. <i>Prospectiva de Planta de Manufactura de Fármacos.</i>	68
Figura 27. <i>Soluciones de automatización de procesos que ofrece la empresa Rockwell Automation para cada proceso de manufactura.</i>	69
Figura 28. <i>Instrumentos de campo que ofrece la empresa Rockwell Automation.</i>	70

Figura 29. <i>Sistemas de control que ofrece la empresa Rockwell Automation</i>	71
Figura 30. <i>Aplicaciones de control que ofrece la empresa Rockwell Automation.</i>	72
Figura 31. <i>Sistemas de Información que ofrece la empresa Rockwell Automation.</i>	73
Figura 32. <i>Impacto en el negocio por tipo de tecnología.</i>	81
Figura 33. <i>Gráfica de cuatro cuadrantes para determinación de prioridades tecnológicas.</i>	82
Tabla 2. <i>Cartera de Proyectos.</i>	87
Tabla 3. <i>Ejemplo de Scorecard para el departamento de fabricación de sólidos.</i>	88