



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO DE INGENIERIA**

**“Optimización de los procesos de distribución: el caso de la intervención en la empresa  
Farmacéuticos Maypo”**

**Que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería:  
Investigación de Operaciones**

Presenta:

Legal Hernández Jesús Michel

Director de Tesis:

Dr. Benito Sánchez Lara

México, D.F. 2009



# A GRADECIMIENTOS

## **Dios.**

Porque creo en ti, porque estoy aquí por ti.  
Gracias por el momento y el espacio.

## **Mamá: Esther**

Porque cumples excepcionalmente tu profesión de madre, pero sobre todo, por ser el motor generador de energía que inyectas en mi vida, para lograr lo que sea.

## **Papá: Salvador**

Por enseñarme el concepto de responsabilidad y pasión por lo que nos gusta hacer, te agradezco la sencillez y el buen sentido del humor por el llamado concepto de la vida y porque equilibras mi estadía en este universo.

## **Estefany**

Por comprender mejor que un Físico el concepto del Tiempo.

A mis tías **Martha, Jackeline, Yolanda y Leticia** porque jamás podré pagar las atenciones que han tenido en mi vida, la única manera de poder regresar un poco, es compartir este trabajo, que es parte de ustedes al estar siempre preocupadas, manifestando su apoyo incondicional.

Gracias.

# ÍNDICE

Introducción

Resumen de Capítulos

Objetivos

**Capítulo I Cadena de suministro: Situación actual en el mercado de productos farmacéuticos**

Mercado Farmacéutico Mundial

Instituto Mexicano del Seguro Social: Antecedentes

Farmacéuticos Maypo, Problemática

**Capítulo II Técnicas para el diagnóstico y la mejora de procesos de distribución**

Diagnóstico

Optimización

Inventario

**Capítulo III Intervención en Farmacéuticos Maypo**

Diagnóstico

Mejora de proceso

Modelo de Inventarios Estocástico

**Capítulo IV Resultados y Conclusiones**

Resultados

Conclusiones

**Anexo 1**

**Anexo 2**

**Apéndice**

Optimización y Control de los Inventarios

**Glosario**

**Referencia**

# I NTRODUCCIÓN

Se entenderá como optimización el conjunto de actividades, técnicas y métodos matemáticos aplicados que contribuyan al mejoramiento de los procesos y/o servicios de manufactureras, comercializadoras, de servicio y sistemas tecnológicos.

El trabajo que a continuación se presenta es un caso práctico que se llevó en una organización comercializadora de medicamentos en su mayoría sector público como es el Instituto Mexicano del Seguro Social. La industria farmacéutica está integrada por diferentes divisiones: medicinas de uso humano; principios activos farmacéuticos (fármacos); medicamentos veterinarios; equipos médicos, prótesis y ayudas funcionales; agentes de diagnóstico, insumos de uso odontológico, materiales quirúrgicos, de curación y productos higiénicos. Para efectos de esta tesis, se abordará exclusivamente el rubro de medicamentos especializados de uso humano.

El IMSS, está basado en almacenes delegacionales o jurisdiccionales con altos niveles de inventario y presenta problemas de control e imprecisión en la planeación y en la determinación de necesidades. La mayor parte de las adquisiciones de medicamentos se realizan a través de licitaciones de acuerdo con la lista de productos definida en el cuadro básico para el primer nivel de atención médica y por catálogo de insumos. Los laboratorios nacionales surten la demanda del sector público directamente o a través de distribuidores a costos unitarios bajos, con medicamentos genéricos que no necesariamente son intercambiables. Por otro lado, las mismas instituciones se encargan de la distribución de los medicamentos en los distintos almacenes, a las farmacias y del surtimiento de recetas a pacientes ambulatorios a través de farmacias propias. Los factores que limitan la disponibilidad de medicamentos en el sector público se deben a las restricciones presupuestarias, las dificultades en los procesos administrativos de compra y la distribución ineficaz. La disponibilidad de medicamentos en este sector ha tenido altibajos en la última década.

Actualmente el mercado farmacéutico latinoamericano está en ascenso, según el reporte de Health. International Marketing Services, (IMS) Abril 2008 y México no es la excepción, las empresas dedicadas a este giro tienen como reto disminuir los costos de operación y lograr que el mercado mexicano continúe creciendo. IMS Health es una organización dedicada al tratamiento de la información del mercado Farmacéutico. Estudios realizados por esta organización dan a conocer datos importantes en costos logísticos de cadenas de suministro, el promedio de Transportación 57%, Inventario 31%, Almacenamiento 8% y Administración 4%.

Debido al 31% de los costos en el inventario y de reducir las sanciones por falta de incumplimiento en la empresa donde actualmente laboro, la estrategia que se toma para elaborar la presente tesis inicia con un diagnóstico utilizando técnicas como Mapeo de procesos y Ruta Crítica para obtener información acerca de áreas de oportunidad y como segunda fase proponer mejoras utilizando técnicas como Seis Sigma y Modelos de Inventarios.

La empresa en cuestión es Farmacéuticos Maypo (FM), empresa mexicana enfocada a la distribución y comercialización de medicamentos de alta especialidad que presta a sus clientes y socios comerciales la asesoría integral, es decir, comparte la experiencia del manejo y distribución de toda la cadena de suministros paso a paso, proceso por proceso para que logren sus metas de entregar en tiempo y forma, de manera óptima a través de distintos servicios logísticos.

Farmacéuticos Maypo ocupa el lugar 298 en el ranking de las 500 empresas más importantes de México, de acuerdo a la revista Expansión, las ventas del año 2006 sumaron 220 millones de dólares y para el 2007 350 millones de dólares.

Actualmente FM ha realizado inversiones en su infraestructura y tecnología para dar una respuesta eficaz a las necesidades del mercado privado como son los hospitales particulares: el ABC, los Angeles, el Metropolitano entre otros.

FM es uno de los dos principales líderes en el mercado de medicamentos de especialidad y se ha convertido en la primera empresa de México en contar con sistemas de Identificación por Radio frecuencia (RFID) para medicamentos.

Por último, esta tesis tiene como objetivo documentar toda la intervención en la empresa FM realizada desde Septiembre 2007 hasta Abril 2008.

# CAPÍTULO I

## Cadena de suministro: Situación del mercado de productos farmacéuticos

### 1.1 Mercado Farmacéutico Mundial

#### 1.1.1 Antecedentes

En 1568 la industria farmacéutica surgió a partir de distintas actividades relacionadas con la obtención de sustancias utilizadas en medicina. A principios del siglo XIX, los boticarios, químicos o los propietarios de herbolarios obtenían partes secas de diversas plantas, recogidas localmente o en otros continentes. “Los boticarios y químicos fabricaban diversos preparados con estas sustancias, como extractos, tinturas, mezclas, lociones, pomadas o píldoras. Algunos profesionales elaboraban mayor cantidad de preparados de los que necesitaban para su propio uso y los vendían a granel a sus compañeros. En 1820, el químico francés Joseph Pelleterier preparó el alcaloide activo de la corteza de la quina y lo llamó quinina. Después de este éxito aisló diversos alcaloides más, entre ellos la atropina (obtenida de la belladona) o la estricnina (obtenida de la nuez vómica)”<sup>1</sup>.

Si algún producto preparado por el hombre puede recibir el trato de universal, ése es el medicamento. En el mundo de los medicamentos aparecen circunstancias que merecen un especial estudio. Hay unos países que son los que descubren y otros, simples consumidores; hay países en los que la legislación sobre la propiedad intelectual está muy desarrollada, y otros que no tienen legislación; hay países que poseen sobreabundancia en recursos naturales y un alta biodiversidad y no poseen la tecnología y conocimientos necesarios, a la vez que otros tienen potencial para la explotación científica y tecnológica de estos recursos.

1 Enriquez Rubio, Ernesto, Hacia una política farmacéutica integral para México, México, 2005, p 164

### **1.1.2 La industria farmacéutica moderna**

El mercado farmacéutico mundial mantiene un perfil de crecimiento constante de alrededor del 10 por ciento en los últimos tres años; en el 2003 el valor del mercado alcanzó 440 mil millones de dólares<sup>2</sup>. La farmacéutica es una industria desarrollada y compleja que tiende a la globalización: integra redes de conocimiento científico y técnico, una importante capacidad de manufactura especializada y vastos sistemas de comercialización y distribución.

En Latinoamérica, las ventas de medicamentos se redujeron 10.4 por ciento en 2002, esencialmente como resultado de los problemas económicos de Brasil y Argentina. Sin embargo, esta tendencia se empezó a revertir en 2003 en donde el valor del mercado alcanzó 18.3 mil millones de dólares, con un volumen de 4,741 millones de unidades y un precio promedio de 4.90 USD por unidad<sup>3</sup>.

Una de las principales características del mercado farmacéutico latinoamericano es su alto grado de concentración de ventas en cuatro países líderes: México, Brasil, Argentina y Venezuela. Estos comprenden el 81.8 por ciento de las ventas totales en valor de la región durante los próximos años seguirá aumentando: se estima que para el año 2005 alcanzará un crecimiento de 7.8 por ciento debido al fortalecimiento económico en la región<sup>1bid</sup>.

Durante las últimas dos décadas, la industria farmacéutica mundial ha enfrentado transformaciones aceleradas y profundas: un número importante de fusiones y adquisiciones entre empresas; la multiplicación de alianzas estratégicas entre grandes laboratorios; el crecimiento en el gasto dedicado a investigación y desarrollo; la concentración de la capacidad fabril en pocos países; el impulso a productos genéricos intercambiables; el desarrollo de la biotecnología; y el inicio de la medicina genómica

2 Fuente CONAPO (Conejo nacional de Población) 2000.

3 Fifarma (Federación Latinoamericana de la industria Farmacéutica) con datos IMS (Consultaria de Información de la salud) 2003.

### 1.1.3 Industria Farmacéutica 2007

Las causas del decremento de la industria farmoquímica nacional son múltiples:

- Competencia con fabricantes extranjeros, principalmente asiáticos.
- Costos financieros altos para las inversiones requeridas.
- Disponibilidad limitada de productos químicos intermedios necesarios para la producción de farmoquímicos.
- Desarrollo tecnológico limitado. Convenios de transferencia de tecnología muy rígidos.
- Investigación limitada que lleve a desarrollar tecnología propia.
- Interés reducido de los fabricantes de fármacos en buscar nuevos productos.

Esta caída tiene un origen económico, pero también influyó el desarrollo tecnológico y la falta de integración de cadenas productivas. Hay que considerar, además, que a nivel mundial la oferta de fármacos supera a la demanda, por lo que los precios internacionales se mantienen muy bajos, reduciendo el interés de los inversionistas e industriales en nuestro país. En las naciones que han tenido políticas de corto plazo para impulsar ésta área, la comercialización de fármacos y medicamentos representa una importante fuente de divisas.

En los últimos años la industria ha disminuido drásticamente, mercados como, Japón Europa, Norte América ha disminuido como se observa en la figura 1 y la tabla 1

En crecimiento son aquellos países que al contrario de los demás mercados del mundo, el crecimiento son en ascenso como son, China, India, Brasil, Russia, México, Turquía y Corea del Sur. Además de América Latina que tiene un crecimiento lento.

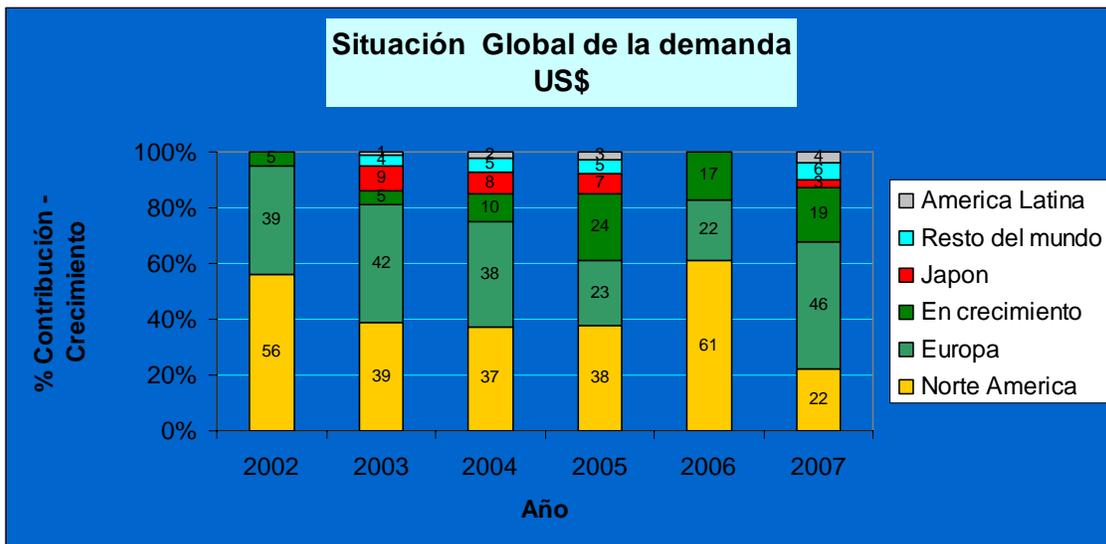


Figura 1. Situación Global de la demanda

Fuente: Información tomada de IMS Abril 2008 Perspective on the Global Pharma Market

Mercado	Ventas		% Crecimiento (Cte \$ US)	
	\$US BILLONES	%	2007	2002-2006
Mundial	\$ 663.50	100	6.1	7.8
Norte América	\$ 306.70	45.8	4.2	8.8
Europa	\$ 206.20	31.1	6.7	6.6
Resto del mundo	\$ 62.20	9.4	13.1	11.3
Japón	\$ 58.50	8.8	4.2	2.8
América Latina	\$ 31.00	4.7	11.8	13.4

Tabla 1. Crecimiento: Resto del mundo y América Latina Diciembre 2007  
Fuente: IMS Abril 2008 Perspective on the Global Pharma Market

## 1.2 Mercado Farmacéutico Mexicano

Actualmente existen en México 224 fábricas o laboratorios de medicamentos y/o productos biológicos que pertenecen a 200 empresas; 46 forman parte de consorcios o industrias con capital mayoritariamente extranjero estadounidenses o europeos. Las restantes son de accionistas predominantemente mexicanos<sup>4</sup>.

Además, hay 26 fabricantes de fármacos (principios activos farmacéuticos) y otras 600 que proveen insumos. El empleo directo en la industria aumentó de 39,125 personas en 1994 a 45,401 en 2003 (16 por ciento anual, en contraste con la reducción observada en el empleo en el sector manufacturero de 0.87 por ciento)<sup>5</sup>.

La industria farmacéutica instalada en México prácticamente abastece la totalidad de los requerimientos de medicinas en el país: produce 86 por ciento de ellos e importa el 14 por ciento restante. Las ventas de la industria farmacéutica mexicana ocupan el tercer lugar en la región de las Américas, solo después de los Estados Unidos y Canadá, el valor del mercado farmacéutico mexicano ha tenido un aumento anual de 11 por ciento, similar al observado a nivel mundial. En cambio, la venta en unidades se ha modificado en menor medida. El crecimiento porcentual solo superó el 1.1 por ciento en los 4 años recientes (2005-2008). Sin embargo, el comportamiento de las ventas en el último año (2008), pone de manifiesto una desaceleración; esta situación podría reflejarse en estancamiento de las ventas. En efecto, comparado con el año anterior, las ventas apenas se incrementaron 0.2 por ciento en dólares y 0.4 por ciento en unidades y su participación en el mercado regional disminuyó del 39.8 por ciento registrado en el 2002 al 39.5 por ciento alcanzado en 2003. Lo anterior, al menos en el caso del mercado privado, podría relacionarse directa mente con el precio promedio de los medicamentos en donde este aumentó, en promedio, anualmente 10 por ciento entre 1999 y 2002, aunque permaneció estable en el último año (7.31 dólares americanos por unidad en 2003)<sup>6</sup>.

4 Archivo COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra riesgos Sanitarios), 2003.

5 INEGI. Banco de Información Económica.

6 Enríquez Rubio, Ernesto, Hacia una política farmacéutica integral para México, México, 2005, p 3

Ahora bien, “el mercado farmacéutico mexicano está conformado fundamentalmente por dos segmentos bien definidos que operan en forma independiente. El institucional (sector público) cuya demanda comprende principalmente productos genéricos y de tecnología madura; y el privado, caracterizado por el uso de marcas comerciales e innovadores. Adicionalmente, una parte del mercado privado en el que se comercializan medicamentos genéricos no intercambiables, de bajo precio, se expenden en farmacias exclusivas o a través de botiquines y otros canales informales por lo que es conocido como mercado de impulso del que no se dispone de información económica sólida. Considerando el total de actividades comerciales, el mercado farmacéutico mexicano alcanzó la cifra de 2,270 millones de unidades en 2002 y 9,542 millones de dólares.”<sup>7</sup>

### 1.2.1 Situación socioeconómica

La industria en México participa con el 1.04 por ciento del producto interno bruto (PIB) y aproximadamente, el 3 por ciento del PIB manufacturero.

En promedio, la mano de obra utilizada por la industria farmacéutica obtiene mayores niveles de remuneración que la media del mercado, debido a su calificación y especialización<sup>8</sup>.

Las expectativas de crecimiento de la población para el 2008 apuntan a un crecimiento cercano a 1 millón de personas. Entre las edades de 0-14 años la tendencia será decreciente mientras que el grupo de 15-64 años alcanzarán 69 millones significando 65% de la población. Esto creará mayor presión sobre el mercado laboral. Véase Figura 2.

La expectativa creciente en los precios del petróleo y la estabilidad macroeconómica mostrada en años recientes. El 2007, significó un año con un crecimiento moderado e inflación controlada.

Las industrias química y farmacéutica han tenido un desarrollo constante, similar a otras ramas de la economía, sin embargo, en los últimos 10 años su crecimiento ha sido menos acelerado, con una tasa ligeramente menor que la del PIB total y de la industria manufacturera.

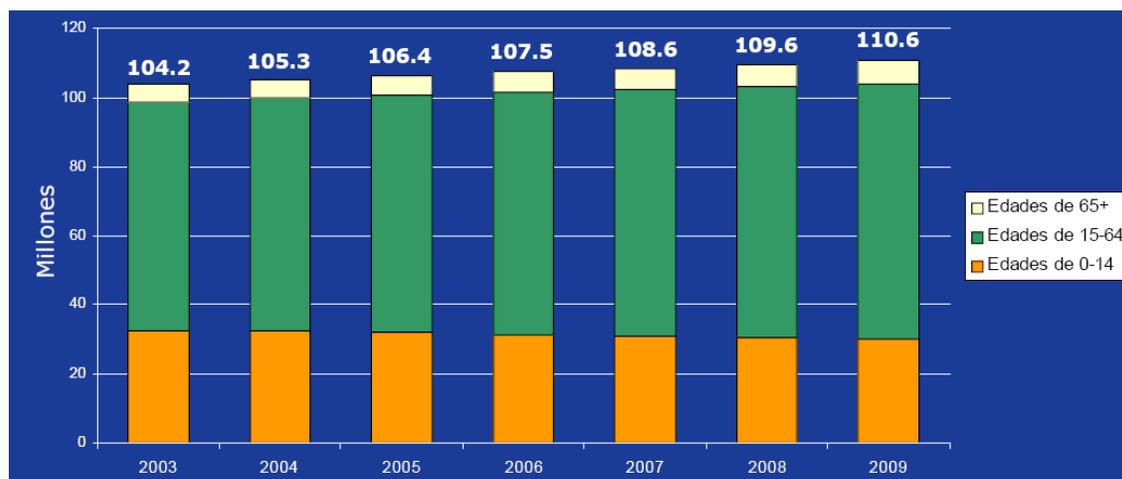


Figura 2. Gráfica de tendencia poblacional para el 2008.

Fuente: CONAPO

7 Enriquez Rubio, Ernesto, Hacia una política farmacéutica integral para México, México, 2005, p 31

8 Enriquez Rubio, Ernesto, Hacia una política farmacéutica integral para México, México, 2005, p 28

### 1.2.2 Principales causas de mortalidad en México: Evolución

Hoy la mortalidad por tumores malignos, diabetes mellitus, enfermedades del hígado y del corazón son las principales causas de muerte a nivel nacional a diferencia de hace 50 años en donde era causada por enfermedades prevenibles por vacunación.

En el caso del IMSS, las infecciones de vías respiratorias altas, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus son las principales causas de atención en medicina familiar, mientras que las neoplasias ya son la segunda de egresos hospitalarios en la misma Institución. Así, las enfermedades infecciosas han sido sustituidas por las no transmisibles (crónicas) como causas de mortalidad y discapacidad. Se estima que esta tendencia se mantendrá en los próximos años.<sup>9</sup>

Mientras que la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y por diabetes mellitus es más alta en zonas urbanas, en las rurales los menores de cinco años presentan un riesgo mayor de morir por diarreas e infecciones respiratorias agudas. La persistencia de las infecciones como un problema de salud en los estados más pobres requiere mejorar el nivel de vida de la población y sus condiciones sanitarias, además de facilitar el acceso a los servicios de salud. Sin embargo, también exige a la industria farmacéutica el desarrollo y la fabricación de vacunas cada vez mejores, más económicas y contra infecciones para las que actualmente no existen inmunizaciones para su prevención, como VIH, dengue, paludismo y leishmaniasis, entre otras.

En los últimos años las principales causas de mortalidad en México han sido los siguientes. Véase tabla 2.

Posición	Causa	Porcentaje del Total de defunciones
1	Tumores malignos	<b>16.3</b>
2	Diabetes Mellitus	<b>15</b>
3	Enfermedades del hígado	<b>12.6</b>
4	Enfermedades del corazón	<b>12.5</b>
5	Accidentes	<b>9.5</b>

Tabla 2. Principales causas de mortalidad general en México.  
Fuente: Información tomada de INEGI, 2004

El número de casos de SIDA ha aumentado a un ritmo anual del 3 por ciento. La mortalidad por esta causa sigue siendo considerable, pero con el advenimiento de nuevos esquemas terapéuticos su tasa ha caído en el último quinquenio convirtiendo a esta infección en crónica.

Si bien se mantiene la tendencia al descenso en la mortalidad por SIDA en hombres de 25 a 44 años, en el caso de las mujeres se observa un ligero ascenso.<sup>10</sup>

### **1.2.2.1 Disposiciones legales que regulan las compras del sector público**

Es importante mencionar que existen términos legales para los negocios que ofrezcan sus servicios a los organismos gubernamentales. Uno de estos servicios es el de abastecimiento de medicamentos como es el caso del Instituto Mexicano del Seguro Social.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 134, establece el principio fundamental para que las contrataciones se lleven a cabo a través de licitaciones públicas. Los títulos o capítulos de “Compras del Sector Público” de los Tratados de Libre Comercio (TLC’s).

El proceso a través del cual se obtienen distintas ofertas para la adjudicación para abastecer de medicamentos al IMSS de un determinado valor, se le llama licitación.

Fundamentado en la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público en su Artículo 28, y en la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las mismas en su Artículo 30, el gobierno mexicano principalmente sus compras las efectúa a través de licitación pública, mediante convocatoria pública. Y cualquier interesado que cumpla con los requisitos de la convocatoria y bases de la licitación puede presentar su oferta.

Las licitaciones<sup>11</sup> públicas pueden ser:

- Nacionales. Cuando únicamente participen personas de nacionalidad mexicana y los bienes a adquirir cuenten, por lo menos, con un cincuenta por ciento de contenido nacional.
- Internacionales. Sólo se realizarán cuando:
- Resulte obligatorio conforme a lo establecido en los Tratados.
- No exista oferta de proveedores o contratistas nacionales o sea conveniente en términos de precio.
- Cuando habiéndose realizado una licitación nacional, no se hayan presentado propuestas.
- En contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al gobierno federal o con su aval.
- En estas licitaciones, pueden participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjera.
- Las licitaciones se publican en el Diario Oficial de la Federación, éste es una publicación oficial del gobierno mexicano, para la difusión de notificaciones. Actualmente, los martes y jueves contiene la sección “Convocatorias para Concursos de Adquisiciones y Obras Públicas”, dedicada exclusivamente a la publicación de avisos relacionados con las compras del sector público (convocatorias, avisos de modificación, etc.).

La Secretaría de la Función Pública difunde la información correspondiente a las licitaciones públicas en el sistema electrónico de compra gubernamentales “COMPRANET”<sup>12</sup>.

10 Salud, México (2002)

11 Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público en su Artículo 28,

12 Según datos facilitados por la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA)

### 1.2.3 El Mercado de la Salud

En 2007 inició el Seguro Médico para una Nueva Generación, iniciativa ligada al Seguro Popular que aplica el gobierno federal para garantizar los servicios de salud a los menores más desprotegidos, con la que se prevé beneficiar a 743 mil niños por año.

Al primer semestre del 2007 se encontraban afiliadas al Seguro Popular más de 16 millones de personas, sin embargo lejos aún de cubrir los más de 57 millones de personas que no se encuentran cubiertas.

En el sector público la prescripción continuará dominada por genéricos autorizados. Los productos de marca original son prescritos y comprados en mayor cantidad por el sector privado. Las alternativas más baratas que incluyen productos similares, continuarán siendo la elección de muchos pacientes ya que de momento no se vislumbra algún control más estricto por parte del gobierno para estas opciones.

En 2007 México importó una cifra récord de 2 mil 472 millones de dólares de medicamentos, 12 por ciento más que en el 2006. Las importaciones de medicamentos no preparados para su venta al por menor aumentaron 60 por ciento y las de medicinas listas para su venta al menudeo, lo hicieron 9 por ciento en el sector público.

México aparece como país líder en importación en toda Latinoamérica y se sitúa en décima posición a nivel mundial, tras Estados Unidos (que posee el 49% de la cuota mundial) <sup>13</sup>.

Actualmente, son más de 200 las empresas existentes en México que conforman la oferta del mercado farmacéutico y que abastecen la demanda nacional. De estas 200 empresas, tan sólo el 25% (es decir, 50 laboratorios) tienen una actividad exportadora regular y de estos 50, 25 son multinacionales y 25, laboratorios mexicanos. Aun así, México sigue siendo el principal exportador de medicamentos de toda Latinoamérica.

En el 2007 el mercado farmacéutico creció en unidades 0.32% que equivale 986, 544,000. Véase Tabla 3.

Mercado Farmacéutica PMM	Unidades (000)	Dólares (000)	Pesos (000)
<b>Mercado Total</b>	986,544	\$10,283,487	\$112,362,538
<b>Crecimiento</b>	0.32%	7.20%	0.075
<b>Precio Promedio</b>		10.4	106.3

Tabla 3 Valor del Mercado Farmacéutico 2007  
Fuente: IMS Intelligence Applied. (2007)

#### 1.2.3.1 Evolución del Mercado durante los últimos 10 años

El mercado mexicano tiene como principales características su amplitud y constante crecimiento, como lo muestra la figura 3 donde se observa el gran crecimiento que se tiene desde el año 1998 de 38, mil millones de pesos, equivalente a 380 millones de unidades y con un precio promedio de 38.3 hasta 112 mil millones de pesos del 2007 con un precio promedio de 113.9. y 1,120 millones de unidades de tal manera que el crecimiento en términos monetarios es del 34%.

13 Datos del Instituto Mexicano del Seguro Social. 8/Nov/2008

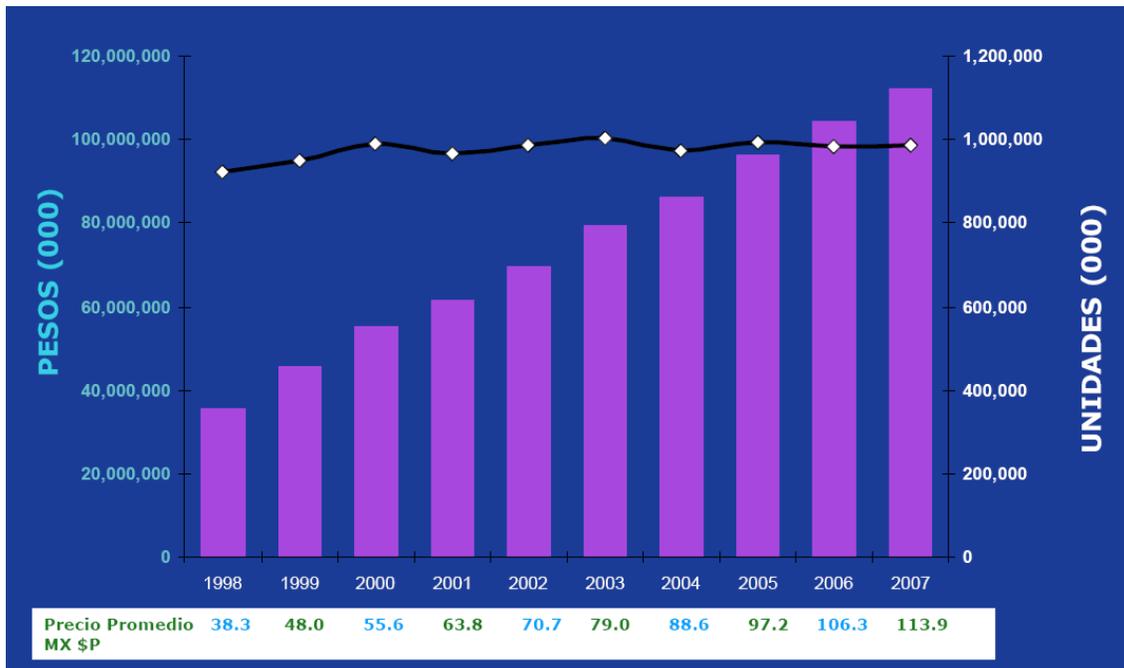


Figura 3. Gráfica de la evolución del mercado en los últimos diez años de la Industria Farmacéutica. Fuente: IMS Intelligence Applied. (2007)

Sin embargo el año que mayor incremento en pesos se ha establecido en los últimos cinco años es el 2005 porque incremento 11.9%. En el 2007 solo hubo un incremento 7.5%. Así mismo hubo un incremento en volumen del 4% en el 2005 y para el año 2007 no hubo incremento es decir, se produjo menos que el año 2006 de 1.2% Véase figura 4.

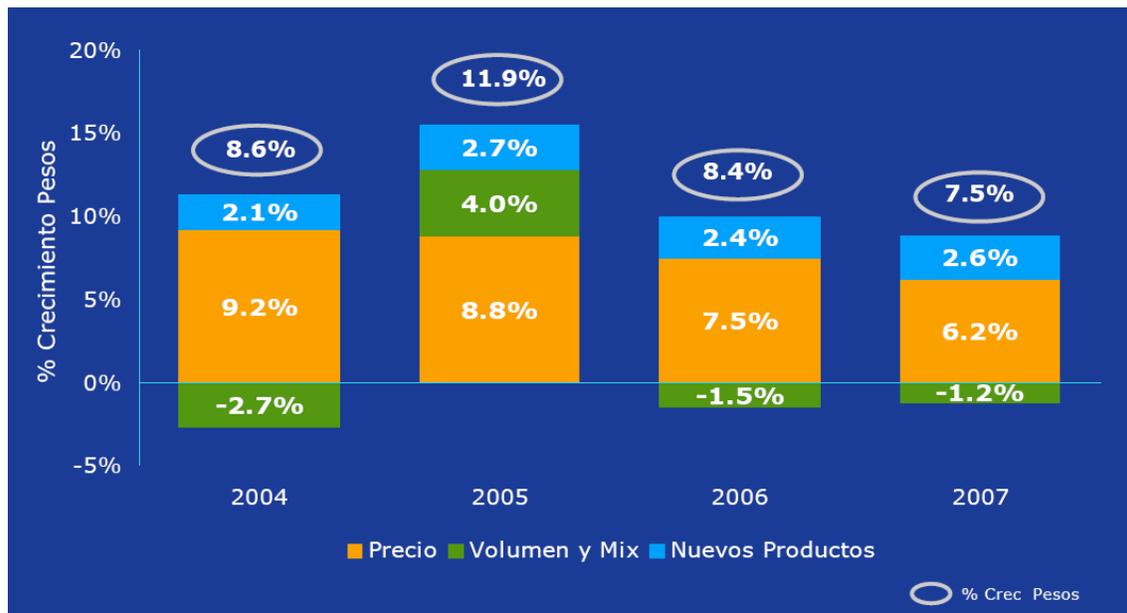


Figura 4. Gráfica de Crecimiento en Pesos. Fuente: IMS Intelligence Applied. (2007)

Finalmente se pronostica que para el año 2008 el mercado aumente al 8.4% es decir, 121.8 mil millones más 0.9% respecto el año anterior. Véase Figura 5

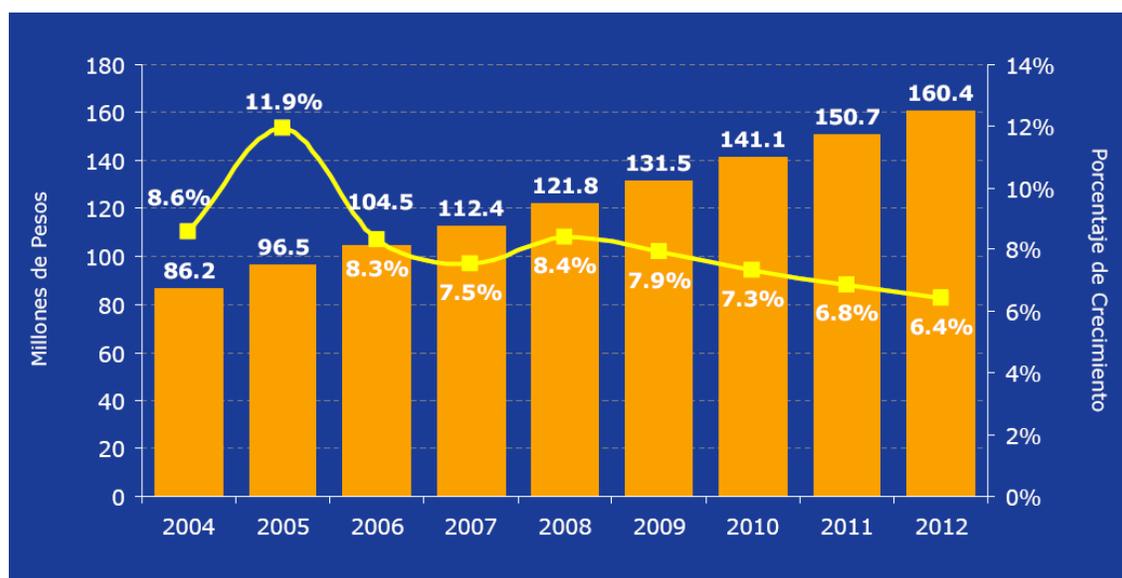


Figura 5. Proyección del Mercado Total 2008.  
Fuentes: IMS Health MAT Diciembre 2007.

### 1.2.4 Instituto Mexicano del Seguro Social: Antecedentes

El 19 de enero de 1943 nació el Instituto Mexicano del seguro social, integrado de manera igualitaria por representantes de los trabajadores, de los patrones y del Gobierno Federal. El IMSS es la institución de seguridad social más grande de América Latina, pilar fundamental del bienestar individual y colectivo de la sociedad mexicana.

Su misión es ser el instrumento básico de la seguridad social, establecido como un servicio público de carácter nacional, para todos los trabajadores y sus familias.

El IMSS tiene más de 370 mil trabajadores en todo el país. Su trabajo se ha desarrollado en un contexto macroeconómico difícil y ha descansado en gran medida en esfuerzos de austeridad y de combate a la evasión y la elusión.

Hoy el IMSS enfrenta nuevamente condiciones difíciles que amenazan su viabilidad. La Administración está haciendo su parte para modernizar y optimizar al Instituto, para incrementar sus ingresos y reducir gastos no prioritarios<sup>14</sup>. Actualmente el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) atiende a casi la mitad de la población de los cuales 21 millones 175 mil 470 son derechohabientes y 26 millones 842 mil 850 sus familiares. Un total de 48 millones 18 mil 320 mexicanos

#### 1.2.4.1 Situación actual del proceso de adquisición del medicamento en el Instituto Mexicano del Seguro Social

Un medicamento pasa por un complicado proceso institucional para la adquisición del medicamento que se ha convertido en un verdadero cuello de botella.

Los comités médicos del IMSS emiten una opinión técnica acerca de los medicamentos que se requieren para los tratamientos que proporciona el instituto, se realiza el trámite administrativo ante las autoridades de cada delegación, que a su vez solicitan al departamento de adquisiciones que en un tiempo razonable los medicamentos estén en las farmacias de las clínicas. En cada parte de esta actividad hay trámites administrativos que pueden retrasar la entrega.

En materia de adquisiciones, el IMSS se rige por la normatividad de la Secretaría de Hacienda y de la Contraloría. Cuando hay emergencias, como ejemplo el necesitar un medicamento para una cirugía urgente, no es necesario registrarse por contraloría pero cuando es colectiva, aunque sea una gran emergencia, la Contraloría es el principal obstáculo, ya que ha impuesto una serie de candados que no permite actuar de manera expedita por los responsables del IMSS, que no pueden realizar compras directas, sino a través de una licitación. La empresa ganadora de la licitación surte el pedido, los medicamentos llegan al almacén general o a los almacenes regionales, y de ahí se envían a los almacenes delegacionales, desde donde se distribuyen los medicamentos a cada una de las unidades médicas.<sup>15</sup>

#### 1.2.4.2 Indicadores del abastecimiento del IMSS

Los primeros meses del 2007 el Instituto Mexicano del Seguro Social tuvo un promedio de ir al médico y que se surten a la primera vez las recetas del 97.38%. Véase la figura 6 y tabla 4

Año/Mes	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
2007	92.8	97.2	98.2	98.5	98.5	98.6	98.5	97.97	96.91	96.7
2006	92.75	96.37	98.41	98.7	98.8	98.2	97.9	97.92	96.65	96.4

Tabla 4 Porcentaje de recetas suministradas a la primera vez

Fuente: Fuente: Información tomada del Reporte de Gestión número 42 IMSS año 2007

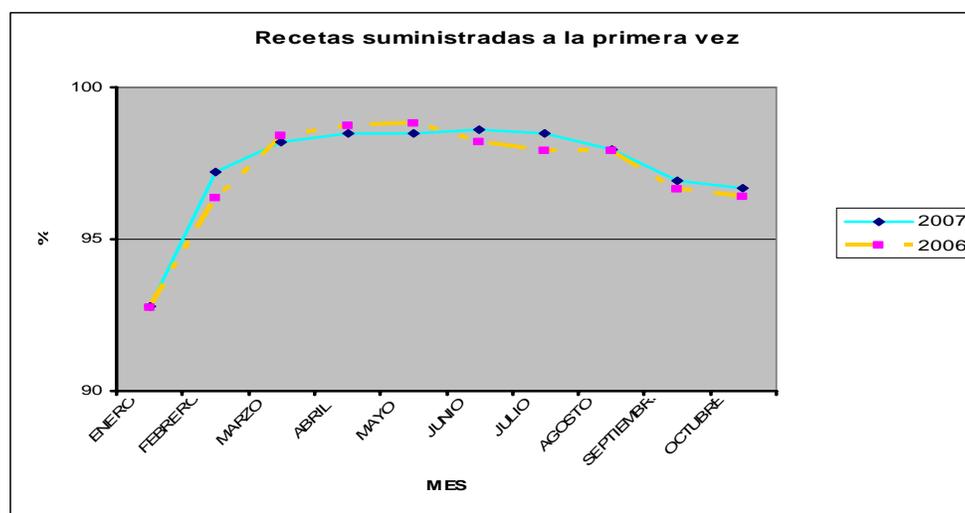


Figura 6. Gráfica del porcentaje de recetas suministradas a la primera vez de los meses de Enero a Octubre del 2006 y 2007. Fuente: Información tomada del Reporte de Gestión número 42 IMSS año 2007

Como se muestra en la figura 7 y en la tabla 5, de Enero a Octubre del 2007 hubo un incremento de 3.089% en promedio de claves abastecidas en medicamentos en comparación del año 2006. Véase figura7

Año/MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP	OCTUBRE
2007	77.15	87.68	91.7	91.22	90.44	86.88	93.73	88.09	82.6	81.14
2006	72.17	77.5	88.42	89.65	89.72	88.11	87.58	86.01	83.2	77.47

Tabla 5 Claves abastecidas en el 2007

Fuente: Página oficial de Internet del IMSS

En la tabla anterior se muestra una comparación del año 2006 y 2007 acerca de los medicamentos surtidos cuando una persona va al seguro y se le entrega el medicamento en ese instante. Y como se observa del hay un incremento de nivel de servicio de un poco más del 3%.

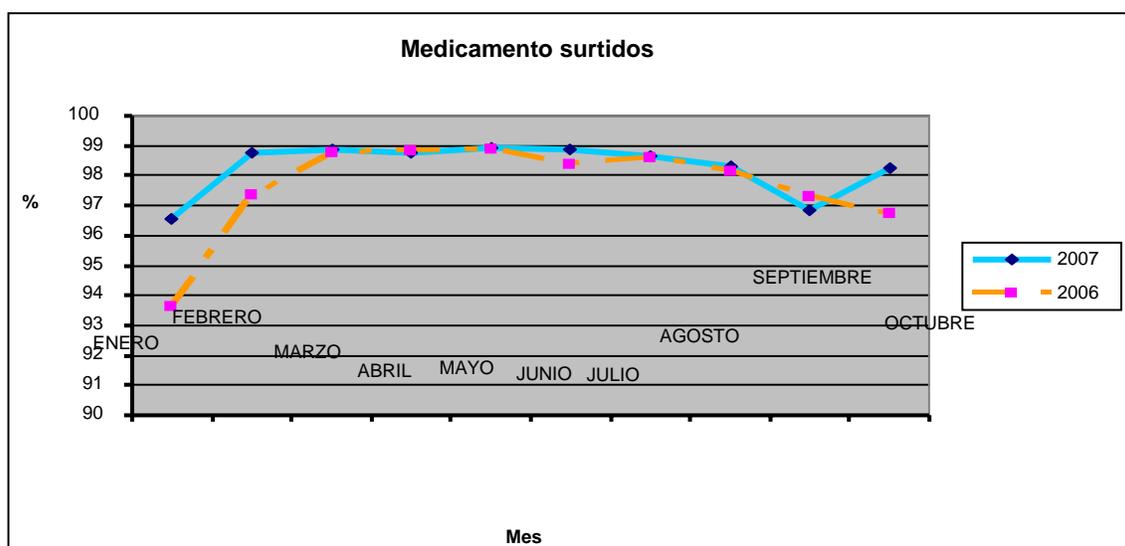


Figura 7. Gráfica del porcentaje de claves abastecidas en medicamentos de enero a octubre del 2006 y 2007

Fuente: Información tomada de Reporte de Gestión número 42 IMSS 2007

En cuanto a los gastos de medicamento que ha tenido el IMSS acumulados de enero a septiembre del año 2006 y 2007 se han mantenido, es decir, no representó un incremento o disminución monetaria considerable. Véase la tabla 6 y figura 8.

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP
2007	1,283	2,553	4,034	5,401	6,890	8,354	9,868	11,453	12,920
2006	1,244	2,590	3,958	5,329	6,775	8,206	9,562	11,105	12,517

Tabla 6. Gastos de medicamento 2006 y 2007

Fuente: Información tomada de Reporte de Gestión número 42 IMSS 2007

Como se muestra en la siguiente tabla y gráfica es una tendencia que al pasar los meses tiene una tendencia lineal creciente.

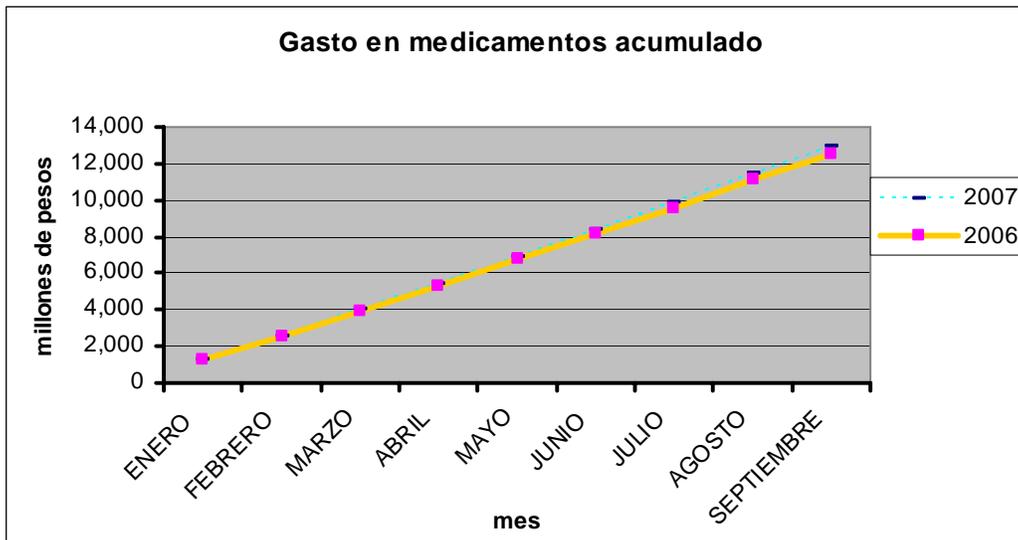


Figura 8. Gráfica del gasto en medicamentos acumulado de enero a septiembre del 2006 y 2007  
Fuente: información tomada de: Reporte de Gestión número 42 IMSS

**Empresas distribuidoras de medicamentos existentes en el mercado.**

La disponibilidad se refiere a los factores que permiten su presencia en cantidad, calidad y tiempo en los anaqueles de la farmacia privada o pública, a la que acude el paciente ya sea para surtir la receta prescrita por su médico o adquirir el medicamento de libre venta que requiere.

En México, las distribuidoras son parte fundamental para que los medicamentos estén listos en tiempo y forma para el consumidor siempre que requiera la necesidad lo tenga en las manos. Como se muestra en el diagrama, simplemente el mayorista tiene el 76.6% del valor total. Véase la figura 9

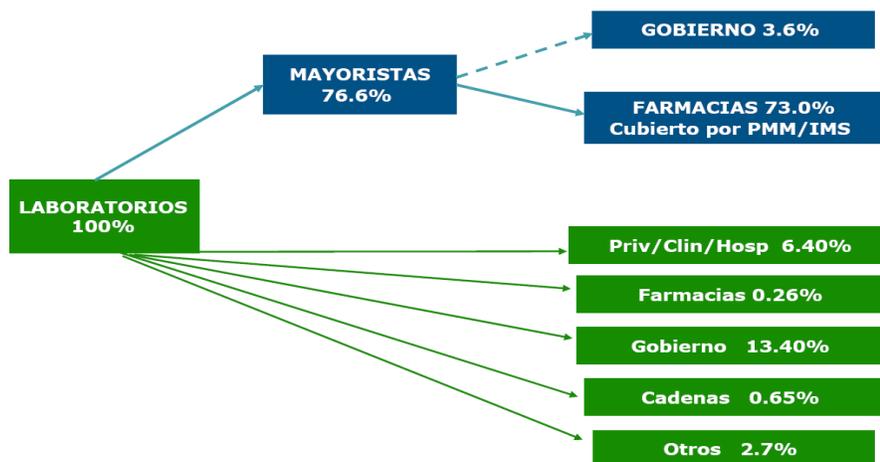


Figura 9 Diagrama de distribución de la Industria Farmacéutica en México 2004- Valores %  
Fuente: IMS Health

En el mercado de la distribución del medicamento esta una empresa llamada Farmacéuticos Especilaizados, el dueño de esta tiene otras tres llamadas Pro Inmune, Selecciones médicas, y Equipamed<sup>16</sup>, representando de esta manera el 74% de la distribución de medicinas en el IMSS.

Existen otros competidores de FM en menor escala como es, Nadro y Casa Saba porque el mercado potencial que manejan estos últimos es el mercado privado.

Ahora que ya se tiene el panorama del mercado farmacéutico y de la situación del Instituto Mexicano del Seguro Social pasaremos a la descripción del negocio de FM y de sus antecedentes.

### **1.2.5 Farmacéuticos Maypo**

#### **1.2.5.1 Antecedentes**

Establecimientos Maypo es fundada en 1960 por un grupo de empresarios provenientes de la Industria Farmacéutica. Uno de ellos fue el Sr. Joaquín Pardo. En sus inicios fue una empresa dedicada a la elaboración de medicamentos (de marca Maypo) que se comercializaba en el mercado privado, en farmacias y hospitales.

En el transcurso del tiempo se acerca un personaje a Establecimientos Maypo llamado Jesús Arenas Vargas, éste se incorpora a la empresa en el año de 1970 por invitación de Joaquín Pardo. En el año de 1972 Jesús Arenas compra el negocio y le da un enfoque privado.

El negocio tiene una expansión vendiendo los productos en cadenas de farmacias de prestigio en las principales ciudades del país, con la estrategia de trabajar con diversos vendedores como comisionistas.

Después de la muerte de Jesús Arenas en el año de 1992, Carlos Arenas Wiedfeldt, el hijo menor, se incorpora al negocio, logrando contratos de distribución a Farmacias VYR.

Hay una expansión del negocio a través de la búsqueda de más y mejores oportunidades y finalmente Maypo se convertiría, a partir de entonces en un distribuidor de medicamentos de otras marcas.

En 1993 nace el concepto de Farmacéuticos Maypo S.A. de C.V. constituido como una empresa independiente. Su ubicación se encontraba en la casona de Acoxta propiedad de la familia. Ante el crecimiento de la empresa se integran en el año de 1995 sus hermanos Gustavo, Jesús e Isabel. Año en el que se logran negocios importantes con la Secretaria de Salud, en la ciudad de Guadalajara y con el Hospital Infantil de México logrando ventas por 18 millones de pesos.

En 1996 se crea una Unidad de Negocio con servicios y productos para el tratamiento de VIH (SIDA), con planes de atención a pacientes y programas de tratamiento. Logrando ventas por 321 millones de pesos. Y es en el año de 1999 que se decidió comprar el predio de Ayuntamiento n. 201 que es el lugar donde se encuentran las oficinas y uno de los almacenes con los que cuenta Farmacéuticos Maypo, el otro almacén se ubica en Monterrey.

En el año 2000 se inaugura la primera farmacia Maypo, en la colonia Doctores, de cinco que actualmente se cuentan, en el año 2002 se expande con las sucursales que se encuentran en Guadalajara San Jerónimo, Puebla y en el 2005 la sucursal de Villahermosa.

<sup>16</sup> Fuente: INTÉLITE 2, JUNIO 2003

En el 2005 la empresa comienza un proceso de redefinición de sus relaciones con los clientes, especialmente los laboratorios Farmacéuticos.

Es la primera empresa mexicana en estar a la vanguardia en Tecnología al contar con un sistema de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) para medicamentos.

Actualmente hay una relación de trabajo con los laboratorios como Laboratorios Abbott, Astra Zéneca, Sanofi Aventis, Boehringer Ingelheim, GlaxoSmithKline, Janssen Cilag, Pfizer, Roche, Bristol Myers, Eli Lilly y Merck, entre otros.

### **1.2.5.2 FM como negocio**

Ahora que ya conocemos de alguna manera la situación por la que pasa la industria farmacéutica en términos socio-económicos, pasaremos al conocimiento de lo que significa FM como negocio, como una distribuidora de medicamentos principalmente en el mercado gubernamental como es el caso del IMSS, PEMEX, ISSSTE entre otros. En esta empresa se estudiará sus procesos de distribución quien será el modelo a estudiar para proponer mejoras en las áreas que se encuentren vulnerables con la finalidad de ayudar a la cadena de suministro entre el fabricante-distribuidor-cliente de que el medicamento llegue en el momento que sea requerido en tiempo y forma partiendo desde el punto de referencia que es FM. Se identificará los elementos que intervienen en la comercialización, los elementos que no intervienen en dicha función, los elementos que se ven afectados directa o indirectamente para la distribución de transformación y las relaciones entre los elementos que intervienen en el proceso.

Las actividades importantes en el negocio de la distribución es tener el producto y distribuirlo en tiempo y forma, con un respaldo tecnológico y profesional de las direcciones Comercial, Operaciones y Logística, con la cooperación de áreas importantes de Planeación, Atención a clientes y Ventas. Este último es el departamento que finalmente es el que tiene una retroalimentación con el cliente y en teoría el que transmitirá las necesidades, el que recibirá información antes que nadie en la empresa, el que lleva el empuje de las ventas. Véase figura 10.

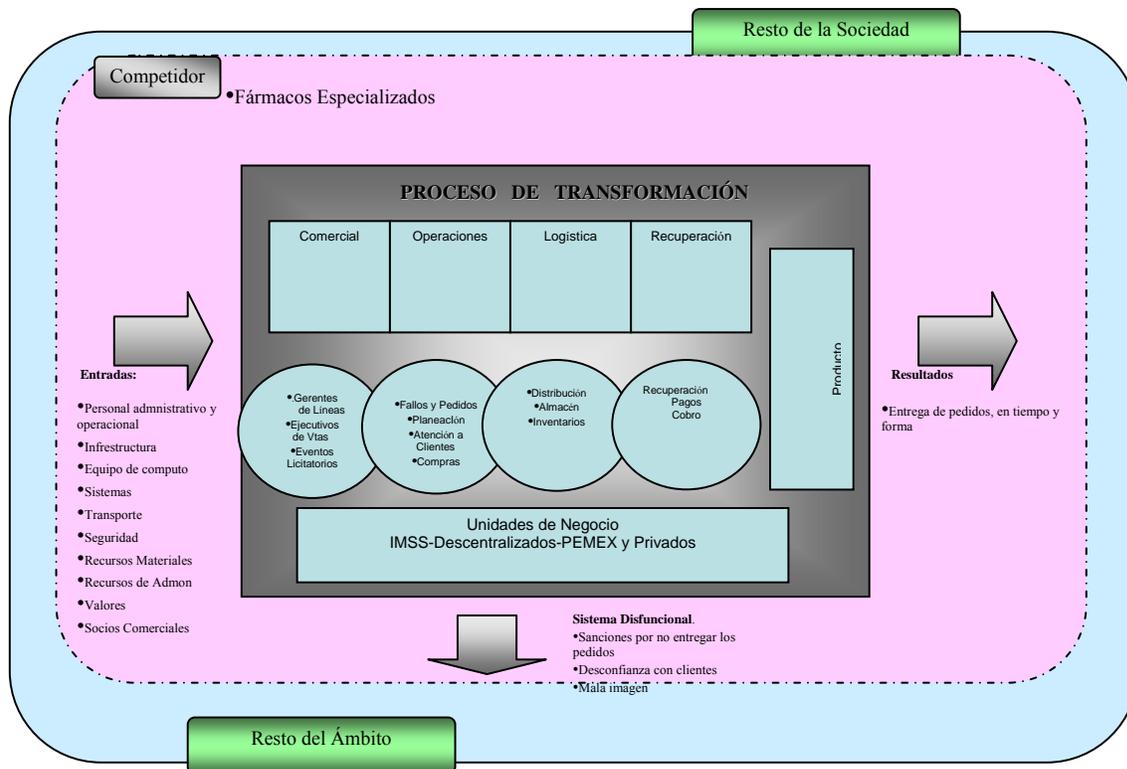


Figura 10 Sistema Conceptual de FM  
Fuente: Empresa Distribuidora FM

En este esquema se presenta el modelo con el que trabaja FM, básicamente como todo sistema se compone de entradas y salidas con un proceso de transformación que finalmente da un resultado. Y precisamente las entradas son:

- Personal calificado, como dato importante en FM es que el 40% de la empresa lo compone personal con carrera profesional.
- Infraestructura. FM tiene con dos almacenes en el D.F. y Monterrey Nuevo León.
- Equipo tecnológico
- Transporte. FM cuenta con su propia flota para la distribución del medicamento además de los automóviles de los representantes de ventas, sumando un total de 54 transportes.
- Socios Comerciales. Son los laboratorios con los que se tiene una carta de permiso de distribuir sus medicamentos.
- Recursos materiales.
- Sistemas. Como es el caso del sistema JDE, es un MRP el cual contiene toda la información del negocio operativo, comercial y financiero.

El proceso de transformación en FM participan las direcciones de comercial, que está compuesto de áreas de ventas, gerencias de líneas, es decir los encargados de tener una comunicación constante con los representantes de los laboratorios, la dirección de operaciones, compuesta por las gerencias de Información y Planeación, Compras, Licitaciones y Atención a Clientes, la dirección de logística compuesta por la gerencia de Distribución y la dirección de finanzas quien es finalmente la que analiza los estados

financieros, llevan las finanzas de la empresa. El proceso de transformación comienza cuando se gana una licitación, el ejecutivo de fallos registra los datos en el sistema JDE, el representante de atención a cliente (RAC) revisa el SAI<sup>17</sup> que no es otra cosa que el portal en Internet del Instituto Mexicano del Seguro Social, donde contiene información de los diferentes almacenes con las cantidades y descripciones de los medicamentos que necesitan, esta información es revisada por el planeador, éste último decide que comprar y cuándo, finalmente el comprador se comunica con el laboratorio para que le surtan el pedido y almacén reciba este medicamento y se lo pase a logística para que lo entregue al cliente, como es el IMSS.

Las salidas que se tiene de este sistema es el medicamento como anteriormente se mencionó, en tiempo y forma.

### **1.2.5.3 Cadena de suministro de FM**

FM tiene dividido estratégicamente el negocio de la distribución de medicamentos en tres clientes que son: a) IMSS, b) Descentralizados e ISSSTE y c) Pemex y Privados, al tener clasificados de esta manera a los clientes, también las áreas de la dirección de operaciones trabajan con esta clasificación, estas áreas son: Licitaciones, Fallos y Pedidos, Atención a clientes, Planeación y Compras trabajan conjuntamente y coordinados para cumplir el nivel de servicio. Véase figura 11.

Es importante mencionar que el 70% de las compras se hacen por una licitación y el 30% es por compras directas. Esto significa que el cliente envía un pedido, éste contiene cantidad, la descripción, fecha y lugar de entrega.

En la figura 11 se muestra simplificada como es la operación de la distribución de un medicamento a partir de una licitación, después de que el ejecutivo de fallos y pedidos registra los costos en el sistema JDE, el representante de atención a clientes registra los back orders, es decir, registra en el sistema el producto que se tiene que enviar a un determinado cliente pero que no se ha enviado por no tener producto en el almacén, es entonces cuando el planeador analiza que productos tiene, cuantos existen disponibles en el almacén y el que esta en transito para tomar la decisión de cuánto se tiene que comprar y cuándo para comentarle al comprador que debe de comprar, cuanto y para cuándo debe de traer el producto. El comprador se comunica con el representante del laboratorio y al final de una conversación se cierra el trato y éste trae el producto al almacén, FM lo recibe y almacena para que el departamento de logística lo distribuya al cliente correspondiente.

El papel de los representantes de ventas es un fundamental para que el producto se desplace, y no se rezague en el almacén de FM.

Los gerentes de línea son los encargados de tener una comunicación constante con los representantes de los laboratorios porque estos últimos son los que dan el apoyo con la autorización de la distribución de sus medicamentos y ante esta situación en ocasiones quienes terminan por decidir las cantidades que enviaran al almacén de FM son ellos mismos.

<sup>17</sup> Sistema de Abastecimiento Institucional.

### Áreas que participan en la distribución operaciones de FM

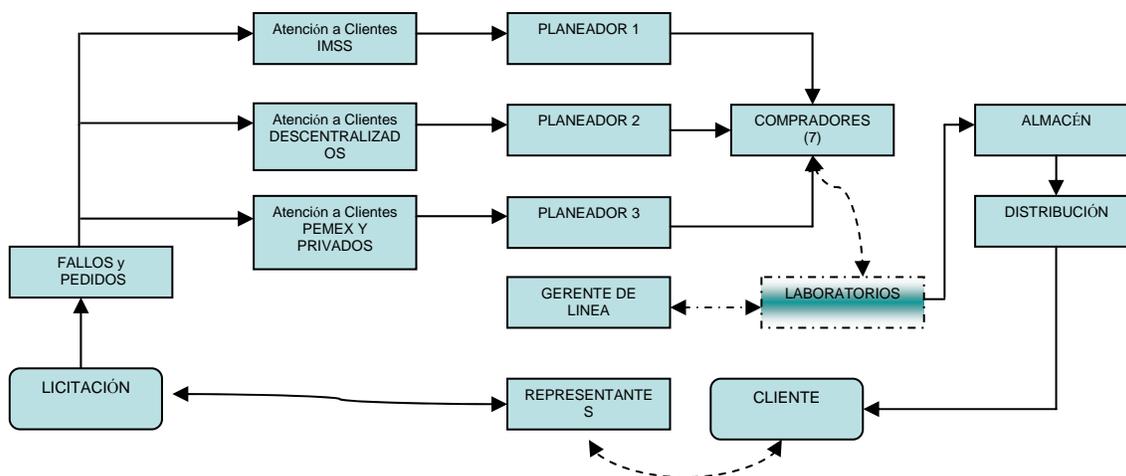


Figura 11 Áreas que participan en la distribución del medicamento para gobierno.  
Fuente: Empresa FM

#### 1.2.5.4 Participación de FM en las necesidades de productos farmacéuticos del IMSS

Como anteriormente se dijo la empresa FM es una distribuidora que adquiere gran diversidad de productos farmacéuticos especializados para su comercialización en entidades de gobierno y paraestatales como es el caso del Seguro Social, IMSS, ISSSTE, PEMEX además de otros organismos e instituciones descentralizadas y privadas.

Estas organizaciones gubernamentales son los clientes a quienes se tiene que satisfacer con sus requerimientos y necesidades de abasto, tomando en consideración los costos de inventarios y buscar un equilibrio con el nivel de servicio.

El negocio del IMSS básicamente trabaja con la metodología del proceso administrativo esto es la planeación, organización, dirección y control de los medicamentos y todos los procedimientos administrativos que implica la adquisición y la distribución. Los medicamentos se adquieren de los laboratorios que apoyan previamente derivado de un acuerdo o un contrato con la finalidad de cumplir el nivel de abastecimiento de nuestro cliente el Instituto Mexicano del Seguro Social y al mismo tiempo tener informado a nuestro proveedor del desplazamiento de sus productos.

La distribución se hace en cada una de sus diferentes delegaciones, estas corresponden a los estados de la República Mexicana con excepción de la división por zonas del Estado de México que son: la zona poniente y oriente, el Distrito Federal se divide en zona sur y zona norte y Veracruz en zona norte y zona Sur. Véase Figura 12 ,13 y Tabla 7.

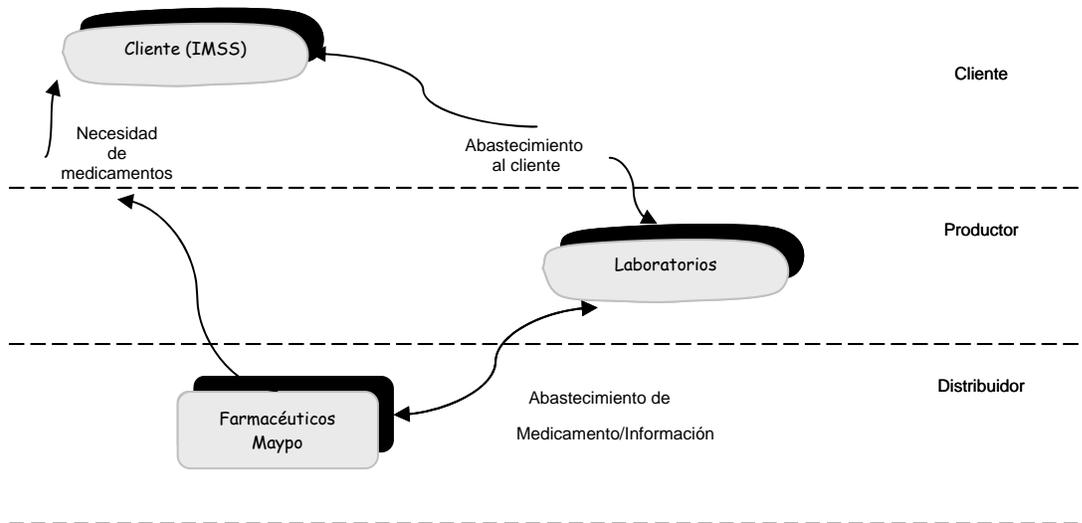


Figura 12 Ciclo básico de abastecimiento del medicamento en el Instituto Mexicano del Seguro Social.  
Fuente: Elaboración propia 2008, percepción personal.

En este diagrama se trata de representar a los tres personajes que están involucrados directamente con el medicamento, tenemos por un lado al fabricante, que es el que provee, investiga y decide que distribuidor comercializará sus medicamentos además de determinar el precio y costo. Otro personaje es el distribuidor, que ayuda al fabricante a distribuir sus medicamentos, quizá el distribuidor es el más vulnerable porque tiene que corresponder a las exigencias del cliente como son las necesidades de abastecimiento en tiempo y forma, al mismo tiempo tiene que atender al proveedor de tener informados de los desplazamientos de sus medicamentos. Finalmente, tenemos al cliente quien es el punto final, el organismo o institución de salud que a la vez éste provee a sus clientes (los pacientes) de los medicamentos que este requiera de una manera puntual y satisfactoria.



Figura 13 El IMSS: División de la República Mexicana por delegaciones

N	Delegación	Zo na	N.	Delegación	Zo na	N.	Delegación	Zo na	N.	Delegación	Zo na
1	Delegación Estatal Aguascalientes	RN	11	Delegación Estatal Guerrero	RC	21	Delegación Estatal Puebla	RS	31	Delegación Regional Veracruz Sur	RS
2	Delegación Baja California	RO	12	Delegación Estatal Hidalgo	RS	22	Delegación Estatal Querétaro	RC	32	Delegación Estatal Yucatán	RS
3	Delegación Estatal Baja California Sur	RO	13	Delegación Estatal Jalisco	RO	23	Delegación Estatal Quintana Roo	RS	33	Delegación Estatal Zacatecas	RN
4	Delegación Estatal Campeche	RS	14	Delegación Estatal Estado de México Zona Poniente	RC	24	Delegación Estatal San Luis Potosí	RN	34	Delegación Norte del Distrito Federal	RC
5	Delegación Estatal Coahuila	RN	15	Delegación Estatal Estado de México Zona Oriente	RC	25	Delegación Estatal Sinaloa	RO	35	Delegación Sur del Distrito Federal	RC
6	Delegación Regional Colima	RO	16	Delegación Regional Michoacán	RO	26	Delegación Estatal Sonora	RO			
7	Delegación Estatal Chiapas	RS	17	Delegación Estatal Morelos	RC	27	Delegación Estatal Tabasco	RS			
8	Delegación Estatal Chihuahua	RN	18	Delegación Estatal Nayarit	RO	28	Delegación Regional Tamaulipas	RN			
9	Delegación Estatal Durango	RN	19	Delegación Regional Nuevo León	RN	29	Delegación Estatal Tlaxcala	RS			
10	Delegación Estatal Guanajuato	RC	20	Delegación Estatal Oaxaca	RS	30	Delegación Regional Veracruz Norte	RN			

Tabla 7 Delegaciones del IMSS

Fuente: Datos de la página oficial del IMSS [www.imss.gob.mx](http://www.imss.gob.mx)

### 1.2.5.5 FM: Casos del IMSS

Existen tres casos en la unidad de negocio del IMSS, el caso 10, 11 y 13. En lo que se refiere a los casos del IMSS, no es otra cosa que la clasificación de la forma de comprar un medicamento establecido por FM, es decir, cuando se planea las compras con base en una licitación, entonces estaremos hablando de un caso 11. Cuando el cliente convoque a un concurso donde solo participen tres distribuidoras, entonces estaremos hablando de una adjudicación directa (caso 10). Y cuando el cliente directamente se comunica con algún representante de FM para solicitar un medicamento entonces hablaremos de una compra directa (caso 13).

Para el caso de este trabajo como ya otras veces se mencionó, es el caso 11 por dos situaciones importantes: A.- De los tres casos, el caso 11 llamado de “eventos licitatorios”, evidentemente porque la planeación y las compras se basan por la asignación de cantidades mínimas y máximas previamente establecidos. Como se mencionó anteriormente el porcentaje de participación de ventas del IMSS es del 38% en el 2007 y particularmente el caso 11 representa el 30% de las ventas.

B.- El caso 11 tiene una demanda determinística e independiente, esto significa que se conoce el total de piezas que se tiene que distribuir y cada medicamento es independiente uno del otro, estos factores ayudara a la determinación de una propuesta de modelos de inventarios.

**1.2.5.6 Consideraciones del Caso 11: Evento Licitatorio**

El caso 11 es un procedimiento bajo estatutos más controlados y estrictos para la distribución del medicamento, esto se refiere a que existe un sistema llamada SAI, (Sistema de abastecimiento Institucional) es un sistema electrónico por internet del IMSS donde se encuentra el pedido y que todo el día colocan en promedio más de 70 líneas, mejor conocido como “orden de reposición” que requiere en cada almacén del IMSS de prácticamente toda la República Mexicana. Además, el caso 11, tiene un tiempo límite para entregar y puede generar sanción en caso de incumplir con el nivel de servicio. El tiempo de entrega es de 14 días a partir de que se emite la orden de reposición. Después de los 14 días se genera sanción en caso de no entregar el medicamento en el almacén correspondiente. Véase figura 14.

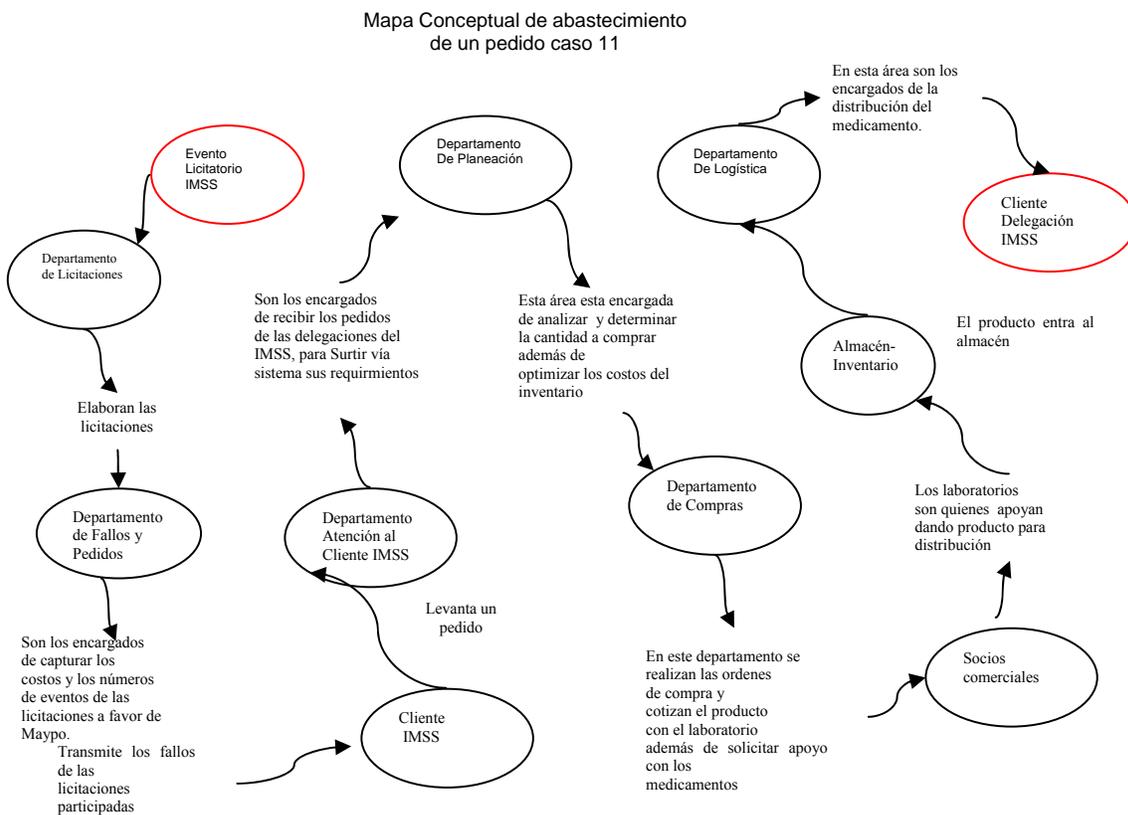


Figura 14. Mapa Conceptual del abastecimiento de los pedidos caso 11.  
Fuente: Farmacéuticos Maypo.

En este mapa conceptual se observa el proceso actual para el surtido de un pedido de la unidad de negocio del IMSS caso 11.

Todo comienza a partir de que se gane un evento licitatorio, este evento es capturado en JDE (ERP Jd edwards) por el personal del departamento de Fallos y pedidos, éstos ejecutivos se encargaran de capturar el costo, descripción y número de evento además de otras características como el porcentaje de sanción, el lugar de entrega y cantidad.

El siguiente paso es que los representantes de atención a clientes bajen del sistema SAI las órdenes de reposición y también las capturen en el sistema JDE. Esta captura tiene el alcance de poder llegar al área de Planeación y poder ver los back order que no es otra cosa que analizar el producto existente y compararlo con las ordenes de reposición, en caso de no tener producto se planea y se envía una SIC (Solicitud interna de compra) al área de Compras para que los ejecutivos hablen a los representantes de los laboratorios o mejor conocido como socios comerciales y traigan el producto. Después este producto se almacena en FM y logística realiza la ruta y lo distribuye a los diferentes almacenes del IMSS.

#### **1.2.5.7 Problemática**

Las organizaciones manufactureras, comercializadoras y de servicios siempre están en busca de mejorar sus actividades, procesos y de encontrar nuevos procedimientos internos que alcancen y superen las expectativas de los clientes con la finalidad de ser más competitivos, de optimizar sus costos y eliminar sanciones monetarias, como por ejemplo en FM la sanción es aplicado el 2.5% del total del valor del medicamento que no se entrega en el día indicado en la orden de reposición por día de retraso. FM tiene como premisa fundamental la optimización de su cadena de suministro sin embargo, no cuenta con la infraestructura, es decir, el área que se dedique a la implementación de mejoras, de monitorear, de crear nuevos métodos que ayuden a optimizar los objetivos.

El volumen de facturación para el cierre del 2007 fue cercano a 350 millones de dólares de los cuales la unidad de negocio IMSS representa el 38% de este porcentaje. El caso 11 representa el 30% del 38% de las ventas del IMSS.

Mensualmente se factura más de 1,000 pedidos que tienen que ser entregados antes de las fechas límites en los almacenes de los clientes. Se tienen 14 días para entregar el pedido desde que es emitido por el IMSS.

El monto de las sanciones esta relacionado con los días de incumplimiento y el tipo de medicamento. Estas van del 1% al 20% hasta la rescisión del contrato y pago de fianzas.

El porcentaje de sanciones del primer semestre 2007 en la unidad de negocio IMSS fue del 52.06% equivalente a **\$12, 000,094.92.**

Entregar los pedidos antes de la fecha límite de entrega tiene impactos positivos en venta, servicio, incremento de los consumos, participación del mercado entre otros.

Los márgenes de utilidad de la empresa son del 9.5% por lo cual es necesario mantener una eficiencia de costo de operación, en los procesos, en tener modelos de inventarios que optimicen el nivel de servicio así como la cantidad de pedir para las claves y sobre todo eliminar o disminuir el porcentaje de sanciones. Para mejorar estos factores antes mencionados se pensó en utilizar metodologías como Ruta crítica (PERT y CPM) para identificar cronológicamente las actividades y determinar el tiempo esperado del proceso asociado a probabilidad de éxito. Seis Sigma como metodología de calidad y mejora de procesos basado en control estadístico de operaciones.

Y el desarrollo de un modelos de inventarios que ayude al área de planeación a optimizar su nivel de inventarió.

Como proyecto de seis sigma se desarrolló en el área de Atención a clientes donde se encontró la posibilidad de mejorar, implementando un proyecto el cual llamaremos:

Proyecto: **Aplicar los Métricos de la metodología seis sigma para identificar el nivel de sigma del subprocesos de Atención a clientes llamado Captura de Pedidos.**

El propósito de la tesis es documentar la intervención en la empresa FM realizada desde Septiembre 2007 hasta Abril del presente año cuya intención es desarrollar mejoras en el proceso de distribución para garantizar un mejor nivel de servicio y disminuir las sanciones derivadas de incumplimientos.

# CAPÍTULO II

## Técnicas para el diagnóstico y la mejora de procesos de distribución

### 2.1 Diagnóstico

#### 2.1.1 Mapeo de Procesos y Ruta Crítica

##### 2.1.1.1 Definición de Proceso

En el capítulo anterior se ha mencionado mucho la palabra proceso y sistema, sin embargo no se ha dado una definición concreta y clara lo cual aprovecharé para dar un esclarecimiento de estas palabras.

La palabra proceso viene del latín Processus, que significa avance y progreso, es el conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas se caracterizan por requerir ciertos insumos (productos o servicios de otros proveedores) y tareas particulares que implican valor añadido con miras a obtener ciertos resultados. Todo proceso forma parte de un conjunto de elementos que interactúan para lograr un propósito común, a esto se le conoce como sistema.

##### 2.1.1.2 Mapeo de Procesos – La Cimentación del Proyecto

El primer paso para iniciar el diagnóstico de un proceso es saber el objetivo de éste, conocer el funcionamiento a detalle de cada uno de las actividades críticas, diagramarlo y analizarlo para entonces dar una propuesta de mejora. Entre las actividades de diagnóstico de un proceso es importante tener el registro de los tiempos promedio de ejecución de tareas, sus responsables, sus entradas y productos resultantes, pero para facilitar esta actividad es necesario tener una visión clara, entendible y específica, una técnica que me ayude a tener el panorama total de todas las actividades en orden secuencial como es la técnicas de mapeo de procesos.

El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés. Tales “mapas” dan la oportunidad de mejorar la coordinación entre los elementos clave de la organización. Asimismo dan la oportunidad de distinguir entre procesos clave, estratégicos y de soporte, constituyendo el primer paso para seleccionar los procesos sobre los que actuar.

Los mapeo de procesos se consideran como entrada por ser detallado, preciso y completo para otras técnicas como son:

- Matrices Causa y Efecto
- Diagramas de espina de pescado (Ishikawa)
- Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)
- Planes de control

A continuación mostraré definiciones esenciales para el tema de mapeo de procesos.<sup>18</sup>

a) Documentación de Procesos

Un proceso que vaya a ser rediseñado o mejorado, la documentación es esencial como punto de partida en las organizaciones como registro inicial de cambio en los procesos.

b) Rediseño y mejora de Procesos

El análisis de un proceso puede dar lugar a acciones de rediseño para incrementar la eficacia, reducir costos, mejorar la calidad y acortar los tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto o servicio.

c) Macro Mapa

Es un diagrama de flujo de alto nivel. Comúnmente muestra varios pasos adicionales a ambos lados del alcance del proyecto.

d) Diagrama de flujo del proceso (DFP)

Es un mapa detallado de cada paso en el proceso, incluyendo “la fabrica oculta” como fabrica oculta entenderemos como las actividades que se hacen en un proceso y que no están especificadas en el manual de procedimientos.

e) Mapa detallado del proceso

Contiene todos los detalles del proceso: entradas y salidas, especificaciones, etc.

Mapear un proceso es un esfuerzo de equipo. Un equipo que esta formado por áreas como Ingeniería – proceso, producto, diseño y equipo, Operaciones –operadores de línea, supervisores, técnicos, ejecutivos,

¿Por qué usar un macro mapa?

- Para mostrar la foto grande
- Para ayudar al enfoque estrecho de proyectos ampliamente definidos.
- Para identificar fuentes (río arriba) de defectos (río abajo)
- Algunos elementos del macro mapa:
  - Pasos principales del proceso
  - Especificaciones del producto de los pasos principales del proceso
  - Para resaltar el objetivo del proceso.

### 2.1.2 Ruta Crítica

Esta técnica de la ciencia administrativa ayuda a comprobar y controlar un proyecto que involucra numerosas tareas relacionadas. Cuando la planeación de un proyecto implica cientos o miles de tareas realizadas por distintas personas las herramientas de la ciencia de la administración proporcionan una forma sistemática y da seguimiento al proyecto a lo largo de su duración.

#### 2.1.2.1 Antecedentes

Las técnicas de administración de proyecto fueron desarrolladas por dos equipos de investigadores a mediados de los años cincuenta. Dupont Company creó la primera técnica llamada “Método de ruta Crítica” (CPM) para administrar proyectos en los que el tiempo requerido complete las tareas individuales se conocía con relativa certeza. La Marina de los EE.UU. desarrolló la segunda técnica denominada “Técnica de evaluación y revisión de proyecto” (PERT) para administrar el proyecto de misiles Polaris que implicaba aproximadamente 500 tareas y varios miles de subcontratistas. El tiempo requerido para completar muchas de esas tareas era incierto. Estas dos técnicas son similares excepto que CPM se utiliza para administrar proyectos que implican tiempos de tarea determinados y PERT se usa para aquellos que implican tiempos probables de tarea<sup>19</sup>.

La ciencia de la administración ayuda proporcionando respuestas a preguntas como:

- 1.- ¿Cuándo sería lo más pronto que el proyecto pudiera estar terminado?
- 2.- Para cumplir con este tiempo de conclusión, ¿qué tareas son críticas, en el sentido de que un retraso en cualquiera de esas tareas provoca un retraso en la conclusión de todo el proyecto?
- 3.- ¿Es posible acelerar ciertas tareas para terminar todo el proyecto más pronto?  
Si es así, ¿qué tareas serían éstas y cuál sería el costo adicional?

La ruta crítica es una técnica<sup>20</sup> que permite encontrar la ruta (secuencia de actividades, de inicio a fin del proyecto), en la que la holgura deba ser cero, para que el proyecto se termine en el tiempo planeado.

El administrador del proyecto debe poner especial énfasis en que las actividades dentro de esta ruta sean iniciadas y completadas en tiempo, para no retrasar al proyecto, de manera general.

#### 2.1.2.2 Metodología del CPM

##### a) Identificación de las tareas individuales

Los proyectos terminados consisten en diversas tareas individuales<sup>21</sup>. Para comprobar los proyectos, primero debe identificar las tareas. Éstas pueden variar tanto en el tiempo requerido para concluir las como en su complejidad. Las tareas complejas pueden considerarse como proyectos que en sí mismos necesitan verificación al ser divididos en subtareas. No existe una forma única de decidir qué tan grande o pequeña debe ser una tarea, existen algunas pautas a seguir:

19 Kamlesh, Mathur, Investigación de Operaciones: El arte de la Toma de decisiones, México, Pearson Prentice Hall, 1996, 977pp.

20 Everett E. Adam, Administración de la producción y las operaciones, México, Prentice Hall, 1991, 739.

21 Kamlesh, Mathur, Investigación de Operaciones: El arte de la Toma de decisiones, México, Pearson Prentice Hall, 1996, 977pp

- 1.- Cada tarea debe tener un comienzo y un final claros en el contexto del proyecto.
- 2.- La terminación de cada tarea debe ser necesaria para la conclusión.
- 3.- El tamaño de una tarea debe estar en proporción con el control que se pueda ejercer.
- 4.- Debe haber personas responsables de la conclusión de cada tarea individual.

**b) Obtención de estimaciones de tiempo para cada tarea**

Debe estar claro que el tiempo total que lleva completar todo el proyecto depende, de alguna manera, en cuánto tiempo lleva realizar cada tarea individual. Por tanto, se hace necesario obtener algunas estimaciones de la cantidad de tiempo requerido para completar cada tarea. Puede desarrollarse una estimación haciendo lo siguiente:

- Confiando en experiencias pasadas en proyectos similares
- Consultando con las personas a cargo de cada tarea individual
- Usando datos anteriores

**c) Creación de la tabla de precedencia para el proyecto**

La cantidad de tiempo que toma terminar un proyecto completo se basa en los tiempos de conclusión de las tareas individuales. Sin embargo, el tiempo de conclusión total no es igual a la suma de los tiempos de las tareas individuales porque algunas tareas pueden realizarse simultáneamente. Otras tareas, sin embargo, no pueden comenzar hasta que ciertas tareas anteriores no hayan sido concluidas. Para determinar la cantidad de tiempo mínima requerida para concluir el proyecto total, debe primero comprender cómo se relacionan las tareas individuales entre sí. Debe identificar qué tareas deben terminarse antes de que otra tarea comience.

**d) Trazo de la red de proyectos**

Recordar que uno de los objetivos principales de la administración de proyectos es determinar la cantidad mínima de tiempo requerido para terminar todo el proyecto. La identificación de las relaciones de precedencia entre las tareas individuales, es un primer paso, estas relaciones puede obtenerse convirtiendo la información de precedencia en una red de proyecto. Una red consiste en una colección finita de nodos y arcos. Un arco es una flecha que conecta un nodo con otro.

En la administración de proyectos, los nodos y arcos de la red tienen un significado especial en el contexto del problema específico, dependiendo de cuál de los siguientes enfoques estándar se utilice:

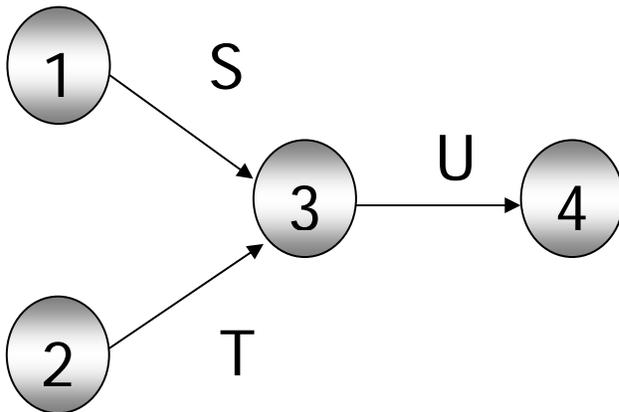
- 1.- Representación de actividades en arco: en este enfoque cada arco corresponde a una de las actividades: los nodos que están conectados por ese arco representan el inicio y fin de esa actividad
- 2.- Representación de actividad en nodo: cada nodo representa una de las tareas (o actividad); un arco conecta dos nodos si un nodo corresponde a una tarea inmediatamente predecesora del otro nodo<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Para revisar a profundidad el método de la técnica CPM, revise Kamlesh Mathur (1996)

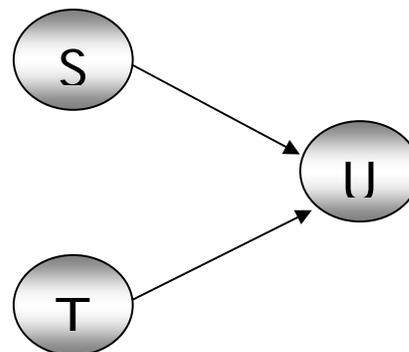
### 2.1.2.3 Elaboración del diagrama de red

- **Red de actividades en arcos (AOA)**
  - Actividades = arcos
  - Nodos = eventos

S y T deberán completarse antes de que se inicie U.



- **Red de actividades en nodos (AON)**
  - Enfoque orientado a actividades



S y T deberán completarse antes de que se inicie U

## 2.2 Optimización

### 2.2 .1 Seis Sigma

Seis sigma es una estrategia de integración de todas las funciones de una organización que se enfoca en la satisfacción del cliente, por medio del uso de técnicas estadísticas, del trabajo en equipo y uniformidad en la medición del desempeño de los procesos<sup>23</sup>.

#### 2.2.1.1 Orígenes de Seis Sigma

En el año 1981 Bob Galván en ese entonces presidente de Motorola, lanzó el siguiente reto a su compañía: “Alcanzar un mejoramiento de diez tantos en el desempeño sobre un periodo de cinco años”.

La empresa inició un gran viaje de aprendizaje y desarrollo que llevó a muchos de sus ejecutivos e ingenieros a la búsqueda de maneras de eliminar desperdicios. Uno de ellos, llamado Hill Smith, estudió la correlación entre la vida útil de los productos en el campo de uso y qué tanto el producto en cuestión había sido sujeto a reparaciones (retrabados) durante su proceso de manufactura. En 1985, Smith presentó sus resultados concluyendo que si un producto era encontrado defectuoso y reparado durante el proceso, otros desperfectos podían pasar desapercibidos hasta que el cliente los detectaba con el uso.

Todo este fue el inicio de los esfuerzos que llevó a Motorola a ganar el prestigiado premio nacional de calidad Malcolm Baldrige. El nombre de seis sigma había saltado a la luz pública, que en la literatura matemática es el símbolo universal para la desviación estándar de la población. La desviación estándar es la raíz cuadrada positiva de la varianza de la población.

Otras compañías, atraídas por el éxito y los resultados logrados, buscaron información y referencias, lo cual motivó la creación del Instituto de Investigación seis sigma en 1990. La participación de empresas como IBM, Texas Instrument, Digital Equipment, Asea Brown Boveri y Kodak le dio difusión y relevancia.

Otras empresas como Allied Signal, General Electric, Sony, Crane y Polaroid se han sumado a la aplicación de esta metodología. La razón es sencilla: estas compañías relacionan la calidad con los resultados financieros del negocio. El caso de General Electric es digno de mención, ya que los beneficios estimados de contribución directa de seis sigma son del orden de los 6 600 millones de dólares anuales equivalentes al 5.5% de sus ventas<sup>Ibid</sup>.

#### 2.2.1.2 Definición

Existe una variedad de conceptos de seis sigma sin embargo, la definición que considero más útil para el entendimiento práctico de esta tesis es la siguiente:

*“conjunto integrado de metodologías estadísticas que permiten cristalizar la filosofía de satisfacción total del cliente, refiriéndonos estrictamente en la medición del desempeño de los procesos manufactureros y /o de servicios”(Ibid)*

En la metodología de seis sigma las ideas de mejora son encausadas, lideradas, evaluadas y conducidas bajo un esquema que las hace parte de toda la organización. El indicador común para seis sigma es el cálculo de los defectos por unidad. Por unidad entendemos un producto o servicio completo como puede ser una comida servida o una transacción bancaria completa.

<sup>23</sup> Gutiérrez, Gustavo, (2004) Aterrizando Seis Sigma, del concepto a la práctica, Ediciones Regiomontanas, s.a de c.v., 181p

Los defectos son aquellos detalles con los que no se logró la satisfacción total del cliente. Cada resultado o salida en cada función es analizado, y se determinan las oportunidades de incurrir en un defecto o cometer un error<sup>24</sup>.

A manera de tener un concepto más sencillo claro de lo que es seis sigma mostrare definiciones relacionadas a esta metodología.

**\*Seis Sigma es una Visión**

La visión de seis sigma es deleitar a los clientes entregando productos y servicios de calidad de clase mundial alcanzando niveles de desempeño seis.

**\*Seis Sigma es una Filosofía**

La filosofía de seis sigma es aplicar una metodología estructurada y sistemática para alcanzar la excelencia operacional en todas las áreas de su negocio, con la comprensión de que los procesos libres de defectos resultan de la mejora acelerada.

**\*Sigma es una Medida de la Variación**

La distancia entre la media ( $\mu$ ) y el punto de inflexión es la desviación estándar ( $\sigma$ ). Esto ocurre cuando la distribución es simétrica.

**2.2.1.3 Beneficios de Seis Sigma**

Los beneficios que se puede obtener al aplicar seis sigma en alguna actividad de una empresa son los siguientes:

**\*Reducción de defectos**

- Menores costos
- Mayor satisfacción del cliente
- Tiempo de ciclo más corto.
- Procesos predecibles

**\*Cambio de cultura**

- Enfoque a la calidad, al cliente y hacer las cosas bien
- Orgullo de ser el mejor
- Estandarización en la solución de problemas
- Fuerza de trabajo altamente entrenada
- Lenguaje común
- Memoria organizacional, institucional

24 Apuntes de diplomado: Six Sigma, Tecnológico de Monterrey 2003

### 2.2.1.4 Sigma es una medida de la Variación

Para todas las distribuciones, la distribución estándar representa qué tan lejos de la media poblacional caen en promedio los elementos de la población.

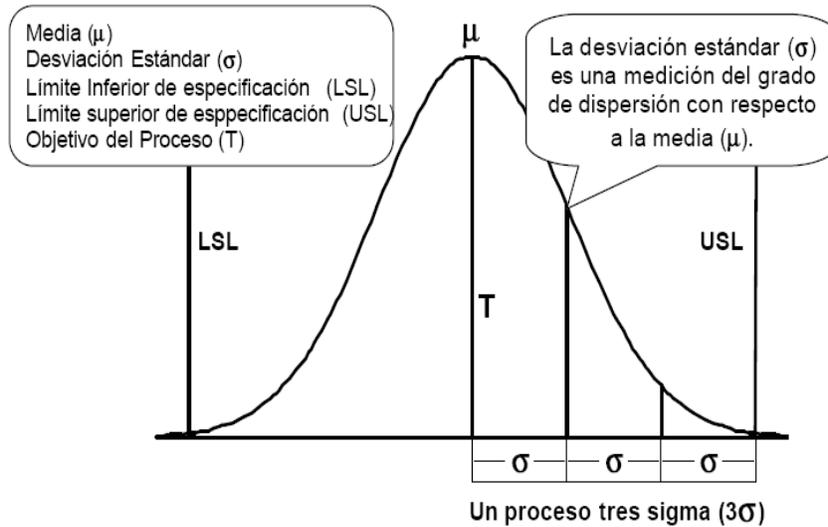


Figura 15 Sigma es una medida de la variación y la calidad  
Fuente: Tomada de Breakthrough management group

La figura 15 es una gráfica de distribución normal. El centro de la distribución es la media de la población. La desviación estándar para una curva normal es donde ocurre el punto de inflexión en la curva de un proceso de tres sigma. Es importante mencionar que en la figura la desviación estándar es representada por todos los puntos que forman la curva dibujada y no sólo el punto que señala la expresión.

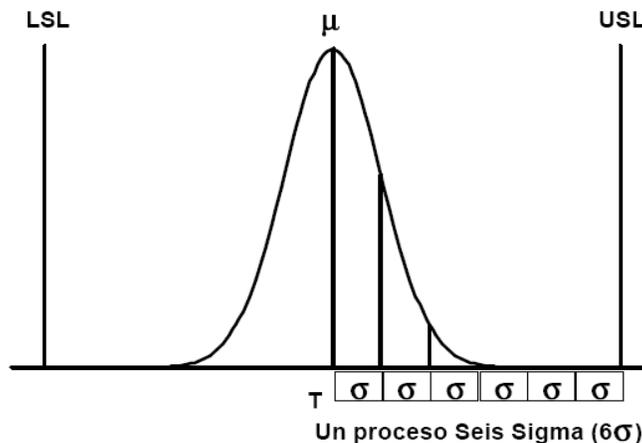


Figura 16 Un proceso seis sigma  
Fuente: Tomada de Breakthrough management group

Un proceso seis sigma tiene espacio para seis desviaciones estándar entre la media y el límite de especificaciones más cercano. Véase figura 16.

La mayoría de las actividades de Seis Sigma están enfocadas a establecer la ecuación de definición por el proceso de interés, se refiere una vez que esta ecuación se determina y se entiende, el proceso puede ser redireccionado y la variación puede ser reducida y controlada para una mejora de impacto. Entonces el enfoque de seis sigma es encontrar en algún proceso las variables de salida (Y) y las variables de entrada (x).

### 2.2.1.6 Métricos Seis Sigma

Los métricos son esenciales para determinar las prioridades del proyecto, de establecer la línea base de productos y procesos además de monitorear y reportar las mejoras del proceso. Existen básicamente cuatro métricos en la metodología de seis sigma estas son:

- Defectos por unidad (Dpu)

$Dpu = \text{Total de defectos observados} / \text{Total de unidades procesadas}$ .

Donde defectuoso se entiende como cualquier producto que tiene al menos un defecto. Y defecto es la salida de un proceso que no concuerda con una especificación definida.

- Defecto Por Millon de Oportunidad =  $Dpu * 1000 / \text{Oportunidades}$   
%error =  $Dpu * 100 / \text{Oportunidades}$

- RTY (Rolled Throughput Yield)

Es la probabilidad de que una unidad tenga cero defectos. De tal manera que se determina como el producto de los desempeños de los subprocesos.

$$RTY = IPY_1 \times IPY_2 \times IPY_3 \times \dots \times IPY_k$$

$$IPY_{6\sigma} = e^{-dpu} \quad IPY = \text{Desempeño del proceso}$$

Para efectos de tesis, se enfocó a un solo subproceso, por lo tanto no se usará dicha métrica.

- Nivel de sigma.

Para el nivel de sigma se usan tablas de distribución normal de Microsoft Excel.

### 2.2.1.6 Modelo de seis sigma

Es importante señalar que el modelo no es una receta de cocina, para aplicar estos conceptos hay que vivirlos y adaptarlos.

Una de las claves más importantes para llevar a la práctica esta filosofía (referida también como  $6\sigma$ ) es el entendimiento claro de que para todo lo que hacemos, ya sea manejar papelería, atender una llamada telefónica o elaborar un producto, debe existir un proceso. Los procesos son la serie de pasos, actividades y verificaciones ejecutados para dar como resultado un producto o servicio.

De suma importancia es la definición clara de estos resultados esperados, también llamados “entregables”. Estos son la base del diseño del proceso. Se debe trabajar de manera cuidadosa para asegurar que cualquier problema posible sea identificado con anticipación y sea considerado en el proceso, para evitar los puntos muertos en los procesos.

### 2.2.1.7 Método de los cuatro pasos

Alcanzar un nivel de calidad Seis Sigma no se dará por casualidad; requerirá de un esfuerzo, pero orientado, enfocado y dirigido. Los pasos que a continuación se detallan, proveen el mapa bajo el cual se canalizan los esfuerzos e iniciativas de mejora de la organización. Véase figura 17.

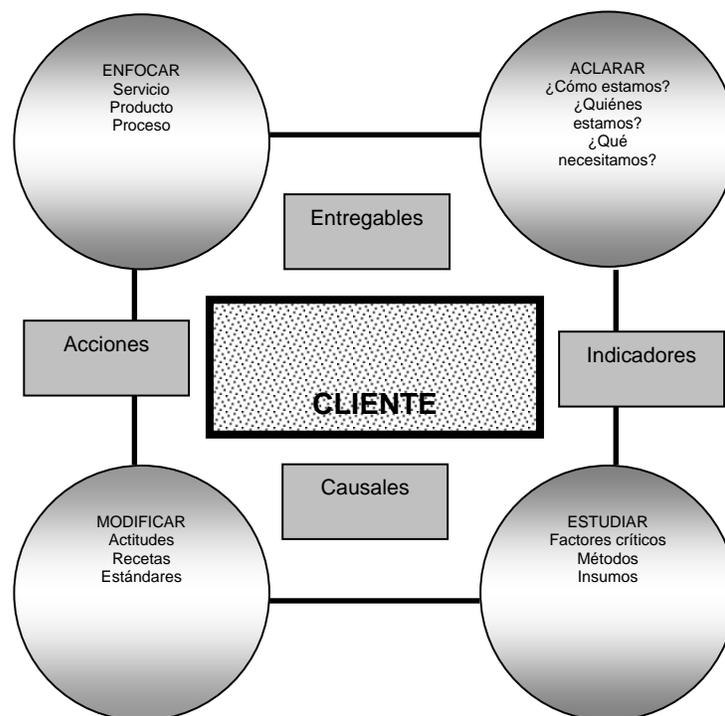


Figura 17 Modelo de Seis Sigma  
Fuente: Tomada del libro Aterrizando Seis Sigma, Gustavo Gutiérrez, 2004.

### 2.2.1.8 Modelo Práctico

#### a) Enfocar

La cantidad de tiempo, dinero y recursos es siempre limitada. El primer paso a seguir consiste en identificar aquellos elementos que deberemos atacar. Reconocer y poner en blanco y negro los resultados esperados por el cliente es una tarea fundamental, ya que si no se realiza a conciencia, de manera honesta y objetiva, tendremos este problema de origen, y de poco o nada servirá que se ejecute los pasos restantes.

Uno de los obstáculos más sutiles y peligrosos es asumir de antemano los requisitos o entregables. Básicamente se puede incurrir en tres tipos de errores:

1.- Alta expectativa. Creer que para el cliente es muy importante una característica, cuando no es así. Esto es conocido como el fenómeno gold plating. Se presenta cuando al interpretar o asumir un requisito del cliente, le damos de más en algo que para él no tenía tanta importancia.

2.- Baja expectativa

Creer que para el cliente es menos importante una característica, cuando no es así.

3.- Expectativa omitida

No conocer que el cliente requiere algo que no le estamos proporcionando de manera constante. El cliente, por lo general, va a requerir que absolutamente todo se cumpla. La diferencia entre ese todo y lo que recibe, puede o no ser percibida como negativa, pero muy pocos clientes lo expresarán abiertamente.

Será necesario ahora relacionar los requisitos del cliente con nuestros propios procesos internos.

### **b) Aclarar**

¿Cómo estamos?

La medición de potencialidades y resultados es considerada un apoyo muy fuerte en las primeras etapas de puesta en práctica de seis sigmas. El estado actual de la organización, debe evaluarse bajo la luz de diversos conceptos:

- Satisfacción del cliente
- Insatisfacción del cliente
- Desempeño del producto en defectos por cada mil unidades
- Desempeño de los procesos en nivel de sigmas alcanzado
- Otros indicadores operacionales pertinentes

### **c) Estudiar**

Una vez que contamos con la fotografía del estado actual, la incertidumbre puede aparecer y hacernos sentir que tenemos mil cosas por hacer, y que no tenemos tiempo suficiente. Se debe ser cuidadoso, selectivo, y darnos tiempo para estudiar los procesos, diagnosticando los puntos clave a atacar y organizando un análisis bien planeado.

Se tienen que analizar los factores críticos del proceso que influyen en las características importantes para el cliente.

Durante la etapa de estudio es importante no olvidar lo siguiente:

- Iniciar con un claro entendimiento de los objetivos y su medición.
- Hacer que la gente cercana a los procesos involucrados se integre desde el comienzo
- Hacer un diagrama de flujo del proceso a estudiar, que incluya los insumos, pasos a seguir, puntos de decisión y de cierre.
- No pasar a conclusiones y acciones correctivas rápidamente; se debe investigar y confirmar las causas de los problemas. Utilizando un causigrama como herramienta integradora
- Se implementa una solución de contención, esto es, para detener temporalmente el problema.
- Fundamentar y resumir los avances y los resultados de manera concisa y clara.
- Representación gráfica de un proceso.

La naturaleza de muchos procesos, que cuentan con múltiples opciones, verificaciones y actividades, hace muy impráctico definirlos con descripciones verbales o escritas.

El corazón de Seis sigma está en confrontar problemas crónicos, aquellos que por su aparente dificultad, alcance o simplemente por haber llegado a ser parte de un proceso, no han sido atacados, para así lograr una mejora substancial.

Es necesario establecer que nunca se debe confundir los síntomas con los problemas. Síntoma es el alto índice de accidentes en el área de prensas, representando altos costos. Y problema se considera como falta de capacidad, diferencia entre estado actual y un estado deseado en un proceso. Por ello para atacar un problema se describen las siguientes recomendaciones:

- 1.- Definir cómo estamos (estado actual), lo cual se hace en la fase de aclarar.
- 2.- Definir cómo queremos estar (realizado durante el inicio del estudio)
- 3.- Definir el cómo, cuándo, dónde y por qué del estudio.
- 4.- Finalmente el cierre, es decir la modificación.

#### **d) Modificar**

Una de las situaciones más frustrantes que puede haber es contar con todo un estudio y análisis de las causas de un problema, pero realmente no lograr efectuar un cambio significativo. Uno de los factores, quizá el más importante, que propicia esto es la actitud.

Esta falta de seguimiento es una enfermedad bastante común en las organizaciones.

Existen tres tipos de actitudes posibles ante un cambio.

- 1.- Indiferencia
- 2.- Rechazo
- 3.- Aceptación

#### **Estándares**

Es muy común y normal ver en las empresas el manejo de estándares de producción. Lo es menos ver estándares de calidad, servicio y oportunidad. Un estándar debe ser el resultado de un esfuerzo de optimización de un sistema, expresado en términos claros.

Para seis Sigma, los estándares tienen los siguientes beneficios:

- Consolidan las ganancias obtenidas a través de la mejora de procesos y productos.
- Permiten que se hable el mismo idioma y que la gente sepa lo que se espera de ella.
- Constituyen un medio de comunicación directamente relacionada con las expectativas del cliente, a su satisfacción total.
- Al ser integrales, ubican varias dimensiones de los requisitos de los clientes y aseguran un enfoque total, no solamente el cumplimiento en cantidad, sino en costo, entrega, servicio e información.
- La unificación de criterios se basa en un solo estándar general para toda la operación.

#### **2.2.1.9 Diseño de servicios**

Las técnicas de simulación proveen gran ayuda para el diseño o rediseño de esquemas de servicio, utilizando métodos de programación como la teoría de filas para resolver problemas y evaluar el desempeño de un proceso real o propuesto. Ejemplo:

Para estaciones de servicio, una fórmula muy sencilla puede determinar el porcentaje de capacidad utilizada, para después asignar más o menos recursos para optimizar el servicio.

Los pasos que seguiremos para diseñar el servicio son:

- 1.- Definir las decisiones a tomar, identificando áreas de oportunidad.

2.- Obtener datos, para basar el diseño.

Por lo general, me interesa conocer los tiempos, tanto el que se toma para dar el servicio como el que tarda el cliente en consumirlo. Se necesitará conocer la demanda o cuántos clientes llegan a determinadas horas y la capacidad actual de atenderlos.

Otros datos suplementarios pudieran ser, dependiendo del tipo de servicio a ofrecer los requerimientos de los clientes y el tiempo que tardan en llegar (para evaluar accesibilidad). Se debe recordar que la toma de datos debe estar totalmente ligada al objetivo deseado.

3.- Aplicar técnicas para analizar los datos y obtener resultados.

Para saber si el proceso actual es adecuado, se evalúa, calculando el porcentaje de capacidad utilizada. La fórmula consiste en dividir la demanda entre la razón de servicio:

Utilización

$$\rho = \lambda / \mu$$

$\lambda$  = Demanda

$\mu$  = Razón de servicio

4.- Toma de las decisiones descritas inicialmente.

5.- Evaluación de las decisiones

Los factores a considerar para evaluar un diseño de servicios son:

- Dejar tiempo suficiente para analizar el comportamiento.
- Considerar la satisfacción del cliente y medir el impacto equilibrado entre lo más conveniente para el negocio en términos de costo.
- Volver a medir y tomar datos después de cada cambio, tomando en cuenta un periodo de adaptación por parte del personal.
- Medir el impacto en sigmas.

Un aspecto crítico para una organización, cualquiera que sea el ramo, es contar con un buen proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios. Seis Sigma busca aprovechar al máximo las potencialidades y prevenir las limitaciones que habrán de encontrar cuando el diseño se convierta en realidad en las etapas de fabricación y por supuesto en el uso del producto.

### **2.2.1.10 Herramientas para Seis Sigma**

#### **a) Herramienta para enfocar**

El propósito de esta etapa es la identificación de los elementos que deberemos enfrentar. Esto significa que la base, tanto para estrategia general como para la formación de proyectos específicos, se sustenta en las necesidades de los clientes. Se encontrará una gama enorme de atributos deseables en todo lo que se hace y se espera todo al más bajo costo.

En el diseño o aplicación de cualquier herramienta de enfoque como se muestra más adelante, se tiene que considerar factores generales para ubicarse, tales como:

- Nivel tecnológico de la industria
- Competitividad de mercados
- Segmentos o mercado objetivo
- Historial de comportamiento de la demanda
- Surgimiento de productos sustitutos

Herramienta:

- Encuestas y estudios de mercado
- Relación de necesidades-procesos

Los resultados deseados en la aplicación de herramientas en esta etapa son:

- 1.- Necesidades del cliente entendidas.
- 2.- Entregables o requisitos específicos identificados.
- 3.- Entregables relacionados con los pasos o procesos que los afectan

### **b) Herramienta para aclarar**

Lo que se busca en esta fase es poder contar con bases medibles y cuantificables de las potencialidades y resultados esperados de los procesos.

Es importante establecer el nivel de sigmas alcanzado en los procesos críticos y nivel organización. Esto dará un panorama más completo sobre las áreas fuertes y aquellas que se necesite mejorar.

Las herramientas utilizadas en esta etapa nos deberán permitir valorar, de manera exacta la capacidad y habilidad de los procesos, equipos, recursos y apoyos con los que se cuente.

Herramienta:

- Estudio de habilidad de proceso. Consiste en medir el potencial de un proceso para cumplir con una especificación dada. Además de evaluar y confirmar efectividad de cambios o mejoras a un proceso.
- Estudios de repetitibilidad y reproductividad. Consiste en determinar si las mediciones realizadas a un producto son confiables y consistentes.
- Muestreo. Valida el nivel de confiabilidad de las mediciones y estimaciones de resultados.

### **c) Herramientas para estudiar**

En esta etapa se requiere mayor profundidad de métodos y técnicas que ayuden a despejar los misterios ocultos en los procesos, desde una simple observación de los hechos en el lugar en el que ocurren, hasta lo más sofisticados métodos de diseño de experimentos. El objetivo primordial es encontrar:

- La variable o factor crítico para el buen funcionamiento de un producto.
- Las causas de raíz de los problemas del proceso.
- Las diferencias o relaciones entre dos o más elementos, materiales, tratamientos o proveedores.
- Los factores que no influyen para descartarlos o limitar su control.

Algunos de los resultados esperados de las distintas herramientas a estudiar son:

- Factores críticos del diseño y del proceso categorizado.
- Datos relevantes y confiables recolectados.
- Equipos de trabajo formados, enfocados y con seguimiento.
- Causas de problemas y puntos de desequilibrio identificados.

Herramientas:

- Análisis de interacciones.

- Experimento factorial.
- Diseño de experimentos.
- Prueba de Hipótesis.
- Análisis de Pareto.
- AMEF (Análisis de modo efecto de falla).

#### **d) Herramientas para modificar**

Todo plan que implique la superación de una organización o de alguno de sus procesos, requiere ir colocando cuñas, cuando el nivel de competitividad es mejorado, ya que de no afianzar bien los logros, éstos pudieran venirse abajo. La estandarización y documentación eslabonada de las mejores prácticas es un aspecto crítico, que se tiene que tomar de manera disciplinada.

Herramientas:

- Gráficas de control
- Listas de verificación

Para Jack Welch, presidente de General Electric, existen cinco mediciones críticas para la calidad las cuales se resumen en:

Darle al cliente

- Lo que quiere
- Cuando lo quiere
- A tiempo
- Sin daños
- Funcionando

De esta manera concluimos una de las dos herramientas de mejora que utilizaremos para esta tesis, la siguiente es el modelo de inventario.

Seis sigma, como concepto estadístico, puede ser entendido a través de la reducción de la variabilidad de los procesos que gobiernan aquellos resultados que impactan al cliente, así como a las pérdidas y ganancias de una organización. Como corriente de pensamiento, va más allá y busca un involucramiento organizado hacia objetivos de mejora a través de proyectos altamente redituables. Estudiar y mejorar los procesos, o las maneras como hacemos las cosas, y midiéndolos adecuadamente, podremos darnos cuenta del reto que hay ante nosotros: elevar el nivel sigma a seis o más<sup>25</sup>

### **2.2.2 Inventario**

Para iniciar el tema de inventarios, es pertinente comenzar con una definición de modelo para después dar el concepto de modelo de inventarios.

Así que se dará una definición acorde al tema numérico, entonces un modelo es una representación numérica simplificada de la realidad. Refiriéndome al tema de un modelo matemático, porque bien se puede decir que existen diferentes tipos de modelos como los gráficos o simplemente una maqueta representa una simplificación de algún concepto.

<sup>25</sup> El modelo de seis sigma fue tomado de Gutiérrez, Gustavo, (2004) Aterrizando Seis Sigma, del concepto a la práctica, Ediciones Regiomontanas, s.a de c.v., Pág.. 181

Ahora bien, un modelo de inventarios se ocupa de dos decisiones: qué cantidad hay que ordenar cada vez, y cuando hay que pedir esa cantidad a fin de aminorar el costo total. Se determinan los costos de existencias, costos de pedidos, de inventario y costos de faltantes, a fin de que la administración pueda emplear una relación de eficacia de costos (modelo) para lograr un equilibrio apropiado entre costos y faltantes. Las reglas de decisión del costo más bajo para la administración de los inventarios pueden obtenerse también por medio del cálculo, la teoría de probabilidades, la programación dinámica y la simulación de computadoras<sup>26</sup>.

Pero, ¿qué son los inventarios? Los inventarios son aquellos artículos a la mano que en un cliente usará o comprará. En un ambiente de fabricación, los inventarios son las materias primas usadas para producir bienes terminados.

Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa. Los inventarios se hayan con frecuencia en lugares como almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipo de transporte y estantes de tiendas de menudeo.

### **2.2.2.1 Antecedentes de Inventarios**

Aproximadamente a principios de 1915 se dio atención<sup>27</sup> al desarrollo de métodos matemáticos destinados a ayudar a quien toma las decisiones en el establecimiento de niveles óptimos de inventario. Desde entonces se han aplicado a los problemas de administración de inventarios, instrumentos analíticos cada vez mas refinados.

El adelanto de la ciencia, desde la segunda Guerra Mundial hasta hoy ha desencadenado uno de los desarrollos más estimulantes que jamás tuvo la administración de los negocios y de las industrias. Frederick W. Taylor y otros ingenieros se convirtieron en los pioneros del pensamiento filosófico de la administración científica. Taylor dio a conocer el concepto de que la administración puede reducirse a una ciencia aplicada, y estableció principios que constituyen la base de las prácticas actuales en la industria y el comercio. El control de los inventarios es una de las actividades más complejas, ya que hay que enfrentarse a intereses y consideraciones en conflicto por las múltiples incertidumbres que encierran. La planeación y ejecución implican la participación activa de varios segmentos de la organización, como ventas, finanzas, compras, producción y contabilidad. Su resultado final tiene gran trascendencia en la posición financiera y competitiva, puesto que afecta directamente al servicio, a la clientela, a los costos de fabricación, a las utilidades y a la liquidez del capital de trabajo.

### **2.2.2.2 Cinco tipos de Inventarios**

- 1.- Inventario en canal: Inventarios en tránsito e inventarios de trabajo.
- 2.- Inventarios para especulación: materias primas como cobre, oro y plata
- 3.- Inventarios de naturaleza regular o cíclica: inventarios necesarios para satisfacer la demanda promedio en el periodo entre aprovisionamientos sucesivos.
- 4.- Inventarios de Seguridad: Protección contra la variabilidad de la demanda y del tiempo total de reaprovisionamiento, es adicional a las existencias regulares, se determina estadísticamente. Un pronóstico preciso es esencial para minimizar su nivel.

<sup>26</sup> Tomado de García Alfonso (2000) Enfoques prácticos para Planeación y Control de Inventarios, Trillas., 168pp

<sup>27</sup> Tomado de Everett Adam, 1991

5.- Inventario obsoleto, muerto o perdido. Cuando los productos son de alto valor, perecederos o pueden ser robados fácilmente, deben tomarse precauciones especiales para minimizar la cantidad de dicho stock.

### 2.2.2.3 Rotación de inventarios

La rotación de los inventarios es un cálculo de las veces que un material o producto tiene que ser reabastecido por compras o por su fabricación en la planta. Al empresario o accionista le interesa conocer qué tanto y qué tan rápido recupera, con alguna utilidad, su inversión en la mercancía comprada y almacenada; al gerente de compras la información le es indispensable para programar “justo a tiempo” sus actividades de abastecimiento y a la persona que informa sobre los puntos de reorden se le facilita su cálculo matemático y estadístico<sup>28</sup>.

Si un artículo tiene una rotación de una vez al año se tendría que esperar todo un año para recuperar la inversión y soportar los costos de almacenamiento todo el tiempo. Nadie quiere tener su dinero dormido en los anaqueles de un almacén, cuando puede aprovecharse en otras inversiones como en intereses que paga el banco, o en renovar la maquinaria y el equipo para incrementar la producción, las ventas y las utilidades.

Ahora, considerando una rotación demasiado frecuente, reduce los costos de almacenaje, pero a la vez incrementa los costos del abastecimiento por el mayor número de veces que se tienen que activar y registrar las costosas operaciones de compras.

$R = \text{Ventas} / \text{Promedio de Inventarios}$

### 2.2.2.4 Elementos del control de inventarios

El control es un proceso por medio del cual se modifica algún aspecto de un sistema para que se alcance el desempeño deseado en el sistema.

*“El control de inventarios es la técnica que permite mantener la existencia de los productos a los niveles deseados”. Everett, 1991*

Para lograr una eficaz administración de los inventarios, la tecnología moderna señala los siguientes elementos como bases principales que deben establecerse desde un principio. Esta tecnología esta diseñada para contribuir a que la administración tome mejores decisiones sobre políticas y consiga que su personal apoye esas políticas con mayor determinación.

+Definir objetivos

Los objetivos ya fijados por la compañía deben actualizarse, ya que constituyen una base administrativa que debe ser constantemente revisada debido a las variantes que presentan en su desarrollo. No puede darse aquí modelos, ya que cada empresa tiene una organización distinta y sus capacidades económicas así como sus facilidades de ventas y de producción, son diferentes. Sin embargo, se mencionan a continuación algunos objetivos que son considerados en Farmacéuticos Maypo:

- a) Tener el mínimo de inversión en existencias, en medicamentos.
- b) Mantener el nivel de las existencias de producto terminado como es el medicamento de acuerdo con la demanda de los clientes, para así dar un servicio de entrega oportuno.

28 Tomado de García Alfonso (2000) Enfoques prácticos para Planeación y Control de Inventarios, Trillas., 168pp

- c) Descubrir a tiempo los medicamentos que no tienen movimiento, y que están próximos a rezagarse.
- d) Estar alerta ante las demandas del mercado.

#### +Definir Políticas

Las empresas que se manejan con éxito y tienen buenas utilidades son las que planean bien y con anticipación todas sus decisiones y operaciones. Una de las bases principales de la prevención es el establecimiento de las políticas que han de regir las operaciones futuras.

- a) Debe definirse la política de niveles de existencias, de acuerdo con las altas y bajas de periodos de año. En el caso de Farmacéuticos Maypo existe una política según la cual se deben de revisar los puntos de reorden cada mes.
- b) Las políticas deben establecer los sistemas de abastecimiento, mediante pronósticos de ventas. En Farmacéuticos Maypo debe tener un nivel de inventario correspondiente a la demanda de 17 a 30 días.

#### +Desarrollar planes y normas

De acuerdo con los objetivos y las políticas que se hayan establecido, deben formalizarse los planes de acción:

- Desarrollo de planes a corto plazo
- Desarrollo de planes a largo plazo
- Determinación de planes por periodo estacionales.
- Desarrollo de planes de incremento en ventas.
- Desarrollo de planes para los días de cierre de laboratorios.
- Desarrollo de planes para días festivos del IMSS
- Determinación de las normas de rotación de medicamentos.

#### +Establecimientos de sistemas y procedimientos

Una vez que los planes de acción hayan sido establecidos, deben implementarse mediante los siguientes procedimientos:

- El sistema de máximos y mínimos
- Sistema para nivelar las cantidades de seguridad o reserva.
- Un sistema para el control de medicamentos de alto valor.
- Un sistema para el control de medicamentos de bajo valor.
- Sistema de punto de reorden por ciclos fijos y cantidad variable de compra.
- Sistemas de punto de reorden por ciclo variable y por cantidad fijada por lote económico de compra.
- Sistemas de control de entradas y salidas de medicamentos.
- Registros estadísticos.
- Procedimientos para determinar costos de abastecimiento, de mantenimiento de existencias y de fallas por faltantes.

#### +Delegar Responsabilidades

- Debe organizarse la planeación y el control de los inventarios, delegando las funciones de:
- Requerimientos:
- Compras
- Registro de existencias
- Estadísticas y cálculos de puntos de reorden y de lotes económicos.
- Decisiones sobre periodicidad, puntos de reorden y lotes económicos de compras.
- Pronósticos de ventas.

+Establecer comunicación

Es conveniente establecer fuentes de información y un sistema flexible de comunicación entre todos los departamentos que afectan a la planeación y al control de las existencias. Asimismo, debe diseñarse un sistema continuo y constante de retroinformación de resultados, de análisis y evaluación de la retroalimentación de medidas correctivas.

Los gerentes de operación deben tomar dos decisiones básicas sobre modelos de inventarios: cuándo reordenar existencias y qué cantidad debe pedirse. El tiempo para reordenar se conoce como punto de reorden. El nivel de inventario que señala la necesidad de reordenar y la cantidad del pedido son decisiones económicas.

#### **2.2.2.5 Características de los Sistemas de Inventarios**

Estas características influyen en el análisis matemático al determinar la mejor forma de administrar los inventarios.

##### **a) Demanda independiente contra dependiente**

Por demanda independiente se entiende como dos o más artículos en los que la demanda de un artículo no afecta la demanda de cualquiera de los otros artículos. La demanda dependiente se refiere a que dos o más artículos en los que la demanda de un artículo determina o afecta la demanda de uno o más de los otros artículos.

##### **b) Demanda determinística contra probabilística**

La demanda determinística es la demanda de un artículo que se conoce con certeza. Y la demanda probabilística esta sujeta a una cantidad significativa de incertidumbre y variabilidad.

##### **c) Tiempos líderes**

Cuando se coloca un pedido para reabastecer los inventarios, existe un retraso llamado precisamente tiempo líder.

##### **d) Política de pedido.**

Existen dos sistemas de inventarios denominadas políticas de pedidos, usadas en la determinación de cuándo y cuánto ordenar.

La revisión de periódica requiere revisar el nivel de inventario en puntos fijos de tiempo para determinar cuánto ordenar. La revisión continua requiere una comprobación continua del inventario para determinar cuándo se alcanza el punto de nuevos pedidos<sup>29</sup>. A continuación se detallará los sistemas de inventarios.

<sup>29</sup> Tomado de Kamlesh, Mathur, Investigación de Operaciones, El arte de la toma de decisiones, pp 641

### 2.2.2.6 Sistema de inventarios continua Q/R

Una forma práctica de establecer un sistema de inventarios es llevar la cuenta de cada artículo que sale del almacén y colocar una orden por más existencias cuando los inventarios lleguen a un nivel predeterminado. La orden tiene una dimensión fija (el volumen); la cual está predeterminada. En la figura 18 se ilustra dos sistemas de inventario Q/R. En el sistema de la izquierda, la demanda de inventarios, la proporción de uso, se conocen y son constantes. El resultado de los inventarios se recibe en el sitio de almacenamiento en el momento en el que se ordenan.

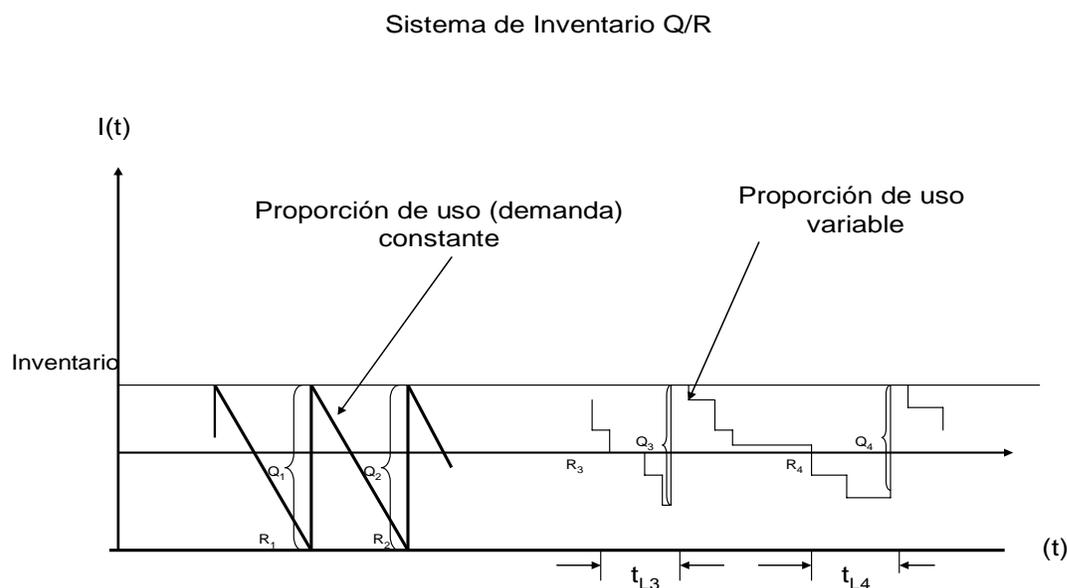


Figura 18 Sistema de Inventario Q/R  
Fuente: Tomado de Everett 1991

Gráfica izquierda. Véase que al inicio del eje del tiempo, parece que llega una orden. A medida que pasa el tiempo, se va vaciando en forma constante hasta que se alcanza un nivel de  $R_1$  unidades. En  $R_1$ , el punto de reorden (también llamado nivel de disparo), se coloca otra orden con el proveedor por  $Q$  unidades. Estas unidades llegan en el instante en el que se ordenan. El tiempo de reabastecimiento es cero. Entonces el modelo que se utilizó se repite y al nivel  $R_2$ , se ordena la cantidad  $Q_2$ .

La entrega es instantánea y la demanda del artículo inventariado se conoce con certeza. Por tanto,  $R_1$  se fijará en cero unidades. En un sistema Q/R la cantidad de reorden y el punto de reorden quedan fijos. Entonces  $R_1 = R_2$  y  $Q_1 = Q_2$ .

Una segunda situación de inventarios se muestra a la derecha de la figura 17. Como en el anterior  $R_3 = R_4$  y  $Q_3 = Q_4$ ; sin embargo, como se puede ver, se emplean procedimientos algo distintos para determinar sus valores. Como el tiempo de reorden es el lapso que transcurre entre la colocación y la recepción de una orden, se muestra como  $t_{L3}$  y  $t_{L4}$  en la gráfica. Cuando la demanda o el tiempo de reorden varían, el intervalo entre órdenes varía, pero el volumen o la cantidad ordenada siempre permanecen constantes.

**2.2.2.7 Sistema de inventario periódico**

Otro método práctico de control de inventario es examinar los inventarios en intervalos predeterminados previamente, periódicos y luego reordenar una cantidad igual a un nivel de existencias base preestablecidas. Como se ilustra en la figura 21, el nivel de inventarios se examina en los instantes  $T_1$  y  $T_2$  las órdenes son colocadas para las cantidades  $Q_1$  y  $Q_2$ . El nivel de existencias base y el tiempo entre las órdenes,  $t_1$  y  $t_2$  son establecidos por la gerencia de operaciones y forman parte de la doctrina de operación del sistema de inventarios. En el sistema periódico  $t_1 = t_2$ , pero  $Q_1$  no necesariamente es igual a  $Q_2$ . Aun cuando la figura 19 muestra una demanda constante dentro de cualquier periodo y un tiempo de reaprovisionamiento igual a cero, estas condiciones podrían variarse y todavía permitir que los conceptos sobre sistemas de inventarios periódicos siguieran siendo válidos.

En este trabajo de tesis se establece la importancia de los sistemas Q/R. Aunque se concentra en la determinación de las cantidades económicas por ordenar (lotes económicos) y los puntos de reorden, es necesario recordar que los procedimientos son similares para el sistema periódico. La dimensión del lote económico en el sistema Q/R, y los niveles de existencias base en el sistema periódico determinan lo que se va a ordenar; el punto de reorden en el sistema Q/R y el tiempo entre órdenes en el sistema periódico determinan cuándo se debe ordenar.

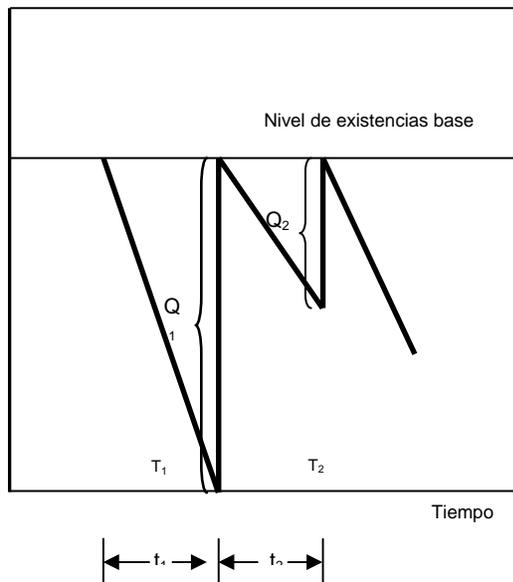


Figura 19 Sistema de Inventario periódico  
Fuente: Tomado de Everett 1991

### 2.2.2.8 Componentes de costos

Al implementar un sistema de inventarios los gerentes deben considerar sólo aquellos costos que varían directamente con decidir cuánto y cuándo ordenar; Existen cinco tipos de costos pertinentes:

**1.- Costos del producto en sí:** Es la suma que se paga al proveedor por el producto recibido, o los costos directos de manufactura si éste se produce. Normalmente, es igual al precio de adquisición. En algunos casos, sin embargo, se pueden incluir los costos de transporte, recepción o inspección como parte de los costos del producto.

**2.- Costos relacionados con la adquisición de existencias:** Son aquellos en los que se incurre al colocar la orden de compra o si se trata de manufactura se consideran como costos de preparación. Estos costos varían directamente con cada orden de compra colocada. Los costos de adquisición incluyen costos de servicio de correo, llamadas telefónicas a los proveedores, costo de mano de obra en las compras y contabilidad, costos de recepción, tiempo de computo para el mantenimiento de los riesgos y abastecimiento para la elaboración de las órdenes de compra.

**3.- Costos de llevar los productos en el inventario.** Incluyen los costos de los seguros, la renta de bodegas, calefacción, energía, y las pérdidas por robo.

**4.- Costos por falta de existencia:** Son los que ocasiona la demanda, cuando las existencias se agotan, es decir son los costos de ventas perdidas o de pedidos no surtidos.

**5.- Costos de operación relacionados con la recopilación de datos y los procedimientos de control para el sistema de inventario.** En aquellos sistemas en los cuales los niveles de inventarios no se registran diariamente, se incurre en este costo de operación al obtener un recuento físico preciso de los inventarios. Con frecuencia estos costos de operación son más fijos que variables dentro de un margen considerable (volumen). Por tanto, como los costos fijos no son pertinentes para el establecimiento de cuanto y cuando ordenar, no se les considerará de aquí en adelante.

### 2.2.2.9 Disyuntiva en los costos

El objetivo del control de inventarios es encontrar cuanto y cuando ordenar de costo mínimo a lo largo de algún horizonte de planeación. Necesitamos como ya se mencionó anteriormente encontrar todos los costos pertinentes: el costo de producto, el costo de adquisición, el costo de manejo y el costo de escasez. Gráficamente, la minimización de esta ecuación consiste de plantear las disyuntivas en los costos. Para un modelo sencillo en donde los costos de los productos y de los por falta de existencia no son pertinentes, la disyuntiva se establece entre los dos componentes del costo: de adquisición y de manejo de los inventarios. Véase figura 20

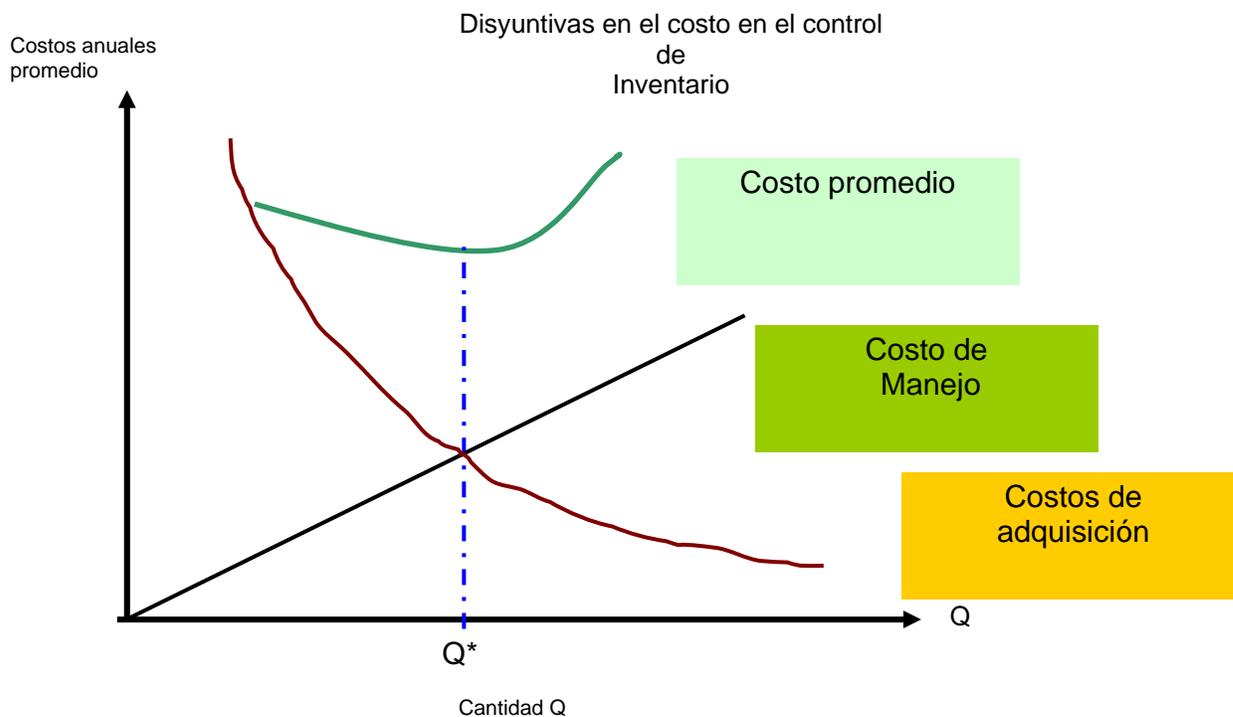


Figura 20 Disyuntivas en el costo en el control de inventarios.  
Fuente: Tomada de Everett 1991

Los costos anuales de manejo se incrementan con los valores mayores de la cantidad  $Q$  ordenada. Los valores elevados de  $Q$  dan como resultado altos niveles de inventarios promedio y por tanto altos costos de manejo. De la misma manera, cuando  $Q$  se incrementa, hay que colocar un menor número de pedidos durante el año y los costos anuales de adquisición disminuyen, así que los costos de adquisición bajan a medida que los costos de manejo se incrementan. La cantidad óptima a ser ordenada es el punto en donde el costo anual se encuentre en un mínimo, este es el caso de  $Q^*$ . A continuación describiré los diferentes tipos de modelos de inventarios.

### 2.2.2.10 Modelamiento de inventarios

La metodología<sup>30</sup> para el modelamiento de la situación de inventarios es directa, es decir, el propósito es decidir cuándo reordenar existencias y qué cantidad debe pedirse, para esto hay que seguir cuatro pasos sencillos:

- 1.- Examinar cuidadosamente la situación de inventarios, tomando en cuenta las características y las suposiciones referentes a la situación.
- 2.- Desarrollar en forma narrativa la ecuación total anual de los costos relevantes.
- 3.- Transformar la ecuación total anual de costos de la forma narrativa a la forma lógica abreviada de las matemáticas.
- 4.- Optimizar la ecuación de costos, encontrando el óptimo de qué tanto ordenar (lote económico) y cuándo reordenar (punto de reorden)

30 Tomado de Everett Adam, 1991

Es importante mencionar que los modelos de inventarios se clasifican como deterministas (variables conocidas con certeza) o como estocásticas (variables probabilistas). Más adelante se exponen tres modelos deterministas, como el lote económico o del tamaño del lote simple, descuentos por volumen y de los modelos estocásticos.

Variables en los modelos de inventarios

Para la elaboración y el estudio de los modelos se empleará la anotación siguiente:

Variable	Definición
D	Demanda anual en unidades.
Q	Cantidad ordenada.
Q*	Cantidad óptima ordenada.
R	Punto de reorden.
$t_L$	Tiempo de espera.
S	Costo de preparación o de adquisición.
I	Costo de manejo por unidad expresado en por ciento.
C	Costo del producto individual.
$d_L$	Demanda por unidad de tiempo durante el tiempo de espera.
$D_L$	Demanda durante el tiempo de espera.
CT	Costos relevantes totales anuales.
K	Costo de la falta de existencias por unidad.

### 2.2.2.11 Modelos deterministas de Inventarios

#### 2.2.2.11.1 Fórmula del lote económico simple

La derivación más antigua denominada fórmula del lote económico fue sugerida por Ford Harris en 1915, pero realmente quien la popularizó fue R.H. Wilson.<sup>31</sup> Aparentemente, la obtuvo en forma independiente R.H. Wilson, quien la popularizó.

Esta situación de inventarios supone que:

- 1.- El inventario está siendo controlado en un punto (en un almacén, o por ejemplo como materia prima)
- 2.- La demanda es determinística y a una tasa anual constante conocida.
- 3.- No se permiten escasez o falta de existencias.
- 4.- El tiempo de espera es constante e independiente de la demanda.
- 5.- El costo de adquisición por unidad es fijo.

Para simplificar aún más el caso, el tiempo de espera se puede suponer cero, esto es, la entrega es instantánea. Siempre hay existencias, y el costo anual de productos adquiridos se excluye, porque el costo de adquisición por unidad es fijo. Sólo se incluyen los costos que se pueden afectar por la selección de Q. Véase ecuación 1

31 Tomado de Everett Adam, 1991, pp 510

$$CT = \left( \frac{\text{Costo de Orden}}{\text{Número de órdenes colocadas al año}} \right) \left( \frac{\text{Número promedio de unidades manejadas}}{\text{de una unidad}} \right) \quad \text{--- 1}$$

$$CT = S \left( \frac{\text{Número de órdenes colocadas al año}}{\text{de unidades}} \right) + IC \left( \frac{\text{Número promedio de unidades}}{\text{de unidades}} \right) \quad \text{--- 1}$$

El número de órdenes colocadas por año se puede expresar en términos de la demanda anual y por la cantidad ordenada.

$$\text{Demanda anual} = \left( \frac{\text{Cantidad ordenada}}{\text{encadapedido}} \right) \left( \frac{\text{Número de ordenes}}{\text{colocadas al año}} \right) \quad \text{--- 2}$$

Entonces

$$\text{Número de órdenes colocadas / año} = \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Cantidad ordenada en cada pedido}} = \frac{D}{Q} \quad \text{--- 3}$$

¿Cómo se puede determinar el inventario promedio anual? . ¿Cuál es el inventario máximo, el mayor que puede haber en cualquier momento? Es la cantidad Q ordenada. ¿Cuál es el inventario más bajo? Como hay que reordenar cuando las existencias están totalmente vacías, el más bajo es cero. Este modelo, en el que los inventarios varían de máximo a mínimo, y luego de nuevo a un máximo, se denomina ciclo. Para cualquier ciclo, el inventario promedio sería:

$$\text{Inventario promedio / ciclo} = \frac{\text{Inventario máximo} + \text{Inventario mínimo}}{2}$$

$$= \frac{Q + 0}{2}$$

$$= \frac{Q}{2} \quad \text{--- 4}$$

El promedio para cualquiera de estos ciclos es Q/2, pero cuál es el inventario promedio por año, Sigue siendo Q/2. El inventario promedio es independiente del tiempo.

Sustituyendo la expresión por el número de órdenes colocadas por año y el inventario promedio en la ecuación 1, la ecuación del costo total será:

$$CT = S \frac{D}{Q} + IC \frac{Q}{2} \quad \text{--- 5}$$

De esta ecuación de costos se puede obtener la fórmula para la cantidad óptima ordenada, la cantidad en el punto mínimo de la curva de costos total.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad \text{—————} \quad 6$$

Como en la entrega es instantánea, el punto de reorden debería establecerse en el punto mínimo posible, cero, para evitar el manejo de un exceso de existencias. La cantidad a ordenar y el punto a ordenar será entonces:

$$\text{Orden } Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad \text{—————} \quad 7$$

En el punto  $R^* = 0$

### 2.2.2.11.2 Sensibilidad del modelo

Se puede comparar la sensibilidad de los costos totales de cualquier sistema operativo, con los costos totales de un sistema óptimo de inventarios ( $CT^*$ ) usando la relación  $CT/CT^*$ . Para poder realizar esto se puede calcular  $CT/CT^*$ , como una función de  $Q/Q^*$ .

$$\frac{CT}{CT^*} = \frac{S \frac{D}{Q} + IC \frac{Q}{2}}{S \frac{D}{Q^*} + IC \frac{Q^*}{2}} \quad \text{—————} \quad 8$$

Sustituyendo a  $Q^* = \sqrt{2DS/IC}$  en la ecuación 8 sustituyendo y resolviendo algebraicamente se puede encontrar la relación general.

$$\frac{CT}{CT^*} = \frac{1}{2} \left[ \frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*} \right] \quad \text{—————} \quad 9$$

La relación de costos totales en esta ecuación se expresa únicamente en términos de  $Q$  y  $Q^*$ .

### 2.2.2.11.3 Lote económico: Modelo de remplazo gradual

Algunas veces una parte del abastecimiento es instantánea después de ordenarlo, pero el resto de las unidades son enviadas poco a poco en el transcurso del tiempo. Cuando la orden se coloca, el proveedor inicia la producción de las unidades, que son abastecidas de manera continua al comprador. Mientras estas unidades están siendo agregadas al inventario (haciendo crecer), los clientes sacan unidades del inventario (haciéndolo disminuir). Considérese el caso en el que el ritmo de abastecimiento ( $P$ ) sea mayor que el de los retiros ( $D$ ). Después de cierto tiempo, se habrá producido la cantidad ordenada, y los inventarios netos habrán aumentado. El nivel del inventario, sin embargo, nunca llegará al nivel tan alto como el del modelo de lote económico, la cantidad ordenada. Esta situación se ilustra en la figura 21.

Modelo de remplazo gradual

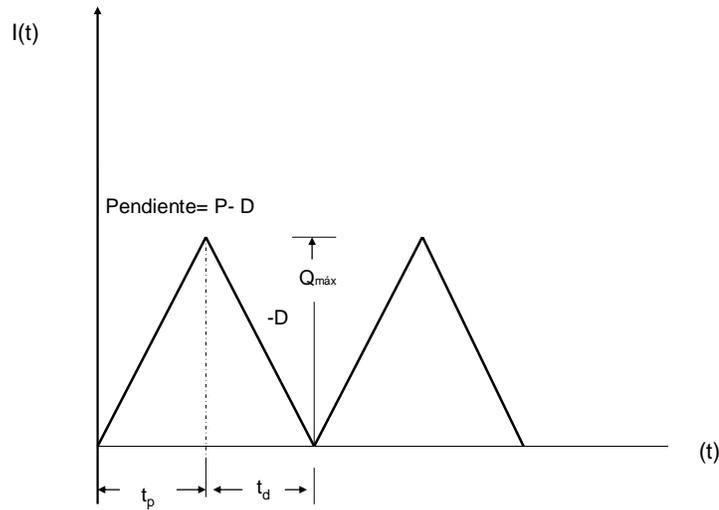


Figura 21 Situación de inventarios de remplazo gradual  
Fuente: Tomado de Everett 1991

Durante el tiempo  $t_p$  la pendiente de la acumulación de inventario no es vertical, como lo era en el modelo de lote económico, porque el total de la orden no se recibe al mismo tiempo. Como  $P > D$ , durante el tiempo  $t_p$  el inventario se consume y se vuelve a formar y esta situación continua hasta que la cantidad ordenada inicial,  $Q$ , haya sido producida y entregada. En ese punto, el inventario se encuentra a su nivel máximo. De ahí en adelante la demanda ocurre mientras el proceso utilizado para la producción se encuentra ocioso o trasferido a otras ordenes de trabajo. Al final del tiempo  $t_d$ , se coloca otra orden  $q$ , el inicio de la producción es instantáneo y el ciclo se repite. La orden para todo el lote se realiza de manera continua en el transcurso del tiempo, no en forma inmediata, como sucede en el modelo del lote económico.

Como aún se cumplen las otras suposiciones del modelo del lote económico, la ecuación de los costos totales anuales para este modelo es la misma:

Costos relevantes

total anuales = Costos de adquisición + Costos de manejo

Esta ecuación puede escribirse de la manera siguiente

$$CT = S \frac{D}{Q} + IC \left( \begin{array}{l} \text{Número promedio} \\ \text{de unidades} \end{array} \right) \quad \text{—————} \quad 10$$

El inventario máximo nunca llega a Q, sino que es algo menor. Por tanto, el inventario promedio manejado no será Q/2. Teniendo en cuenta que la pendiente de la gráfica es P- D y la pendiente negativa es -D, se puede encontrar el inventario máximo, Q máx. a partir de

$$P - D = \frac{Q_{máx}}{t_p} \quad \text{_____} \quad 11$$

Pero el tiempo que se requiere para producir un lote es

$$t_p = \frac{Q}{P} \quad \text{_____} \quad 12$$

Sustituyendo

$$P - D = Q_{máx} \div \frac{Q}{P} \quad \text{_____} \quad 13$$

$$Q_{máx} = (P - D) \frac{Q}{P} = Q \left( \frac{P - D}{P} \right) \quad \text{_____} \quad 14$$

El inventario promedio es entonces

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\text{Inventario máximo} + \text{Inventario mínimo}}{2} \quad \text{_____} \quad 15$$

$$= \left( \frac{Q(P - D)}{P} \right) + 0 \div 2$$

$$= \frac{Q}{2} \left( \frac{P - D}{P} \right) \quad \text{_____} \quad 16$$

La ecuación de costos totales a ser minimizada para el caso de la corrección por remplazo gradual es:

$$CT = S \frac{D}{Q} + IC \left[ \frac{Q}{2} \left( \frac{P - D}{P} \right) \right] \quad \text{_____} \quad 17$$

La que da:  $Q^* = \sqrt{\frac{2DC}{IC} \left( \frac{P}{P - D} \right)}$  \_\_\_\_\_ 18

Como la producción y el reabastecimiento se inician simultáneamente, el punto óptimo de reorden estaría de nuevo en  $R^* = 0$ . Para esta doctrina de operación, la fórmula para  $Q^*$  es

idéntica a la  $Q^*$  para la fórmula del modelo del lote económico, a excepción del factor de corrección finita  $[P/(P-D)]^{1/2}$ .

**2.2.2.11.4 Tiempos de espera en los modelos deterministas**

Los modelos deterministas pueden ser fácilmente ajustados cuando los tiempos de espera se conocen con certeza. El punto de reorden se calcula:

$$R^* = \text{Existencias de seguridad} + \text{Demanda durante el tiempo de espera}$$

$$= 0 + (\text{Tiempo de espera}) (\text{Demanda/Unidad de tiempo}) = t_L d_L$$

El punto de reorden ahora se ajusta y se muestra en la figura 24. Véase que la demanda total durante el tiempo de espera,  $D_L$ , es igual al producto del tiempo perdido por la demanda por unidad de tiempo. En  $R^*$  se puede colocar un pedido  $Q^*$  unidades. La orden real de  $Q^*$  llegará  $t_L$  más tarde. Durante el tiempo entre la realización del pedido y su llegada,  $d_L$  unidades serán pedidas y por consiguiente, el inventario se reducirá. Véase figura 22

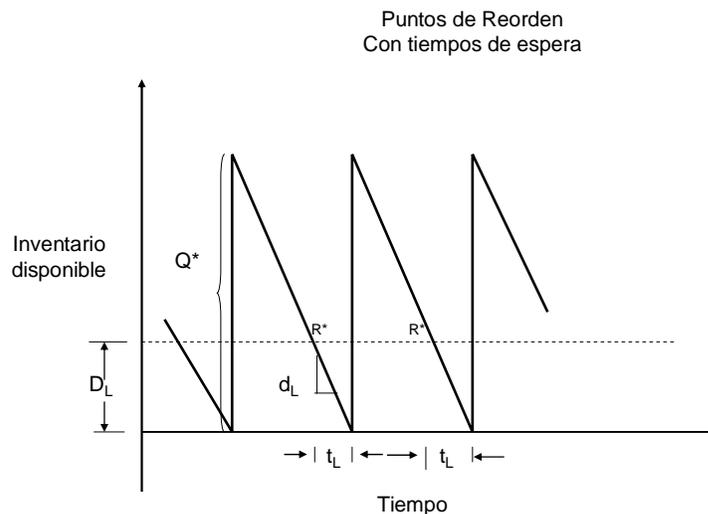


Figura 22 Puntos de reorden con tiempo de espera.  
Fuente: Tomado de Everett 1991

**2.2.2.11.5 Modelos estocásticos de inventarios.**

**Demanda variable, tiempo de espera variable, demanda variable durante el tiempo de espera.**

Ahora tenemos que ver sistemas en los que la certeza o incertidumbre tanto de la frecuencia como de la cantidad, tienen que ser medidas de manera estadística y probabilística.

Hay que considerar fluctuaciones aleatorias en la demanda, en las entregas de proveedores, en corridas de producción y otros factores incontrolables; esto no podrán controlarse con certeza pero sí podrán medirse y pronosticarse para limitar los riesgos en la toma de decisiones sobre el abastecimiento y el control de materiales y productos.

Las variables del sistema que pueden ser manejadas por la administración para desarrollar un sistema de control son: el tamaño de una reposición o reorden, la frecuencia de reabastecimiento, el pronóstico de los niveles de consumo y el método de retroinformación, en el cual se basa la frecuencia de revisiones.

**Demanda variable.** Para los modelos de inventarios sencillos se supuso que la demanda futura se conoce con certeza, sin embargo este no es el caso, hay que calcular la demanda. La manera más común para estimar la demanda es reunir información sobre experiencias anteriores y pronosticar la demanda futura en base a dichos datos.

**Tiempo de espera.**

Al igual que la demanda, el tiempo de espera, a menudo es incierto, más bien que constante. Si es incierta, la duración del tiempo de espera se distribuye de alguna forma.

**Demanda durante el tiempo de espera.**

Las dos fuentes de variación de la demanda durante el tiempo de espera son, la duración y la demanda por periodo del tiempo de espera, interactúan para determinar la demanda durante el tiempo de espera.

Para problemas más complejos que implican muchos intervalos de clasificación de la demanda y del tiempo de espera, las operaciones a mano llegan a ser tediosas. Un método alternativo para generar la distribución de la demanda durante el tiempo de espera es simular la operación del sistema de inventario en el tiempo mediante la computadora. Al establecer un tiempo de espera, una demanda y calcular la demanda durante el tiempo de espera y repetir el proceso docenas de veces, se podrían clasificar la información en una distribución de las demandas en los tiempos de espera y calcular una media y una desviación estándar para describir esta distribución de probabilidad.

Véase figura 23

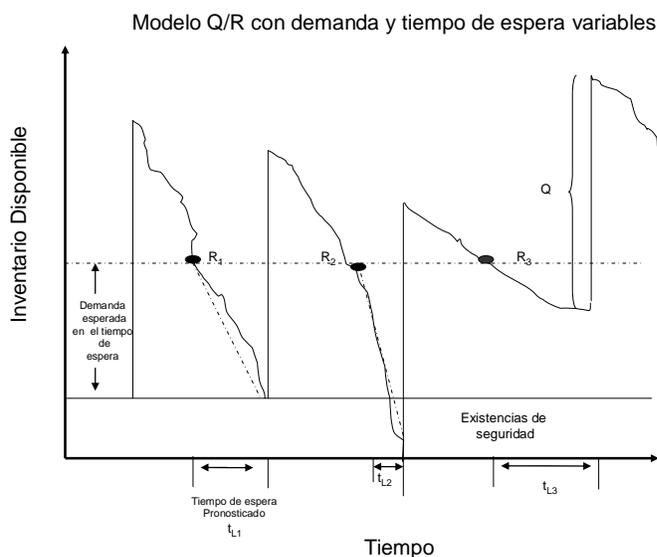


Figura 23 Modelo Q/R con demanda y tiempo de espera variable  
Fuente: Tomado de Everett 1991

En la figura 23 se describe como se afectan los niveles de inventarios por las variaciones en la demanda en los tiempos de espera. Después del primer punto de reorden,  $R_1$ , surge la demanda y el tiempo de espera. Después de  $R_2$  se presenta el segundo tiempo de espera,  $t_{L2}$  es más corto de lo que se espera, la demanda diaria durante el tiempo de espera es considerablemente mayor de lo esperado; por tanto la demanda global durante el tiempo de espera es mayor de lo calculado. Después de  $R_3$  el tiempo de espera  $t_{L3}$  y la demanda diaria son diferentes a lo que se esperaba; La demanda es mucho más baja de lo que se esperaba

**Un modelo para demanda variable y tiempo de espera constante con nivel de servicio especificado.**

En este modelo se desea encontrar la posibilidad de falta de existencias. Se desea establecer existencias de seguridad adecuadas para proporcionar un nivel especificado de protección para dar servicio a los clientes cuando se desconoce la demanda.

Definiré algunas variables adicionales a las que se definieron anteriormente: Véase tabla 8.

Variable	Definición
$\sigma_T^2$	Varianza Total
$\sigma_{\bar{\mu}}$	Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera
$\bar{\mu}$	Demanda esperada en el tiempo de espera
$\bar{d}$	Demanda semanal promedio
$t_L$	Tiempo de entrega en semanas
$\sigma_{\bar{d}}$	Desviación estándar de la demanda semanal promedio
B	Existencias de seguridad
Z	Número de desviaciones estándar necesarias para un nivel específico de confianza (intervalo de confianza)
$\sigma_d^2$	Varianza de la demanda
$\sigma_{t_L}$	Desviación estándar del tiempo

Tabla 8 Variables para modelos estocásticos de inventarios

El primer ciclo de la figura 25 existen diversas relaciones. Primero se puede ver que la demanda esperada en el tiempo de espera ( $\bar{\mu}$ ), además de las existencias de seguridad (B), son iguales al punto de reorden ( $R_1$ ). La relación general persiste:

$$R = \bar{\mu} + B \quad \text{—————} \quad 19$$

Segundo, se sabe que si el tiempo de espera ( $t_L$ ) y la demanda esperada en el tiempo de espera es igual a la demanda esperada por el tiempo de espera.

$$\bar{\mu} = \bar{d}t_L \quad \text{—————} \quad 20$$

También se sabe que las existencias de seguridad es la protección para el nivel específico de servicio,  $z\sigma_{\mu}$  unidades. Las existencias de seguridad son iguales a z desviaciones estándar de protección para determinada variabilidad de la demanda durante el tiempo de espera. Sustituyendo, el punto de reorden ahora es:

$$R = \bar{\mu} + B$$

$$R^* = \bar{d}t_L + z\sigma_{\mu} \quad \text{—————} \quad 21$$

La cantidad ordenada sencillamente es igual a la fórmula del lote económico, en donde la demanda anual esperada sustituye a la demanda anual:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad \text{———— 22}$$

El uso de la demanda promedio en la ecuación 22 es apropiado para este modelo, independientemente de la forma de la distribución de la demanda. A causa de su naturaleza variable, la demanda puede tomar muchas formas. Puede ser de distribución empírica no convencional o tomar una distribución normal, de Poisson, o una distribución exponencial negativa. La distribución normal describe muchas situaciones de inventarios en el nivel de producción; la exponencial negativa describe muchas de los niveles de ventas de mayoreo y de menudeo, y la distribución de Poisson describe muchas situaciones de ventas al menudeo<sup>32</sup>.

#### **Costo y número esperados de falta de existencias.**

A veces la demanda se expresa como una distribución empírica y el tiempo de espera es constante. Cuando este es el caso, la función de densidad  $f(x)$ ; la función acumulativa  $F(x)$ , y la función complementaria de la acumulativa  $(1-F[x])$  se pueden encontrar fácilmente. La función complementaria de la acumulativa es también la probabilidad de tener inexistencias si esa demanda ocurriera.

El costo esperado de la falta de existencias, que es una operación clave en el costo total del inventario, sería la probabilidad esperada de no existencias por el costo de las mismas, para aquellos costos de inexistencias en los que se incurre independientemente de las unidades o faltantes. El concepto de la función complementaria acumulativa también puede ser usado para establecer existencias de seguridad para el número permisible de no existencias por año. El número esperado de no existencias para cualquier nivel de demanda se encuentra multiplicando el número de órdenes en un año ( $D/Q$ ) por la probabilidad de no existencias. Si el costo de éstas es el costo por deficiencia de unidades, entonces el cálculo de los costos de no existencias es más complejo.

#### **Demandas y tiempos de espera variables.**

El procedimiento básico para encontrar las doctrinas de operación cuando la demanda diaria y el tiempo de espera varían en un procedimiento de convergencia, se emplea el ensayo y el error dirigidos. Para el modelo cantidad/punto de reorden se calcula una cantidad ordenada suponiendo que la demanda es constante.

Después se calcula un punto de reorden utilizando la cantidad ordenada que se acaba de calcular. Este punto de reorden se utiliza anteriormente para revisar el cálculo previo de la cantidad ordenada y calcular nuevamente el punto de reorden. Con el tiempo la cantidad ordenada y el punto de reorden converge en sus valores óptimos. Otro enfoque para considerar dos distribuciones es un cálculo de carácter analítico: la enumeración completa de una distribución de probabilidad conjunta para la demanda durante el tiempo de espera.

#### **Modelo para un periodo simple aplicado a productos**

Producto. Vendedores de diarios, gerentes de producción y propietarios de carnicerías, todos deben de hacer frente al problema: “¿qué tanto debo pedir debido a que el producto es perecedero?”. Cuando la situación de la orden es sólo para el próximo periodo los costos críticos son los costos de escasez por no tener existencias ( $C_u$ ) y los costos de tener demasiadas existencias ( $C_o$ ).

32 Tomado de Everett Adam, 1991, pp 510

El vendedor de diarios, el gerente o dueño, se enfrenta a la minimización de los costos totales cuando la demanda no se conoce con certeza. La ecuación 23 sugiere que la persona que ordena un producto perecedero o servicio debe almacenar a aquel la cantidad (porción) de la demanda, la cantidad crítica (CC), dónde se lleva a cabo la relación del costo de la suma de las inexistencias más las sobreexistencias.

$$CC = \frac{C_u}{C_u + C_o} \quad \text{—————} \quad 23$$

Esta cantidad crítica es el nivel de servicios que aumenta las utilidades en el caso de los productos perecederos.

Servicio. Esta regla de pedidos se cumple para las órdenes de un solo servicio, tal como sucede con los productos. Considérese, por ejemplo, la cuestión de capacidad de planeación para los vendedores de servicios, tales como los contadores, servicios de limpieza y hoteles. ¿Qué tanta capacidad debe de ser ordenada para el próximo periodo si se conocen las demandas, costos y utilidades anteriores? La suposición es que la demanda no puede ser almacenada, tal como en el caso de los productos perecederos.

Puedo seguir mencionando diferentes modelos de inventarios que existen como es el enfoque japonés a la administración de inventarios, pero con lo mencionado anteriormente se cumple el objetivo de ver los modelos que se necesitara para el análisis de los inventarios en la empresa FM.



# CAPÍTULO III

## Intervención en Farmacéuticos Maypo

### 3.1 Diagnóstico

Para poder mejorar los procesos de una organización es necesario tener un análisis que dé como resultado un diagnóstico que muestre información acerca de cómo, cuándo, para qué son las actividades que se realizan en los distintos procesos que puedan existir o que sean necesarios estudiar de acuerdo al interesado, existen diferentes técnicas para realizar un diagnóstico, esto es de acuerdo a las necesidades u objetivos, para el caso de este trabajo se usaron dos técnicas: el mapeo de proceso y la ruta crítica, dado que se necesitaba estructurar y saber cuales eran las actividades en secuencia y ordenadas del deber ser además de conocer la duración de cada una de ellas.

En FM la variable nivel de servicio es el factor más importante en este momento, la entrega de los diferentes pedidos a los distintos almacenes del IMSS en tiempo y forma.

#### 3.1.1 Análisis del sistema FM

Retomando la figura 10 del capítulo I se muestra la representación del sistema FM. En este sistema se identifica los elementos que intervienen en la función de forma activa, los elementos que no intervienen en dicha función y los que se ven afectados directa o indirectamente por el proceso de transformación. Las actividades importantes en el negocio de la distribución es tener el producto y distribuirlo en tiempo y forma. Como elementos de entradas del sistema se tiene el personal administrativo y operativo, equipo de cómputo, Transporte logístico, Recursos materiales, recursos de administración, los mismos socios comerciales porque sin estos simplemente no habría nada que distribuir además de variable de entrada se cuenta con un equipo de seguridad. Direcciones como la Comercial, Operaciones, Logística y Recuperación son parte fundamental del proceso de transformación con la cooperación de áreas importantes de Planeación y Atención a clientes y Ventas quienes son el departamento que finalmente es el que se comunica con el cliente. El elemento de salida que se obtiene al final es la distribución del medicamento. El competidor más importante y número uno en ventas del mercado público que tiene FM es la distribuidora Fármacos Especializados. Como sistema disfuncional se tiene un porcentaje considerable de sanciones que son surgidas por entregar el medicamento fuera de tiempo. Provocando desconfianza con nuestros clientes y laboratorios.

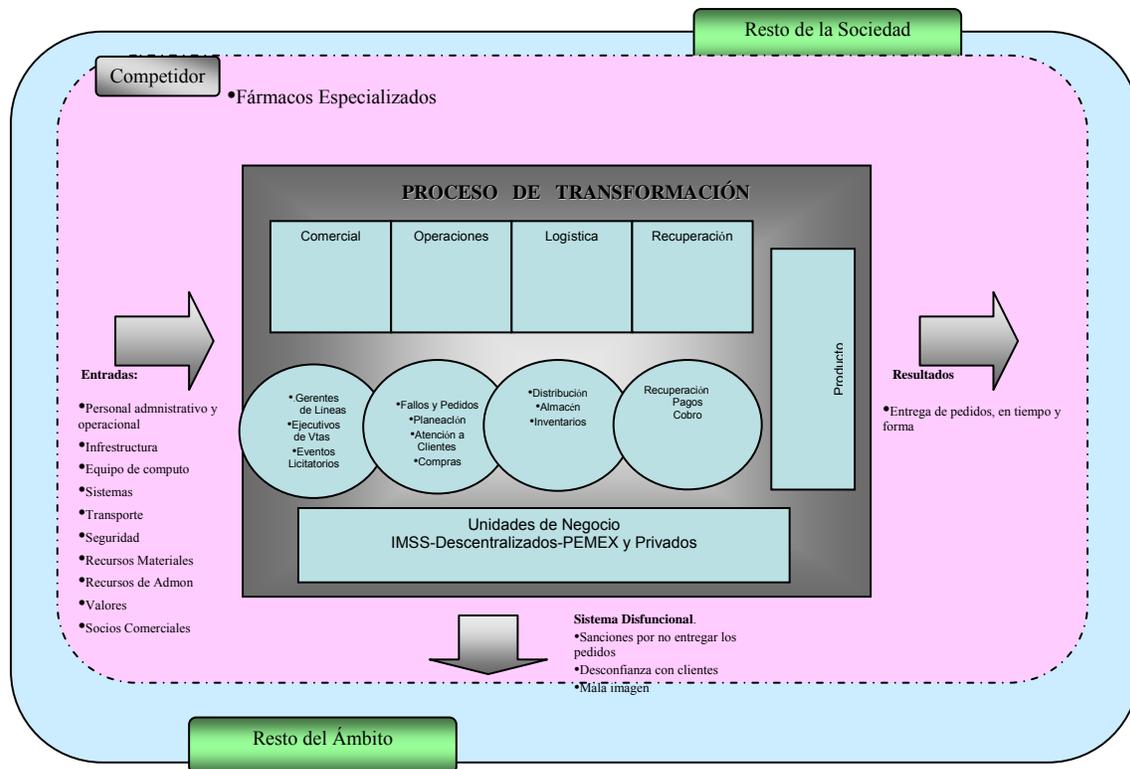


Figura 10  
Fuente: Farmacéuticos Mayo

### 3.1.2 Mapeo del proceso de distribución

Ahora que ya se tiene el panorama general y sistemática de Mayo, es importante describir las actividades y las áreas que actualmente dan seguimiento a los pedidos, entendiéndose pedido como un formato que el cliente le transmite a FM acerca de su necesidad por tener un medicamento. Para visualizar la cadena de suministro de FM se desarrolló el mapeo de procesos con el objetivo de visualizar todos los procesos de la cadena que componen el negocio de la distribución e identificar entradas y salidas así como identificar la secuencia cronológica de las actividades. Véase figura 24

## Macro Mapa de envío caso 11

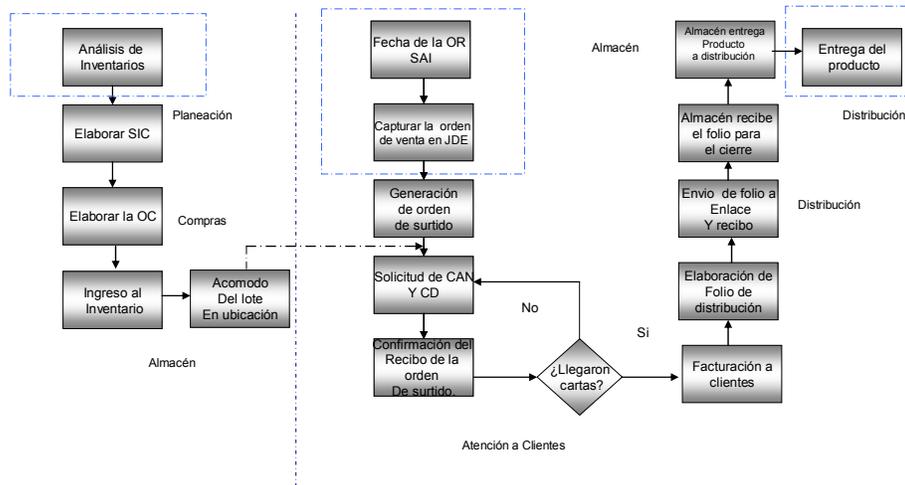


Figura 24 Macro Mapa de envío de pedidos caso 11  
Fuente: Farmacéuticos Maypo

En la figura 24 se muestra tres áreas de oportunidad en las líneas puntiagudas, en las actividades de análisis de inventarios que se encuentra en el área de Planeación, otra en la actividad de captura de orden de venta en JDE en el área de Atención a clientes, estas áreas pertenecen a la dirección de Operaciones y la actividad de entrega de pedido que representa la dirección de Logística en el área de distribución. Para el caso 11 comienza a funcionar la cadena de suministro cuando atención a clientes detecta en la página electrónica del SAI (Sistema de abastecimiento institucional) que es una página del IMSS que muestra las ordenes de reposición, éste es un documento que presenta la cantidad, la descripción, el número de contrato y evento licitatorio además del nombre de la delegación donde se debe entregar en la fecha estipulada que también viene en la orden de reposición.

Esta información es registrada en el sistema JDE (ERP Jdedwards) por un representante de atención a clientes, después de registrar la información se produce automáticamente la orden de venta, inmediatamente el representante verifica las existencias en el almacén vía sistema y procede a realizar el orden de surtido, esto es siempre y cuando exista producto en el inventario, si es así entonces se pasa al siguiente paso que es reunir las cartas de autorización de distribución y la carta analítica de los medicamentos, se consiguen con los laboratorios, mientras se tienen esas cartas el representante espera la confirmación por parte del almacén que ya tiene el orden de surtido. Si las cartas están listas, el representante procede a la facturación y se elabora el folio de distribución, si no se tiene que esperar a que lleguen las cartas. Después este folio y la documentación de las cartas son llevados al almacén para que se busque el medicamento y sea distribuido. Paralelamente el planeador de la unidad de negocio del IMSS hace los análisis de los inventarios, como son la reposición del inventario y tener de acuerdo a sus máximos y mínimos una determinada cantidad de stock de todos los productos. En caso de no contar con producto, se procede a

realizar una solicitud interna de compra (SIC), es un documento que sustenta la cantidad, la descripción del medicamento, el costo y la fecha de entrega además del nombre del proveedor y del comprador. Este documento se le pasa al comprador correspondiente y éste procede a tener contacto con el representante del laboratorio para que se llegue a una negociación para que el producto llegue al almacén de FM, pero para que llegue el producto el comprador tiene que hacer una orden de compra (OC). Y cuándo llega el producto en el almacén, los encargados de recibo le dan ubicación y un número de lote.

Para llegar al mapa anterior se realizó reunieron con los dueños de procesos y líderes funcionales para recopilar información y tener en orden la secuencia de actividades referente a la entrega de un pedido, desde su recepción hasta la confirmación con el cliente. La conclusión de estas reuniones fue una descripción de actividades y su secuencia.

Se solicitó al departamento de tecnologías de información un desarrollo en el sistema JDE de la facturación del mes de septiembre 2007 con las fechas en las que registró el sistema de cada actividad.

De este mapeo se visualizó tres áreas de oportunidad: el área de Planeación, Atención a clientes y Logística. Más adelante se determinará el porque de estas áreas. Sin embargo para efectos de tesis y de tiempo se darán posibles propuestas de mejoras en las primeras dos áreas dejando afuera de alcance la parte de distribución por causas de tiempo.

### **3.1.3 Ruta Crítica**

Después de realizar el mapeo de los procesos se continuó con la elaboración de la Ruta Crítica del negocio, la importancia de esta técnica es para saber los tiempos y el procedimiento lógico y secuencial de las actividades. En esta etapa del trabajo se me presentó un obstáculo importante al no tener registrados los tiempos fidedigno de las diferentes actividades, así que decidí tener una junta con los informáticos, les explique la idea, les di la información de las actividades en orden y secuencial, el objetivo de la reunión era crear un desarrollo que consistiera en saber por ejemplo: *cuántos días nos tardamos en entregar el pedido x, en la actividad z cuánto tiempo se llevó a cabo, el saber el tiempo de cada actividad era la premisa.*

En un principio desarrollé la Ruta inicial con la información que obtuve del mapeo del proceso, fueron 18 variables de tiempo que considere en un principio como se muestra en la figura 25 a y b, se dividió en dos partes porque se visualizó que son dos procesos con un tratamiento diferente para su mejora, es decir, la figura 25 a presenta las actividades que se deben de hacer para tener producto en los almacenes antes de que haya una orden de reposición que contenga un medicamento que no se cuente en el inventario, es el llamado stock, es decir, la reposición del inventario “antes de” y en la figura 25 b se muestra el proceso de abastecer el medicamentos que esta requiriendo el cliente, es decir, es una orden de reposición donde solicitan un medicamento y que se puede distribuir sin ningún problema porque se tiene en el almacén, entonces la mejora en esta parte de la cadena es en la operación de la distribución más que en la planeación.

Variable	N.	Predec esores	Nodo	Descripción del Nodo	Area Responsable
	1		A	Análisis de la compra	Planeación
X1	2	A	B	Elaborar la requisición de compra	Planeación
X2	3	B	C	Elaborar la Orden de Compra OP	Compras
X3	4	C	D	Ingreso al Inventario mediante una orden OV	Compras
X4	5	D	E	Acomodo de lote en ubicación	Almacén
	6		F	Fecha de la orden de reposición SAI	AC
X5	7	F	G	Capturar la orden de venta en JDE (ZV)	AC
X6	8	G	H	Generación de orden de surtido (OS)	AC
X7	9	H	I	Solicitud de <b>CAN</b> (Certificado analítico)	Compras
X8	10	H	J	Solicitud de <b>CAD</b> (Carta de Autorización de Distribución del laboratorio)	AC
X9	11	H	K	Confirmación del recibo de la orden de surtido por almacén	Almacén
X10	12	K	L	Confirmación de la OS	Almacén
X11	13	J	M	Recibo de las CAD	Compras
X12	14	I	N	Recibo de CAN	Compras
X13	15	L,M,N,	Ñ	Factura atención a clientes	AC
X14	16	Ñ	O	Elaboración del Folio de Distribución (Embarque)	AC
X15	17	O	P	Enlace servicios recibe el folio	Distribución
X16	18	P	Q	Almacén recibe el folio para el cierre	Distribución
X17	19	Q	R	Almacén entrega a distribución status 35 (Validar)	Almacén
X18	20	R	S	Entrega del producto	Distribución

Figura 25 Ruta Crítica  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

AC = Atención a Clientes

### 3.1.4 Análisis de la parte a “Reposición del Inventario”

Como nodo A: Se tiene la actividad análisis de la compra por el planeador, nodo B: Elaboración de la SIC que es también realizado por el planeador, nodo C: Elaboración de la orden de compra por el comprador, nodo D: Ingreso del medicamento al Inventario de FM cuando éste llega, nodo E: Acomodo del lote en ubicación.

En caso de tener el punto a, entonces se procede al paso b que es la operación de la distribución del medicamento. Porque al tener una orden de reposición y al tener el producto en el almacén entonces se podría continuar con la cadena de suministro, los siguientes pasos son:

### 3.1.5 Análisis del proceso de la distribución del medicamento

Nodo F: Se refiere a la actividad en que el representante de atención a clientes baja del SAI la orden de reposición. Nodo G: El mismo representante captura en JDE los datos de la orden de reposición, llamada orden de venta. Nodo H: Como hay producto en el almacén, entonces el representa lo compromete vía sistema y se origina la orden de surtido, Nodo I, J: El representante pide las cartas analíticas y de distribución al departamento de compras.

Nodo K: Cuando el representante hace el orden de surtido, éste le envía una impresión almacén para que lo surtan y lo pasen al área de distribución pero almacén debe de confirmar que lo recibió al representante, Nodo L: Almacén confirma que ya surtió el medicamento, Nodo M, N: El representante tiene las cartas de distribución y la analítica, Nodo Ñ, O: Atención a Clientes por medio del representante factura el pedido y elabora el folio de distribución, que es un número con el cual se le da seguimiento el departamento de

Recuperación, Nodo P, Q: El área de enlace-servicio, es el encargado de recibir el folio para dar registrarlo en el sistema JDE en el apartado de distribución y comience a ser buscado el medicamento en el almacén, Nodo R: El encargado del almacén entrega a distribución los documentos y medicamento para ser distribuido. Nodo S: El operativo del transporte de FM se encarga de distribuir y entregar el medicamento al cliente.

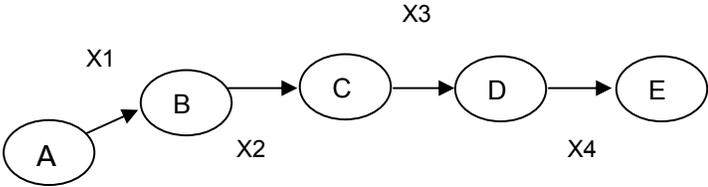


Figura 25 a Ruta del análisis de Inventarios  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

En la figura 25 a se muestra la red del proceso de la reposición del inventario que abarca del nodo A:E, que son las actividades críticas que se tomaron para la ruta crítica general. Se usaron cuatro variables de tiempo X1(A-B), X2(B-C), X3(C-D) y X4(D-E), las cuales no se conocen aún porque no se tiene el mecanismo para tener el dato fidedigno. Sin embargo el punto importante en esta parte de la ruta crítica general es la actividad A porque no se tiene un método cuantitativo que pudiera dar el dato óptimo de cuándo y cuánto pedir.

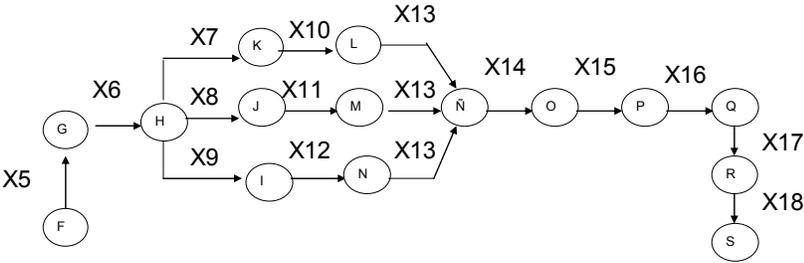


Figura 25 b Ruta de la distribución  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

La figura 25 b muestra el complemento b de la ruta crítica general, la red de los procesos del nodo F:S, este es el procedimiento que se usa para la distribución del medicamento, es decir, después de que se hizo un análisis de los inventarios en el proceso a, se compro y se espero a que llegara el producto entonces al tener una orden de reposición se procedería al seguimiento de las variables de tiempo X5 al X18.

**Analizando el proceso b:** Cuando se obtuvo la información anterior, se procedió a realizar análisis acerca de las actividades que no generaban un valor importante en cuanto al tiempo y duración de las actividades y me di cuenta que se podía reducir el número de variables del tiempo de 18 a 8. Véase en la tabla 9. Para determinar el análisis y buscar las actividades verdaderamente críticas se decidió a tener juntas en las salas de capacitación con los gerentes de Planeación, Atención a Clientes, Distribución y Compras además de los involucrados en las operaciones, para determinar que actividades se debían de considerar importantes además de los tiempos para dar un seguimiento especial. La conclusión de estas reuniones fue la definición de la ruta final de la siguiente manera. Véase figura 26.

Variable	Nodo	Actividad	Área
X0	G	Fecha de la orden de reposición SAI	Atención a Clientes
X1	H	Capturar la orden de ventas JDE	Atención a Clientes
X2	K	Generación de OS	Atención a Clientes
X3	Ñ	Confirmación del recibo de la OS	Almacén
X4	O	Facturación a clientes	Atención a Clientes
X5	Q	Elaboración del Folio de Distribución	Atención a Clientes
X6	R	Recibe el folio para el cierre	Almacén
X7	S	Entrega a distribución	Almacén

Tabla 9 Nuevas actividades

### Ruta Crítica del proceso de distribución

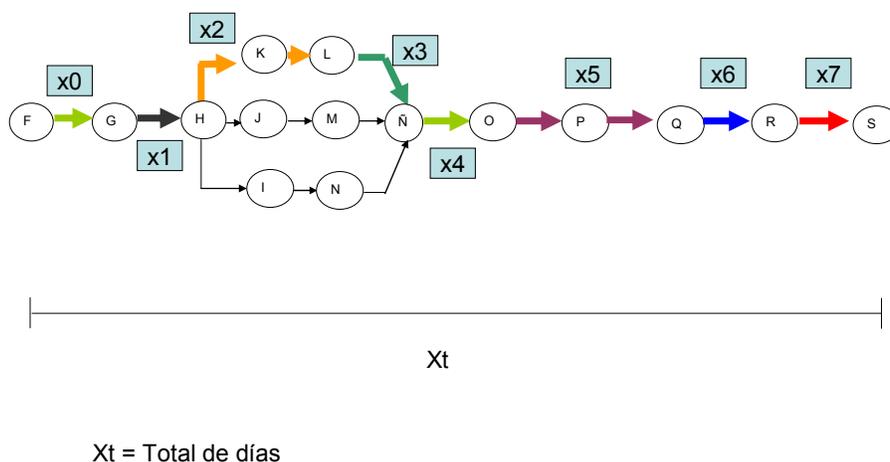


Figura 26 Ruta crítica del proceso de distribución con 8 variables  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

De 18 variables que anteriormente se tenían, se determinó que las actividades críticas eran 8 variables, con base a la experiencia de los gerentes, coordinadores y operadores. En la figura 26 se muestra el diagrama de la ruta crítica con las ocho actividades que se eligió por todos los departamentos como críticas.

#### 3.1.6 Análisis exploratorio de datos

Antes de comenzar la explicación de los datos obtenidos en FM se iniciara con un breve recordatorio acerca de términos estadísticos que se usarán más adelante:

**3.1.7 Datos cualitativos:** Es importante recordar las fórmulas de frecuencias relativas: se define como  $fr = f / n$  ————— 25

Las frecuencias representan la proporción de casos que aparecen en el banco de datos con el valor correspondiente de la variable bajo estudio y satisfacen la relación

$$\sum_{i=1}^k fr_i = 1 \quad \text{—————} \quad 26$$

Alternativamente, las frecuencias relativas se reportan como porcentajes [%fr = (100)\*fr]

y en este caso se tiene  $\sum_{i=1}^k \%fr_i = 100$ . ——— 27

La frecuencia acumulada F se calcula, para el valor Xi, como

$$\sum_{j=1}^i \%f_j = 100 \quad \text{————} \quad 28$$

y se interpreta como el número de casos con un valor menor o igual que  $X_i$ .

Las frecuencias acumuladas relativas se obtienen de las acumuladas simples dividiendo por el número total de casos ( $n$ ) y se interpretan como la proporción de casos menores o iguales que el correspondiente valor.

Por su parte, las frecuencias acumuladas porcentuales resultan de la expresión de las relativas en escala porcentual.

Para datos ordinales suele reportarse, en ocasiones el valor de dos resúmenes más: el Mínimo  $X_{[1]}$  y el Máximo  $X_{[n]}$ .

**3.1.8 Datos cuantitativos:** “Son intrínsecamente numéricos; toman valores aislados y habitualmente se registran como resultado de un conteo. En virtud de su naturaleza numérica, es posible operar con ellos utilizando las herramientas aritméticas”

Específicamente es conveniente considerar dos clases de resúmenes: las medidas de localización y las medidas de variabilidad o dispersión.

- Las medidas de localización son resúmenes numéricos que tienen como propósito auxiliar en la respuesta la pregunta:

¿Dónde están los datos?

- Las medidas de dispersión son resúmenes numéricos que tienen como propósito auxiliar en la respuesta la pregunta:

¿Qué tan homogéneos son los datos?

- Una lista muy común, aún cuando no exhaustiva, de medidas de localización incluye los resúmenes que ya se han presentado:

1. La Moda.
2. La Mediana.
3. Los Cuantiles.
4. El Máximo.
5. El Mínimo.

La adición más importante a esta lista es la Media. Este resumen se define y calcula como el promedio aritmético de los datos en el banco:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \text{—————} \quad 29$$

La Media. Indica un valor en torno al cual se encuentran las observaciones.

Por su parte, las medidas de dispersión más simples son:

1. El Rango (R).
2. El Rango entre cuartiles (REC).

El rango se define como la diferencia entre el máximo y el mínimo.

$$\mathbf{R} = X_{[n]} - X_{[1]} \quad \text{—————} \quad 30$$

Otras medidas de dispersión se calculan a partir de las desviaciones que se presentan en los datos, con respecto a un valor de referencia, usualmente una medida de localización.

Tres ejemplos de medidas de este tipo son:

1. La Varianza ( $S^2$ ).
2. La Desviación Estándar ( $S$ ).

En el caso de la Varianza (y de la Desviación Estándar) esta medida siempre se calcula respecto al Media. La Varianza se define como sigue:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad \text{—————} \quad 31$$

La Desviación Estándar se define como la raíz cuadrada de la varianza:

$$S = (S^2)^{1/2} \quad \text{—————} \quad 32$$

La designación  $X_t$  es la variable tiempo total del proceso de entrega, se hizo un análisis exploratorio univariado tomando la variable  $X_t$  que representa el tiempo en días que pasó desde que se recibe un pedido hasta que se entrega al cliente.

Para iniciar el análisis de la variable  $X_t$  se tomó del banco de datos extraído del ERP JDE, éste se compone de toda las líneas de los pedidos del IMSS donde viene el total de días que transcurrió un pedido hasta ser entregado de todos los meses del año 2007, esta evidencia colocarlo en la tesis llevaría muchas hojas con muchos registros así que solo se presenta la tabla 10 con frecuencias que resume el contenido de las tablas exportadas de JDE del mes de septiembre. A continuación presento esta tabla de frecuencias donde se tomó una muestra representativa de 1,130 pedidos, y en ellos, la variable  $X_t$  presenta una moda de 7 con el 25.93% de los casos y la mediana es 8. El rango tiene un valor de 23, pues va desde el mínimo de 1 hasta el máximo de 24 días. Véase figura 27.

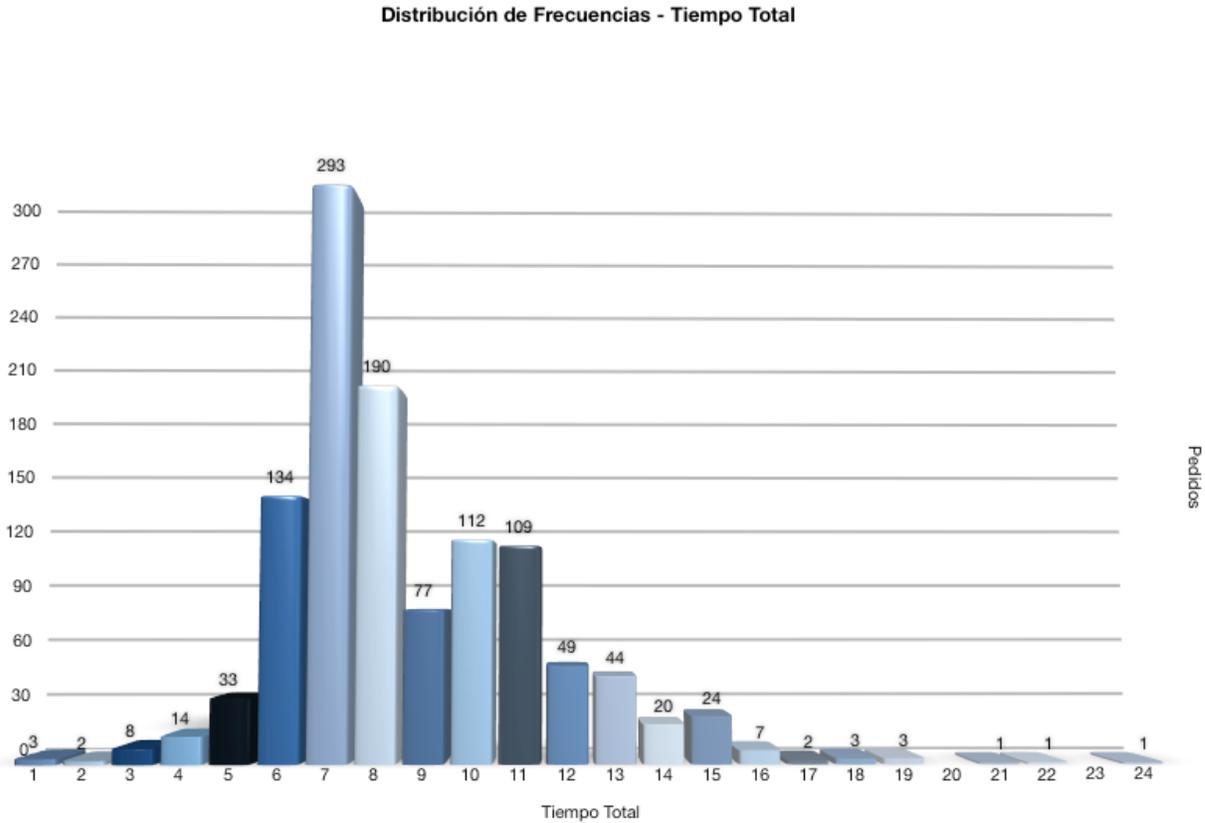


Figura 27 Gráfica de frecuencias, del tiempo total que se entrega un pedido.  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

El rango entre cuartiles tiene un tamaño de 3, donde el cuartil 1 vale 7 y el cuartil 3 vale 10, lo cual nos indica una concentración en el centro ligeramente cargada hacia la izquierda. Se presentaron 47 datos atípicos, lo cual nos representa el 4.16% de la muestra. Se encontró que el promedio de días en que se entrega un pedido es 8.64, tomando en consideración que si hay producto en el almacén y 13.5 cuando no hay producto lo cual hace pensar que la meta de reducir a 10 días el tiempo de entrega de un pedido, es viable. Véase tabla 10

Xt	F	fr.	Fr%	F	Fr.	Fr%
1	3	0.0027	0.27	3	0.003	0.27
2	2	0.0018	0.18	5	0.004	0.44
3	8	0.0071	0.71	13	0.012	1.15
4	14	0.0124	1.24	27	0.024	2.39
5	33	0.0292	2.92	60	0.053	5.31
6	134	0.1186	11.9	194	0.172	17.2
7	293	0.2593	25.9	487	0.431	43.1
8	190	0.1681	16.8	677	0.599	59.9
9	77	0.0681	6.81	754	0.667	66.7
10	112	0.0991	9.91	866	0.766	76.6
11	109	0.0965	9.65	975	0.863	86.3
12	49	0.0434	4.34	1024	0.906	90.6
13	44	0.0389	3.89	1068	0.945	94.5
14	20	0.0177	1.77	1088	0.963	96.3
15	24	0.0212	2.12	1112	0.984	98.4
16	7	0.0062	0.62	1119	0.99	99
17	2	0.0018	0.18	1121	0.992	99.2
18	3	0.0027	0.27	1124	0.995	99.5
19	3	0.0027	0.27	1127	0.997	99.7
20	0	0	0	1127	0.997	99.7
21	1	0.0009	0.09	1128	0.998	99.8
22	1	0.0009	0.09	1129	0.999	99.9
23	0	0	0	1129	0.999	99.9
24	1	0.0009	0.09	1130	1	100
<b>N</b>	<b>1,130</b>	<b>1</b>	<b>100</b>			

Tabla 10 Frecuencias absolutas, relativas, porcentuales y acumuladas de días que se tarda en entregar un pedido "Xt"

## Análisis utilizando medidas de localización, dispersión y Box Plot.

Indicador	Días
Mínimo	1
1 Cuartil	7
2 Cuartil	8
3 Cuartil	10
Máximo	24
Límite inferior	2.5
Límite superior	4.5
Promedio	8.64
Desviación estándar	2.74
Varianza	7.52

Tabla 11 Medidas de localización

### Boxplot de xt

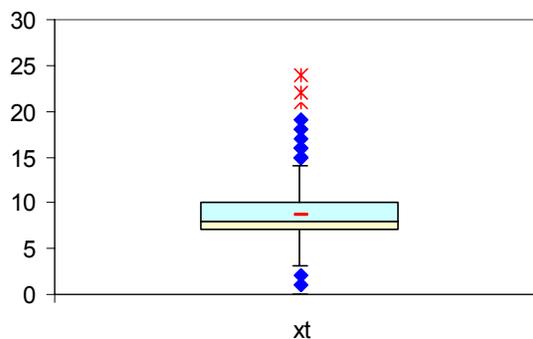


Figura 28 Boxplot Xt

El 75% de los pedidos se entrega en un máximo de diez días, la cola que va desde 10 hasta más de 25 días es la que causaría sanción en el escenario de que el tiempo límite de entrega sea de 10 días. Véase tabla 11 y figura 28

De aquí surge la posibilidad de analizar el tiempo que transcurre en cada proceso, suponiendo que la suma de tiempos de cada proceso es el resultado de  $X_t$  y que en consecuencia la reducción de los tiempos de los procesos reduce el tiempo  $X_t$ .

Tratando obtener mayor precisión en el análisis, se estudió la relación que guardaba el tiempo total de entrega de un pedido con respecto al tiempo que utilizaba cada fase del proceso, información que se encuentra en el Anexo 1.

Derivado de esto, se encontró que el tiempo de captura del pedido era la fase del proceso que mayor relación guardaba con el tiempo total, razón por la cual se profundizará más adelante con análisis estadístico de dicha variable.

Con base en el estudio estadístico que se realizó a la variable  $X_t$  de saber cual es el número de días total de entregar un medicamento y de no mejorar los 13 días promedio podríamos caer en sanción por parte del IMSS por no entregar el medicamento en el día establecido, de aquí surge la necesidad de buscar un hacer un estudio de los procesos que esta compuesta la cadena de suministro para mejorarla y hacer que el tiempo total  $X_t$  sea menor a 10 días, que es el tiempo que nos da este instituto.

### 3.2 Mejora de Procesos

Después de tener un diagnóstico y análisis estadístico de los proceso de la cadena de suministro y particularmente de las actividades del departamento de Atención al cliente, como es: la captura del pedido, el siguiente paso es tener un sistema de mejora y bajo control, para esto utilizaremos la metodología seis sigma como herramienta, donde se definirá el problema, mediremos, analizaremos y darán propuestas de solución.

### **3.2.1 Seis Sigma**

#### **3.2.2 Descripción de Proyecto**

La necesidad del IMSS es el tener el producto en tiempo y forma. Y uno de los procesos que retrasa la entrega de los pedidos es la actividad de “captura de los pedidos en el ERP-JDE”, con el 27.3%. Ahora se pretenderá mejorar esta actividad con la finalidad de mejorar esta actividad. De tal manera que llegamos a la definición del proyecto:

**“Aplicar los Métricos de la metodología Seis sigma para identificar el nivel de sigma del subproceso de atención a clientes, llamado Captura de Pedidos.”**

El análisis del diagrama de Causa- Efecto muestra que el tardío de captura de las órdenes es causado por: Véase en el Anexo 2

- Nunca se sabe el tiempo en que puede el IMSS emitir la orden de reposición.
- Falta de recursos tecnológicos
- Falta de recurso humano
- Falta de sentido común en los ejecutivos, los fines de semana capturan el 3% del total.

De las posibles causas mencionadas anteriormente, la más cuantificable y posible es la última, para la cual se desarrollo el análisis estadístico más adelante.

Ponderando las causas, se encuentra que el mayor porcentaje que afecta al problema es la falta de sentido común en los ejecutivos, en general el mes que se midió fue en Septiembre 2007 que los viernes únicamente confirman y no capturan nada.

Además de que no existe un sistema que permita a los Representantes avisarles que se tienen ordenes de reposiciones nuevas, en el sistema.

Es importante mencionar que se tuvo un par de reuniones con el personal de Atención a clientes para conocer al detalle sus actividades y en especifico la de la captura del pedido.

A continuación se presenta el análisis estadístico del cuarto punto antes mencionado.

#### **3.2.3 Descripción de la variable Tiempo de captura del pedido**

Para la variable tiempo de captura del pedido adoptaremos la designación X0.

A continuación presentamos su tabla de frecuencias: Véase Tabla 12 y Figura 30

X0	F	Fr.	fr-%	F	Fr	Fr%
0	32	0.0283	2.8	32	0	2.8
1	756	0.669	67	788	1	70
2	49	0.0434	4.3	837	1	74
3	140	0.1239	12	977	1	87
4	84	0.0743	7.4	1061	1	94
5	49	0.0434	4.3	1110	1	98
6	7	0.0062	0.6	1117	1	99
7	1	0.0009	0.1	1118	1	99
8	3	0.0027	0.3	1121	1	99
9	1	0.0009	0.1	1122	1	99
10	0	0	0	1122	1	99
11	0	0	0	1122	1	99
12	0	0	0	1122	1	99
13	1	0.0009	0.1	1123	1	99
14	2	0.0018	0.2	1125	1	100
15	4	0.0035	0.4	1129	1	100
16	0	0	0	1129	1	100
17	0	0	0	1129	1	100
18	0	0	0	1129	1	100
19	1	0.0009	0.1	1130	1	100
n	1130	1	100			

Tabla 12. Tabla de frecuencias absolutas, relativas, porcentuales y acumulada de la variable "Captura de pedidos" X0

Esta tabla se obtuvo con base a los datos del mes de septiembre 2007 que nos proporciono el reporte de la ruta crítica (el sistema que TI nos ayudo a construir) de esta manera solo se tomó los datos de la actividad X0, donde expresa que de los 1130 pedidos que se emitieron en el mes de septiembre, las ordenes de reposición que emitió el IMSS el mismo día solo fueron capturadas 32 por los representantes, pasan 24 hrs después de la emisión y logran capturar 756 pedidos y as sucesivamente. La variable X0 presenta una moda de 1 con el 66.90% de los casos. El rango máximo tiene un valor de 19, pues va desde el mínimo de 0 hasta el máximo de 19.

El rango entre cuartiles tiene un tamaño de 2, donde el cuartil 1 vale 1 y el cuartil 3 vale 3, lo cual nos indica una concentración notablemente cargada hacia la izquierda.

Ahora que se sabe que la variable X0 se presenta una oportunidad para mejorar la actividad se utilizará la metodología Seis sigma para proponer un cambio en el procedimiento para que mejore. Véase anexo 2 los diagramas de bloques de las áreas de Atención a clientes y su cliente interno, Planeación.

### Distribución de frecuencias - Tiempo de Captura

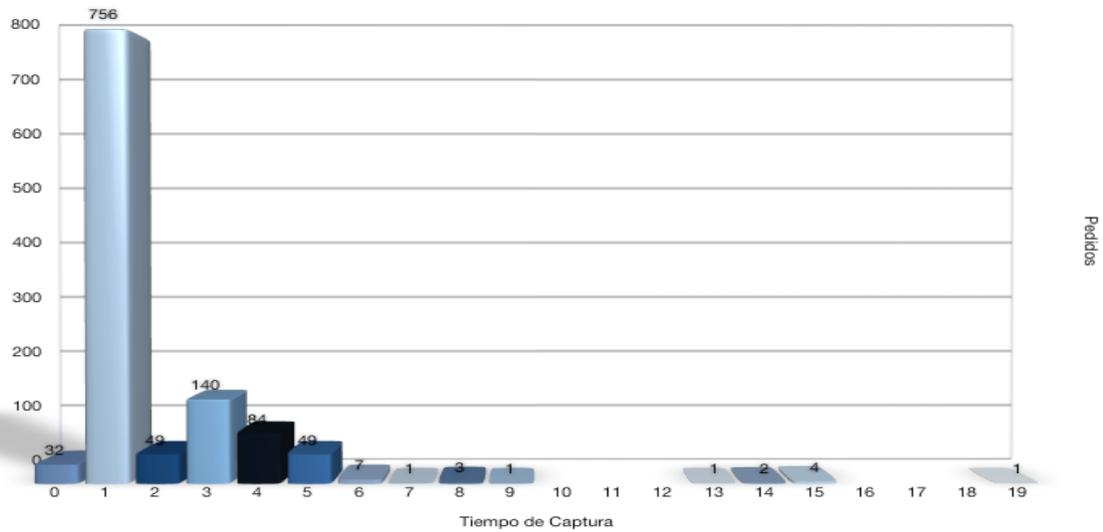


Figura 29 Tiempo de Captura "X0"  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2007

Se presentaron 13 datos atípicos, lo cual nos representa el 1.15% de la muestra.

Se encontró que el promedio de días en que se captura un pedido es 1.82.

Una de las observaciones del proceso es que de esta actividad captura el 69.73% de los pedidos el mismo día o al día siguiente y el resto en más días. De aquí surge la pregunta de tratar de explicar estadísticamente si existe alguna relación con el día de la semana en que llegan y la cantidad de pedidos que se reciben en la empresa.

#### 3.2.4 Análisis de relación de variables entre $X_t$ y $X_0$

Al utilizar las técnicas de análisis exploratorio de asociación construimos la tabla de frecuencias conjuntas para la variable  $X_t$  y  $X_0$ . Véase Tabla 13

X	Xt																			n							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	
0	2	2	4	1	7	6	6	3						1													32
1	1		4	1	5	4	24	15	6		42	25	9	1	1	1	1			2	1						756
2				1			14	17	1	0	2			2	3												49
3				1	1	1	14	7	1	59	25	9	7	1		2	1	1									140
4						2	8	4		5	36	5	4	3	4		1		2								84
5						1	5	8		3	17	4	6		4							1					49
6											5	2															7
7							1																				1
8										1	1		1														3
9														1													1
13														1													1
14																1	1										2
15																	3					1					4
19																										1	1
N	3	2	8	4	3	13	29	19	7	11	10	4	4	2	2												1,130

Tabla 13 Tabla de frecuencias conjuntas para la variable X0 y Xt  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

A continuación se muestra la gráfica de dispersión de los diferentes valores de Tiempo de Entrega Total (x) vs. Tiempo de Captura de los pedidos (y). Se presenta la figura 30

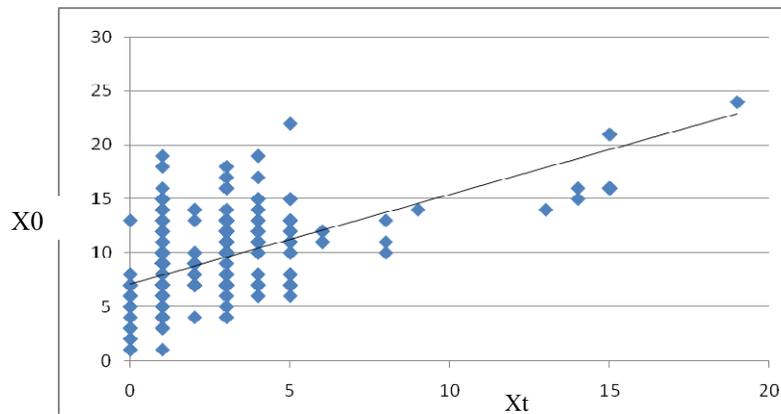


Figura 30 Gráfica de dispersión Xt vs X0  
Fuente: Farmacéuticos Maypo

Del banco de datos de JDE se obtienen los siguientes valores: Véase tabla 14

Variable	Resultado
$S_{XtX0}$	3432.53
$S_{XtX0}$	2821.88
$S_{XtX0}$	8486.41
$R_{Xt,X0}$	0.5228
$R^2_{XtX0}$	0.2734
Mínimos Cuadrados	$Y = 0.8221X + 7.1433$

Tabla 14 Regresión lineal de XtX0

De acuerdo a los datos obtenidos encontramos que, de los ocho procesos involucrados en el tiempo de entrega total, existen dos cuyo porcentaje de explicación de variabilidad es mucho mayor a los seis restantes, a continuación se muestran los porcentajes, Véase tabla 15

Nombre Variable	%
X0	27.3
X1	24.8
X2	6.6
X3	6.4
X4	1.4
X5	1.7
X6	0.8
X7	2.7

Tabla 15 % de variabilidad de las ocho variables

Donde el cálculo del coeficiente es necesario recordar:  $S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  — 33

$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2$  \_\_\_\_\_ 34

$S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2$  \_\_\_\_\_ 35

Calculo del coeficiente de correlación:

$$R_{X,Y} = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX}} \sqrt{S_{YY}}} \quad \text{-----} \quad 36$$

Las gráficas de dispersión de cada una de las variables se encuentran en el anexo 1. Estos cálculos no permiten establecer asociación lineal. Con base a los resultados obtenidos es posible determinar que no existen evidencias de una tendencia lineal monótona entre el tiempo de captura de pedidos y de entrega total, pues tan solo el 27.34 % de la variabilidad en los tiempos de entrega se explica por la variabilidad en el tiempo de captura de pedidos.

Con los datos obtenidos se puede mencionar lo siguiente:

1. No existe evidencia estadística de una asociación lineal significativa entre el tiempo de captura de pedidos y el tiempo de entrega total.
2. No hay evidencia de una asociación lineal significativa entre el tiempo de entrega total y otro tiempo de los procesos involucrados en la captura, surtido, embarque y entrega del pedido.
3. Cada uno de los procesos explica una pequeña parte de la variabilidad del tiempo de entrega total (Ver anexo 1)
4. Al optimizar los procesos de tiempo de captura y tiempo de X0 podrá optimizarse el tiempo total de entrega, sin embargo, esto no asegura que la meta de 10 días o menos sea cumplida.

Con la finalidad de explicar si existe algún tipo de asociación entre la variable X0 y el día de la semana en que se recibe el pedido y la cantidad de pedidos recibidos en la semana se plantean la variable DS (Días de la semana) que es una variable cualitativa nominal que identifica al día de la semana en la que se recibió el pedido siendo domingo 1, lunes 2, martes 3 y así sucesivamente. Véase tabla 16, 17, 18 y 19.

### 3.2.5 Análisis de variables conjuntas

DS	X0														Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	19		
<b>1</b>			5	1											1	7
<b>2</b>	5	236	21	9				1	1				1			274
<b>3</b>	11	224	12	10	1							1	3			262
<b>4</b>	1	187	10			10	2	2				1				213
<b>5</b>	10	89	1		61	31	5									197
<b>6</b>	5	20		120	22	8	1				1					177
<b>Suma</b>	32	756	49	140	84	49	7	1	3	1	1	2	4	1		1,130

Tabla 16 Frecuencia conjuntas para la variable x0 dada DS

		X0														
DS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	19	n=	
1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	
2	0%	21%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	24%	
3	1%	20%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	23%	
4	0%	17%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	19%	
5	1%	8%	0%	0%	5%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	
6	0%	2%	0%	11%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16%	
n=	3%	67%	4%	12%	7%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Tabla 17 Tabla de frecuencias condicionales relativas para la variable x0 dada DS

De la tabla de arriba se observa que se captura el 70 % de los pedidos el mismo día o al día siguiente y el 3% de los pedidos son capturados el día que llegan.

		X0														
DS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	19	%	
1	0%	0%	71%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	100%	
2	2%	86%	8%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
3	4%	85%	5%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	100%	
4	0%	88%	5%	0%	0%	5%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
5	5%	45%	1%	0%	31%	16%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
6	3%	11%	0%	68%	12%	5%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	100%	

Tabla 18 Frecuencias condicionales relativas para la variable X0 dada DS

Con base en la tabla de arriba se nota que la captura solo el 3% de los pedidos que salen los viernes, el 11% los dejan para el siguiente día (Sábado) El lunes siguiente ingresan el 68% de los pedidos del viernes y el 17% restante entre martes y miércoles.

		X0													
DS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	19	
1	0%	0%	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
2	16%	31%	43%	6%	0%	0%	0%	0%	33%	100%	0%	0%	25%	0%	
3	34%	30%	24%	7%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	75%	0%	
4	3%	25%	20%	0%	0%	20%	29%	0%	67%	0%	0%	50%	0%	0%	
5	31%	12%	2%	0%	73%	63%	71%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

6	16%	3%	0%	86%	26%	16%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 19 de frecuencias condicionales relativas para la variable DS dada X0

En esta tabla se observa que se captura solo el 16 % de los pedidos que salen el lunes el mismo día, 34% al día siguiente.

De los puntos anteriores se sugiere analizar la cantidad de pedidos que se reciben contra la cantidad de pedidos que se capturan por día de la semana. De lo anterior se obtienen las siguientes tablas.

Donde DS (Día de la semana) en que se recibe el pedido y DC es el día en que se capturan los pedidos. Aquí suponemos intercambiabilidad en los datos.

Véase tabla 20 y 21.

DS	Fr
1	7
2	274
3	262
4	213
5	197
6	177
n=	1,130

Tabla 20 Día de la semana

DC	fr
2	196
3	310
4	265
5	221
6	116
7	22
n=	1,130

Tabla 21 Día que se captura

Con la información de la tabla 20 siendo x, el día de la semana y y, la cantidad de pedidos recibidos y sin tomar en cuenta la información del domingo. Se calcula el coeficiente de correlación.

$$R = -0.979$$

$$y = -25.9x + 328.2$$

$$R^2 = 0.9581$$

De lo anterior podemos concluir que existe una fuerte evidencia de asociación lineal negativa, además el 95% de la variabilidad de y esta explicada linealmente por x.

Es decir el 95% de la variabilidad en la cantidad de pedidos recibidos esta explicada linealmente por el día de la semana. Al ser negativa la pendiente se concluye que el lunes se recibe la máxima cantidad de pedidos y el viernes la mínima. Además de acuerdo con las tablas anteriores se observa que:

1. Los lunes son los días que mas pedidos llegan
2. los viernes se capturan solo el 3%
3. Los lunes es el día que se tienen más pedidos para capturar porque están los que se reciben, más los que se dejan pendientes.

Ahora es conveniente saber si existe algún tipo de relación entre los pedidos que son capturados entre jueves y viernes y los que son capturados en máximo un día. De lo anterior se definen las variables ( $X_t$  cuando  $X_0$  es menor o igual a 1 y  $x_t$  cuando  $x_0 > 1$ ). A

continuación se presentan las tablas 22 y 23 de frecuencias para cada una de las variables.  
Véase figura 31

<b>Xt cuando X0 es menor o igual a 1</b>			
	<b>fr.</b>	<b>%fr</b>	<b>%F</b>
1	3	0%	0%
2	2	0%	1%
3	8	1%	2%
4	12	2%	3%
5	32	4%	7%
6	130	16%	24%
7	251	32%	56%
8	154	20%	75%
9	66	8%	84%
10	42	5%	89%
11	25	3%	92%
12	19	2%	94%
13	14	2%	96%
14	11	1%	98%
15	15	2%	99%
16	1	0%	100%
17	0	0%	100%
18	2	0%	100%
19	1	0%	100%
y mayor...	0	0%	100%
<b>SUMA</b>	<b>788</b>		

Tabla 22Xt: 0<1

<b>Xt cuando X0 es mayor a 1</b>			
	<b>fr</b>	<b>%fr</b>	<b>%F</b>
1	0	0%	0%
2	0	0%	0%
3	0	0%	0%
4	2	1%	1%
5	1	0%	1%
6	4	1%	2%
7	42	12%	14%
8	36	11%	25%
9	11	3%	28%
10	70	20%	49%
11	84	25%	73%
12	30	9%	82%
13	30	9%	91%
14	9	3%	93%
15	9	3%	96%
16	6	2%	98%
17	2	1%	98%
18	1	0%	99%
19	2	1%	99%
20	0	0%	99%
21	1	0%	99%
22	1	0%	100%
23	0	0%	100%
24	1	0%	100%
y mayor...	0	0%	100%
<b>n</b>	<b>342</b>		

Tabla 23Xt: X0>1

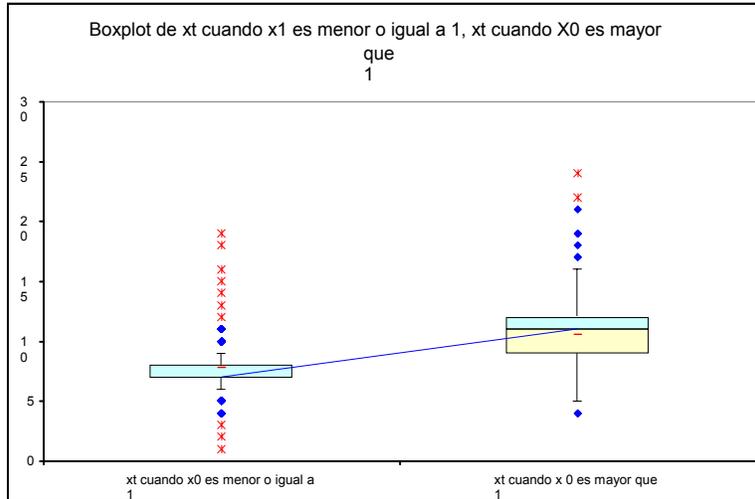


Figura 31 Gráfica de comparación de las variables.  
Fuente: Farmacéuticos Maypo (2007)

### 3.2.6 Métricos del proyecto

Para efectos de la tesis se mostrará datos del mes de Septiembre del 2007 de las actividades de Confirmación del pedido y la introducción de la información como tal en JDE, de tal manera que estas dos actividades componen el subproceso de Captura del pedido.

Se recuerda que por unidad se entiende como un producto o servicio completo, para nuestro caso, la unidad es el servicio es la que hace el representante de Atención a Clientes que es la captura de pedidos. Véase figura 32 y tabla 24.

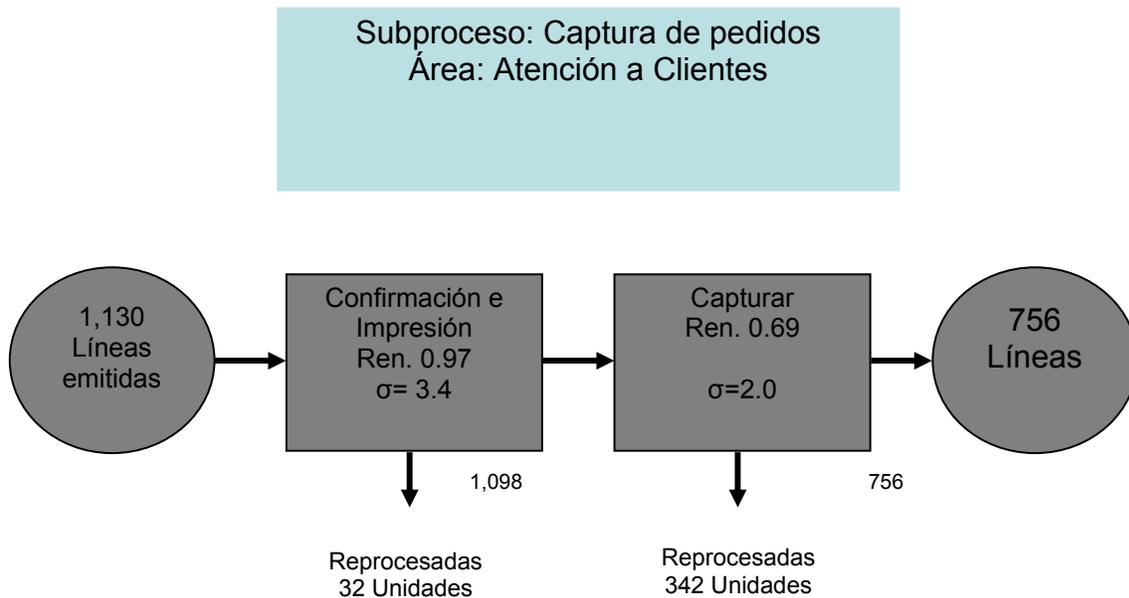


Figura 32 Subproceso de Captura de pedidos  
Fuente: Farmacéuticos Maypo 2008

Confirmación del pedido	
Función	Confirmación del pedido
Producto	Líneas impresas
Defecto	No son confirmadas
Número de Defecto	32
Unidad	Líneas
Número de unidades	1,130
Número de Oportunidades	1

Tabla 24 Cálculo de índices de Sigma de la actividad de Confirmación del pedido

**\*DPU (Defectos Por Unidad)**

Por defecto entenderemos como la línea que no fue confirmada el mismo día que se emitió.

$dpu = \text{Total de defectos observados} / \text{Total de Unidades procesadas.}$

$dpu = 32/1,130$

$dpu = 0.02831858$

**\*DPMO (Defectos por millón de Oportunidades)**

$dpmo = dpu / \text{Oportunidades /Unidad} * 1000,000$

$dpmo = 28,318.5841$

**\*Capacidad del Sub-Proceso : Nivel de Sigma**

Se uso la fórmula de Excel para convertir el porcentaje de error a su nivel de sigma respectivo con la función  $\text{Distr.Norm.Estand.Inv}(x) + 1.5$

X es el valor donde esta la cifra de DPU. Este valor es la base del cálculo, y se considera como el área que queda fuera de los límites de la curva de la distribución normal. A este valor se le determina su conversión a sigmas con la fórmula antes mencionada, la cual representa el inverso del valor de tablas de la distribución normal; es decir, las tablas originalmente fueron diseñadas para entrar a indagar el valor “normalizando” o las sigmas y encontrar el porcentaje que da el valor en sigmas. Finalmente se le suma  $1.5 \sigma$  porque las desviaciones estándar también pueden variar, dando un margen de 1.5.

$= \text{ABS}(\text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(0.02831858) + (1.5))$

Nivel de Sigma:  $3.4\sigma$

En resumen:

Concepto	Resultado
Dpu	0.02831858
Dpmo	28,318.5841
Error	2.83%
Nivel de Sigma	3.4 $\sigma$ y 2.0 $\sigma$

Tabla 25 Resumen de las métricas de Six sigma

Respecto al subproceso de Captura de líneas (pedidos), los datos son los siguientes:

Captura del pedido	
Función	Captura del pedido
Producto	Líneas en JDE
Defecto	No capturadas
Número de Defecto	342
Unidad	Líneas Capturadas
Número de unidades	1,098
Número de Oportunidades	1

Tabla 26 Métricas del captura de pedidos

Concepto	Resultado
Dpu	0.31147541
Dpmo	311,475.41
Error	31.14
Nivel de Sigma	1.99 $\sigma$

Tabla 27 Resultados de la métrica de sigma

Por consiguiente el Rendimiento del proceso de  $Y = 1 - (374/1,130)$

$Y = 0.67$

Por lo tanto el proceso requiere de implementación de mejora definitivamente el desempeño de este sub-proceso es bajísimo.

### 3.2.7 Diseño

Dato	Líneas Capturadas
Tiempo para dar el servicio	3 Minutos
Razón de servicio (líneas/mini)	0.5 líneas/ min.
Demanda (líneas / hora)	0.5022 líneas/min.
Cantidad de estaciones	2 recursos humanos

Tabla 28 Líneas de captura

### 3.2.8 Capacidad

$\lambda$ = Demanda

$\mu$ = Razón de servicio\* Cantidad de estaciones

$\rho = \lambda/\mu$ ;  $\rho = 0.50/(0.5022*2)$

$\rho = 0.502222222*100$

$\rho = 50.22222222\%$

Si tenemos a dos personas dando este servicio actualmente, entonces con el resultado anterior nos dice que lo correcto es: solo se debe de tener una persona, porque estaría al 100%, sin embargo implicaría que solamente, este se dedicara únicamente a esta actividad sin embargo se sabe que no es así, lo que si se puede hacer es que le dediquen más tiempo a esta actividad.

Por otro lado calcularemos la capacidad de de este sub proceso para saber si son suficiente dos personas.

Razón de servicio = 2 recursos humanos /2 min= 1

Las líneas llegan a razón de 0.5022/min.

Entonces:

Capacidad =  $0.5022/1 = 1.99$  ósea el 199%

La conclusión es que las dos personas son demasiado para esa actividad.

Las primeras sugerencias que se dieron para mejorar este subproceso fue que los viernes y sábados capturen pedidos.

### 3.3 Modelo de Inventarios Estocástico

Actualmente se tiene claves que están licitadas o adjudicadas, es decir son claves que ya tienen un contrato en su mayoría de un año, esto significa que se tiene la cantidad asignada para su distribución. Entonces es cuestión de esperar la orden de reposición que es emitida por el Instituto Mexicano del Seguro Social, que entre otros aspectos proporciona información como el lugar, cantidad y descripción del medicamento que necesita la delegación correspondiente.

El problema que representa este tipo de casos es que nunca se sabe la cantidad requerida.

### **3.3.1 Ejemplo: Clave 4277 Viread**

En FM se manejan más de 86 claves únicamente para la unidad de negocio del IMSS, de las cuales la clave 4277 mejor conocida como Viread, representa monetariamente hablando un porcentaje considerable en las utilidades de la empresa. Además de que el proveedor que nos facilitó este medicamento también representa uno de los laboratorios más importantes que se tiene actualmente, este es llamado Específicos Stendhal S.A. de C.V. Es importante mencionar que para el caso del Viread el 80% de los contratos, vencen en 1 año por lo tanto la asignación total que ganó Maypo se tomará como la demanda anual.

### **3.3.2 Características general de la clave 4277**

Clave cuadro básico: Viread 300Mg Tabletas C/30

Sal: TENOFOVIR DISOPROXIL FUMARATO

Cada tableta contiene: Tenofovir disoproxil fumarato.....300mg

Excipiente, c.b.p 1 tableta

Viread: Es para su uso en combinación con otros medicamentos anti- VIH para el tratamiento de la infección por VIH-1 en adultos. Viread es dosificado como una pastilla, tomada una vez al día, con o sin alimentos.

Ahora que sabemos esta información se empezará con el análisis de inventarios para este medicamento. Iniciaremos por determinar los costos:

### **3.3.3 Costo por ordenar**

Análisis de costos de una orden de compra que ocurre 8,600 veces al año.

Véase tabla 29.

<b>Gastos</b>	<b>Sueldos anuales (en millares) \$</b>	<b>Personal</b>	<b>Costo anual (en millares)</b>
Gerente de Operaciones	720	1	720
Gerente de Compras	300	1	300
Gerente de Planeación	360	1	360
Compradores	108	7	756
Planeadores	120	4	480
Coordinador Planeador	144	1	144
Empleados de recibo	60	4	240
Empleados de Cuentas por pagar	66	5	330
Papelería			8
Gastos Generales			345
<b>Total</b>			<b>2,963</b>

Tabla 29 Costos por ordenar

### **Costo de una orden de compra**

$\$2,963,000 / 8,600 = \$344.53$ .

### **3.3.4 Costo de compra**

El costo del Viread es de \$ 3,123.4 por unidad.

### 3.3.5 Costo por almacenar

Artículo	% aplicado anual
Intereses sobre el dinero invertido	7.74
Impuestos	1
Almacenamiento (refrigerado, calefacción, alumbrado)	0.5
Obsolescencia y depreciación	1
Seguro	1
<b>Total</b>	<b>11.24%</b>

Tabla 30 Costo por almacenar

$$H = i * C$$

$$H = (0.1124 * \$3,123.4)$$

$$H = \$351.07$$

Demanda = 27,518.

Usando la fórmula de cantidad de pedidos económico.

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2 * D * K)}{iC}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 27,518 * 344.53}{0.1124 * 3123.4}}$$

$$Q^* = 233 \text{ unidades}$$

### 3.3.6 Costos Totales

$$= (\$344.53) * (27,518 / 233) \\ = \$40,655.12$$

Costo de compra anual

$$= C * D \\ = \$3,123.4 * 27,518 \\ = \$85,949,721.20$$

Costo de conservación anual

$$= \frac{Q^*}{2} * (H) \\ = 233/2 * (\$351.07016) \\ = \$40,899.67$$

La siguiente combinación de los tres componentes da como resultado el siguiente costo anual total al ordenar en cantidad de tamaño  $Q = 233$  pzs

$$\text{Costo anual total} = \$40,655.12 + \$85,949,721.20 + \$40,899.67$$

$$\text{Cat} = \$86,031,275.99$$

Se debe recordar que FM es una distribuidora que sus pedidos pueden emitirse con distintas cantidades y como tal se tiene que considerar fluctuaciones donde se tiene que resolver términos como, cuándo y cuánto ordenar y para ello se debe de introducir al sistema probabilístico.

### 3.3.7 Punto de reorden: Una variable incierta (demanda)

Consumo durante el periodo que comprende desde el momento en que se hace el pedido al proveedor hasta la llegada al almacén del Viread.

Mes	Cantidad (pzas)
Enero	4,225
Febrero	3,442
Marzo	3,027
Abril	3,126
Mayo	2,857
Junio	2,067

Tabla 31 Demanda, 1er semestre Viread 2008

El total es de 18,744 piezas, dividido entre 6 meses da un promedio de 3,124 pzas; pero tal promedio nos dice poco, puesto que en ocasiones se ha consumido mensualmente 4,225 y en otras 2,067. Entonces recurriremos al cálculo de la desviación estándar como sigue:

X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
4225	1094	1,196,836
3442	311	96,721
3027	104	10,816
3126	5	25
2857	274	75,076
2067	1064	1,132,096
$\Sigma X = 18,744$	$\Sigma (X - \bar{X})^2$	2,511,570

Tabla 32 Desviación estándar

$$\bar{X} = \frac{18,744}{6} = 3,124$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{2,511,570}{5}}$$

$$\sigma = 709 \text{ unidades}$$

Por tanto, la desviación estándar de los consumos de los 6 meses es de 709 piezas.

La compañía establece la política de administrar 2% faltante, es decir, de alcanzar, 98% de seguridad y se sabe por tablas que representa  $Z = 2.05$ .

Así que el producto de  $Z * \sigma$ , da como resultado las piezas de reserva.

$$2.05 * 709 = 1,453 \text{ unidades}$$

Ahora, al sumar 3,124 unidades promedio y 1,453 unidades, el resultado indica que debe reordenarse cuando las unidades hayan llegado a un mínimo de 4,577 pzas.

Nivel de seguridad %	Desviación estándar bajo la curva	Número de unidades de reserva	Costo anual de Reservas (\$)
95	1.64	1,163	408,210.15
96	1.75	1,241	435,590.10
97	1.88	1,333	467,948.22
98	2.05	1,453	510,262.69
99	2.33	1,652	579,957.108

Tabla 33 Niveles de servicio y de costos de existencias de reserva.

Recordar que el costo anual de mantenimiento de existencia de reserva es de \$351.07, por tanto, mantener 1,453 piezas de reserva para una confiabilidad de 98% de no tener faltantes, cuesta anualmente \$ 510, 263.

### 3.3.8 Punto de reorden: Dos variables inciertas (demanda $\bar{\mu}$ y tiempo $t_L$ )

En la mayoría de las empresas se tiene una variable incierta como la demanda, sin embargo en la empresa FM hay otra variable incierta como el tiempo de espera o de entrega, ante esta situación se procede a resolver el problema de los puntos de reorden, usando fórmulas donde la variabilidad total es  $\sigma_T^2 = t_L \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \sigma_{t_L}^2$ .

Donde:

$\sigma_{\bar{d}}$  = desviación estándar de la demanda por periodo,

$\bar{\mu}$  = demandad durante el tiempo de entrega

$\bar{d}$  = demanda promedio por periodo

$t_L$  = Tiempo de espera

La desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega es  $\sigma = \sqrt{t_L} \sigma_d$  y la incertidumbre de la demanda durante el tiempo de entrega se expresa:  $\bar{\mu} = \bar{d} * t_L$  y una varianza de  $\sigma_{\bar{\mu}}^2 = \bar{d}^2 * \sigma_{t_L}^2$ .

Amanera de problema de inventarios se determinará el punto de reorden del medicamento del Viread considerando los siguientes datos que abajo de mencionan. El laboratorio esta incurriendo en variabilidades en los tiempos de entrega promedio de 1.24 días o 0.18 semanas, con una desviación de un día o 0.14 semanas. Véase anexo 1. El promedio semanal de la demanda es de 641 pzas con una desviación estándar de 424. Con un nivel de servicio de 98%. Se sabe que existe variabilidad de la demanda durante tiempo de entrega o espera.

Datos:

$\bar{d} = 641$  (éste dato se tomó de la base de datos del área de planeación)

$$\sigma_{\bar{d}} = 424 \text{ piezas}$$

$$t_L = 0.18 \text{ semanas (éste dato se tomó de la base de datos del área de planeación)}$$

$$\sigma_{t_L} = 0.14 \text{ semanas (éste dato se tomó de la base de datos del área de planeación)}$$

$$\sigma_{\mu} = 277 \text{ (éste dato se tomó de la base de datos del área de planeación)}$$

$$Z_{98\%} = 2.05$$

$$\sigma_T^2 = t_L \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \sigma_{t_L}^2$$

$$\sigma_T^2 = 0.18(424^2) + (641^2)(0.14^2)$$

$$\sigma_T^2 = 40,413$$

Para determinar nuestro nivel de seguridad, se recurre a la fórmula:

$$B = z \sigma_{\mu} * \sqrt{t_L}$$

$$B = 2.05(277) * \sqrt{0.18}$$

$$B = 240 \text{ unidades}$$

*Demanda durante el tiempo de entrega*

$$\bar{\mu} = \bar{d} * t_L$$

$$\bar{\mu} = (641 * 0.18)$$

$$\bar{\mu} = 114 \text{ unidades}$$

*Punto de reorden*

$$R = B + \bar{\mu}$$

$$R = 240 + 114$$

$$R = 354 \text{ unidades}$$

Estas fórmulas se pueden aplicar para cada una de las claves que se tiene en el IMSS, estableciendo una tabla como se muestra en el anexo 1.

Ahora bien, antes de determinar todos los cálculos se estableció un sistema de clasificación ABC, donde se clasificó a los laboratorios de mayor importancia en términos monetario que se tratan con cada uno de ellos. Además se hizo una clasificación por los productos de cada laboratorio estableciendo una jerarquización de acuerdo a los montos. Véase anexo 1.

# CAPÍTULO IV

## Resultados y Conclusiones

### 4.1 Resultados

Los resultados que se presentan a continuación se dividen en las etapas de la intervención:

#### a) Diagnóstico

De acuerdo con las técnicas sencillas pero eficientes como el mapeo y ruta crítica se determinó que existen tres áreas de oportunidad las cuales son: Atención a Clientes, Planeación y Logística.

Dentro de las principales actividades se encuentran la captura de pedidos, la planeación de las compras y la elección de las rutas de distribución óptimas, respectivamente.

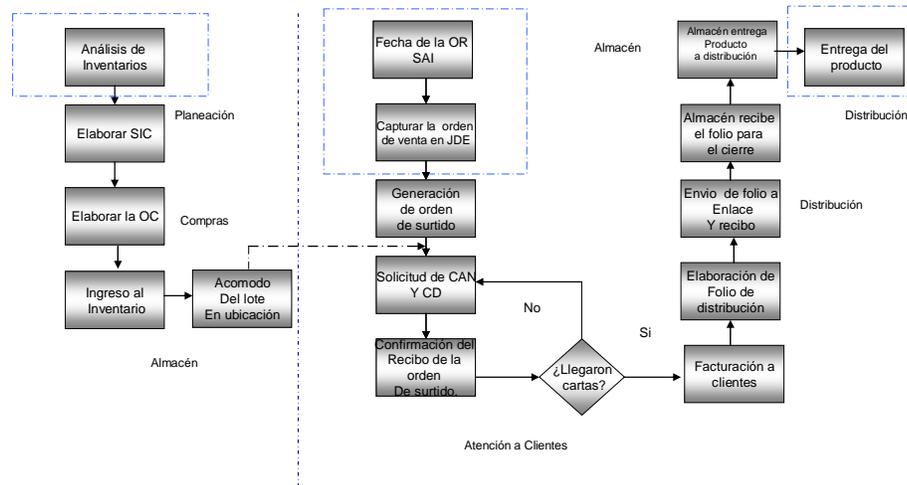
#### 1.- Mapeo de Procesos

Con el mapeo de procesos los resultados fueron tener la visión de la integridad de las áreas que participan en conjunto para el logro de la distribución del medicamento. De esta manera se obtuvo el conocimiento de las funciones de las distintas áreas.

Se logró el diseño de un macro mapa para este negocio de distribución que permite tener la secuencia de las distintas actividades para el logro del objetivo.

A continuación se presenta el diagrama y las áreas de oportunidad, sin embargo es importante destacar que el área de distribución por razones de tiempo no es parte del presente trabajo.

Macro Mapa de envío caso 11



Una vez obtenido el mapeo, se continuó para seguir con la Ruta Crítica, que más adelante se dará a conocer los resultados de esta técnica.

2.- Ruta Crítica

Con la ruta crítica los resultados fueron la determinación de los tiempos de cada actividad, sin considerar los costos, esto por motivos de la empresa donde la prioridad es el servicio. De tal manera que las actividades críticas con las que se trabajaron fueron las siguientes:

Variable	Nodo	Actividad	Área
X0	F	Fecha de la orden de reposición SAI (Sistema de abastecimiento Institucional)	AC
X1	G	Captura de la orden de ventas JDE	AC
X2	H	Generación de Orden de Surtido (OS)	AC
X3	K	Confirmación del recibo de la OS	Almacén
X4	Ñ	Facturación a clientes	AC
X5	O	Elaboración del folio para el cierre	AC
X6	Q	Recibe el folio para el cierre	Almacén
X7	R	Entrega a distribución	Almacén

AC = Atención a Clientes

Nombre Variable	% Tiempo duración
X0	27.3
X1	24.8
X2	6.6
X3	6.4
X4	1.4
X5	1.7
X6	0.8
X7	2.7

b) Mejora

3.- Six Sigma

En lo que respecta a la actividad de “Captura de órdenes de reposición” el resultado es el siguiente:

- El comportamiento de los datos de septiembre es representativo en los tiempos de todos los meses anteriores del año.
- El comportamiento futuro será similar al presentado en este mes, los valores futuros de las diferentes variables serán algunos de los contenidos en el banco de datos, todos los valores tienen la misma probabilidad de ocurrir.
- Los pedidos se entregarán en máximo 10 días con una confiabilidad del 76.54%.
- Para la variable  $X_t$  cuando  $X_0$  es menor o igual a 1, se entregarán los pedidos en un máximo de 10 días, cuando se captura el pedido el mismo día o al día siguiente la confiabilidad es del 89% y para  $X_t$  cuando  $X_0$  es mayor a 1, se entregarán los pedidos en máximo 10 días cuando se captura el pedido en más de dos días con una confiabilidad del 49%.

Además que:

No existe evidencia estadística de una asociación lineal entre el tiempo de captura de pedidos y el tiempo de entrega total. Dada la dispersión de los datos se implementó un análisis exploratorio de asociación para buscar relaciones que permitan explicar la variabilidad de manera puntual.

No hay evidencia de que una asociación lineal entre el tiempo de entrega total y otro tiempo de los procesos involucrados en la captura, surtido, embarque y entrega del pedido.

Cada uno de los procesos explica una pequeña parte de la variabilidad del tiempo de entrega total (Ver anexo 1). Por lo cual es necesario un análisis más exhaustivo para identificar patrones a fin de reducir las variabilidades de efectos localizados.

Al optimizar los procesos de tiempo de captura y tiempo de  $X_0$  podrá optimizarse el tiempo total de entrega, sin embargo, esto no asegura que la meta de 10 días o menos sea cumplida, por lo que es necesario el análisis de relaciones de variables para lograr la meta de reducción de los 10 días.

- El 70 % de los pedidos se capturan el mismo día o al día siguiente.
- El 3% de los pedidos solo son capturados el día que llegan.
- El 3% se captura los pedidos que salen los viernes, el 11% los dejan para el siguiente día (Sábado) El lunes siguiente ingresan el 68% de los pedidos del viernes y el 17% restante entre martes y miércoles.
- El 16 % se capturan los pedidos que salen el lunes el mismo día, 34% al día siguiente.

Los resultados de las métricas de six sigma del subproceso: “Captura de pedidos” fueron los siguientes:

Concepto	Resultado
Dpu	0.02831858
Dpmo	28,318.5841
Error	2.83%
Nivel de Sigma	3.4

Por consiguiente el Rendimiento del proceso de  $Y = 1 - (374/1,130)$   
 $Y = 0.67$

Dato	Líneas Capturadas
Tiempo para dar el servicio	Minutos
Razón de servicio (línea/mini)	5. líneas/ min.
Demanda (línea / hora)	0.5022 líneas/min.
Cantidad de estaciones	2 recursos humanos

Capacidad

$\lambda =$  Demanda

$\mu =$  Razón de servicio\* Cantidad de estaciones

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\rho = \frac{0.50}{0.5022 * 2}$$

$$\rho = 50.22\%$$

La capacidad de los dos recursos humanos son suficientes, dejando la posibilidad de tener exclusivamente un recurso en la detección y otro para la captura.

Se Sugiere hacer un análisis estadístico para determinar los tiempos de revisión.

Es importante mencionar que las sugerencias que se hicieron en el momento al área de Atención a Clientes (AC), es que se debía incrementar el tiempo de revisión de las órdenes de reposición proporcionadas por el IMSS de 1.23 hrs. a por lo menos 7 horas, utilizando un recurso humano para la captura y el otro para monitorear las emisiones de las órdenes que emite el IMSS.

Como un proyecto a mediano plazo sería importante implementar un método matemático probabilístico llamada Teoría de Colas para que Atención a Clientes tenga una referencia metódica y el representante conozca cada cuando deben de revisar las órdenes de reposición en la página de Internet del SAI.

Sería más factible que los procesos de Planeación y Atención a Clientes recibieran por correo electrónico éstas órdenes, ya que de esta manera aseguraríamos que la información fuera recibida por las personas involucradas, de esta manera mejoraría la rapidez de actuar ante back orders importantes con pocos días de entrega y el proceso de Logística tendría un mayor tiempo de respuesta para entregar de una manera óptima aunado a que las sanciones disminuirían.

También se recomienda AC que todos los días incluyendo los viernes y sábados se bajen las órdenes de reposición de la página del IMSS y se capturen el mismo día.

Para hacer entender a los representantes de AC esta dinámica, se dedicó tiempo para la comprensión y no hubo un significativo problema para el cambio de disposición.

Una vez que se dio esta instrucción durante el mes de Enero de este año se obtuvo un nivel de servicio del 99.43%, cuando en el año 2007 obtuvo un nivel de servicio de 91.49%, y un monto en sanciones de \$1,344,137, ahora en este año 2008 las sanciones se redujo un 32%.

#### 4.- Modelo de Inventario

##### Proceso de Planeación

El modelo matemático que es utilizado para este negocio es el de modelo estocástico uniproducción, para efectos de tesis se realizó un ejemplo utilizando un medicamento importante en el monto de ventas, es importante aplicarlos a las demás claves que se tengan en esa unidad de negocio, sin olvidar calcular los costos que llegue a tener cada medicamento y el tiempo de entrega que tiene cada proveedor, se recomienda que se use una plantilla como se muestra en la hoja 100.

De esta manera se lograrían dos cosas, una revisión óptima de las existencias y disminución de faltantes de productos, y de la optimización de los costos del inventario.

Es importante mencionar que los tiempos de entrega son diferentes para cada laboratorio sin embargo, son datos que fueron estudiados y analizados previamente y se tienen ya registrados, pero se recomienda que se analicen cada mes así como los puntos de reorden.

Para el caso del Punto de Reorden se consideró un nivel de servicio del 98% además se realizó un estudio acerca de los tiempo de entrega por proveedor y por producto.

Finalmente se propuso al final del estudio al gerente de Planeación un sistema de selectividad ABC para cada medicamento y laboratorio. La clasificación ABC tiene como finalidad reducir tiempo, el esfuerzo y el costo en el control de los inventarios.



## 4.2 Conclusiones

1) La documentación sistemática de la intervención en Farmacéuticos Maypo se logró teniendo como respaldo los resultados en un diagnóstico y por otro la optimización del proceso de distribución.

2) Con el mapeo y la ruta crítica se encontraron tres principales áreas de oportunidad para disminuir el tiempo de entrega de un pedido y a su vez eliminar sanciones que puede afectar de una manera considerable a las utilidades. Dichas áreas son: Planeación, Atención a Clientes y Distribución. Para efectos de esta tesis se analizaron las primeras dos áreas por cuestiones de tiempo.

3) El modelo de inventario que se implementó de acuerdo al negocio de FM es un modelo estocástico uniproducto, esto es porque a pesar de que se manejan diversos productos son independientes cada uno de ellos. Es un sistema de inventarios con demanda probabilística: Modelo de revisión continua, en lo que los niveles de inventario son comprobados continuamente y cuando se alcanza el punto de nuevos pedidos, se ordenan  $Q^*$  unidades. Además de establecer puntos de reordenes, se realizó, el ejemplo de un producto llamado Viread, sin embargo este mismo método se puede usar para las demás claves, en la unidad de negocio del IMSS, de esta manera se garantiza tener un inventario saludable, y sobre todo, se dará un plus al cliente interno, y que decir para nuestros clientes externos, al tener existencia siempre que exista un back order se anticipará para entregar antes de las fechas programadas.

4) Con el estudio realizado se detecta una organización en que los procesos implementados no fueron realizados de acuerdo a una manera optimizada, pareciera que se aprende con la experiencia, y que tiene procesos formados precisamente a la forma que mejor se cumpla el objetivo pero que no están acorde a las exigencias del mercado. Como ejemplo de ello es crear áreas como “seguidor de pedidos” o mejor llamado el equipo de “los bomberazos” que son las personas encargadas de dar seguimiento de los pedidos para ningún pedido caiga en sanción, este tipo de puestos son provocados quizá por una mala planeación de los procesos.

Ayudaría mucho el tener a líderes de proyectos que diagnostiquen y calculen las capacidades para saber donde se está ubicado y qué es lo que se quiere hacer para que posteriormente se implementen las técnicas correspondientes para ir al objetivo.

5) A lo largo de este proyecto y análisis del entorno de la empresa se observó que los directivos apuestan mucho por el servicio sin tomar en consideración análisis de costos.

En la medida que la dirección se proponga a decidir hacer estudios de costos por actividad y busque un equilibrio entre estas dos variables (costo vs tiempo) tendrá un avance básico de optimización de los recursos, aunado a la transacción de una empresa familiar a una empresa de clase media, se tendrán que romper paradigmas en cuanto a la toma de decisiones, además de buscar personal calificado que cuente con experiencia en técnicas de optimización de recursos y poco a poco dar el giro de 180° de una visión empresarial logrando el éxito de una empresa metódica y de clase mundial. Se debe de trabar mucho en principio por un sistema de información práctico, flexible y lógico en conjunto con

diagnósticos de la situación actual de la empresa en términos de optimización para después proponer sugerencias acerca de lo que hay que mejorar. Sin olvidarse de tener una comunicación mutua entre clientes internos porque muchas veces por más que se implante métodos de excelencia si no hay una cultura de comunicarse entre áreas no se llevara a cabo ninguna mejora.

Con este trabajo de tesis se realizó un micro análisis tomando en consideración a un sub proceso de todo el gran sistema FM el cual se mejoró al disminuir el tiempo de dicha actividad, si se pudo mejorar el tiempo de un subproceso llamado captura de pedido, qué podría resultar de mejorar todo los n subprocesos que existen.

Finalmente y para concluir este proyecto que sin duda pasará a ser uno de los momentos agradables de mi vida académica los problemas que se encontraron en la intervención fue el de la resistencia a la participación de algunos elementos, esto se resolvió de una manera muy sencilla al difundir correos, organizar juntas y dar a conocer el propósito y la funcionalidad que lograríamos al terminar dicho proyecto, además de que se iban demostrando paso a paso los resultados quedando como evidencia los avances, de esta manera se fue transparentando el interés por parte de las diferentes áreas, pero sobretodo ayudó el que la dirección estuviera comprometida con el proyecto.

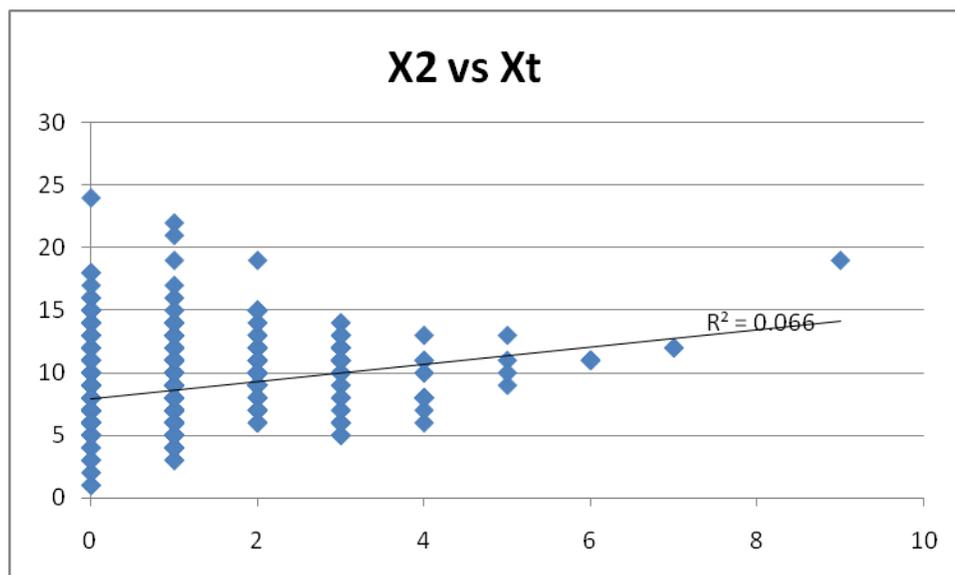
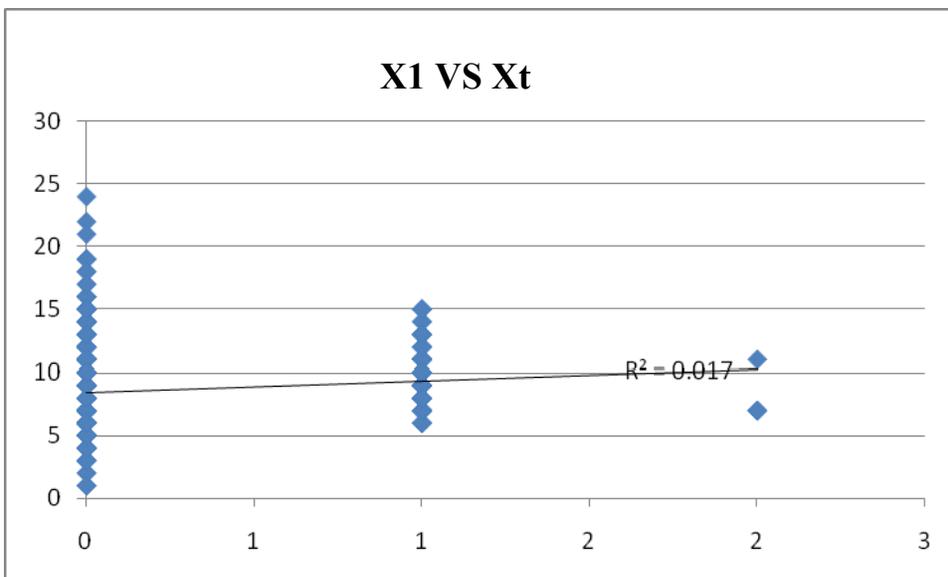
Otro problema con el que se encontró y el más complejo fue el de no tener un sistema de información que nos ayudara con datos básicos como por ejemplo: fechas de transacciones de cada proceso, que nos permitiera el tener una cronología por subproceso, como ejemplo citaré uno de ellos, donde se tenía que saber la duración del tiempo desde que se tenía un pedido y la fecha de cuándo se entregaba.

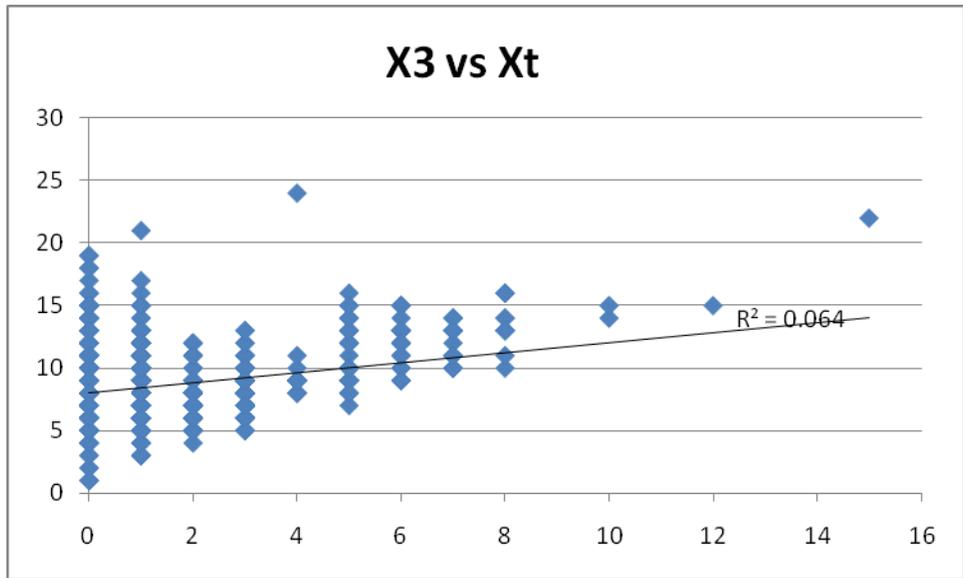
Este tipo de datos era imposible tenerlos de una manera pronta y sencilla así que, se determinó tener una participación en conjunto con el área de tecnología de información para que ayudara a implementar un sistema de tiempos por actividad que después la llamamos ruta crítica, donde se registrarán todas las actividades y los tiempos, sin embargo, el problema no terminaba aquí, porque el proceso de tecnología de información tuvo problemas para concluir este proyecto tardando seis meses en implementarlo y retrasando el objetivo. Esto fue porque lo que sucedía era que no cuadraba la información que se tenía en el sistema JDE con el sistema que estaban proponiendo, al final se logró el tan esperado objetivo.

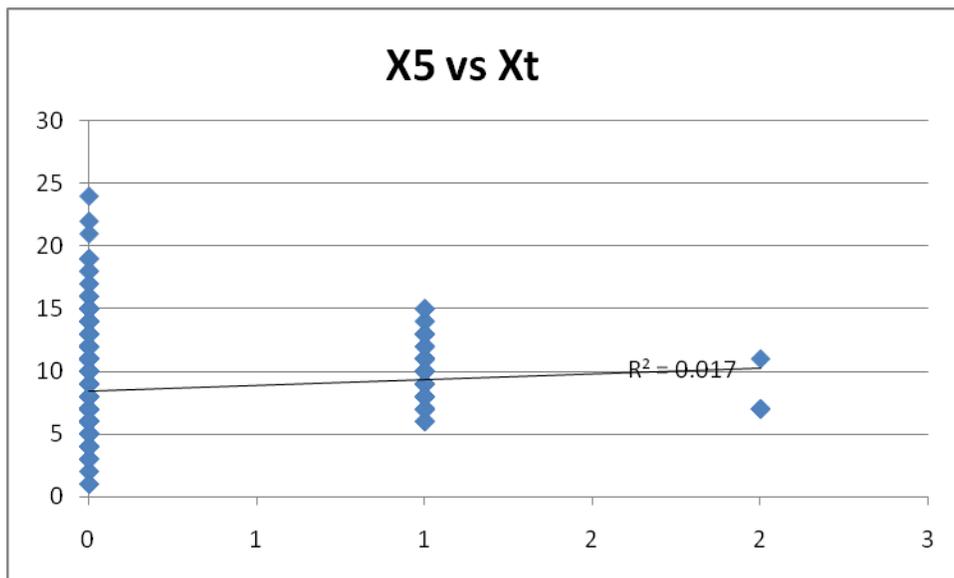
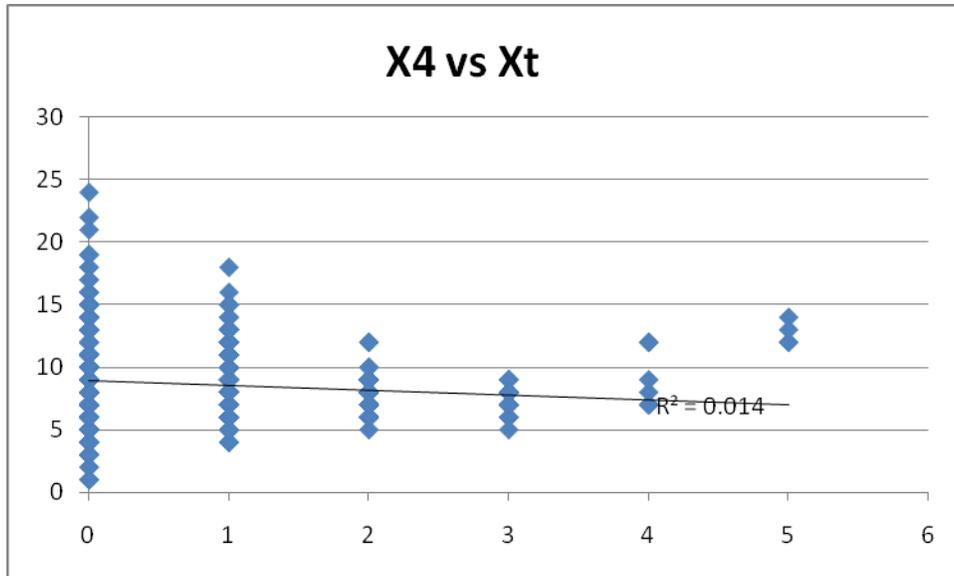
# ANEXOS

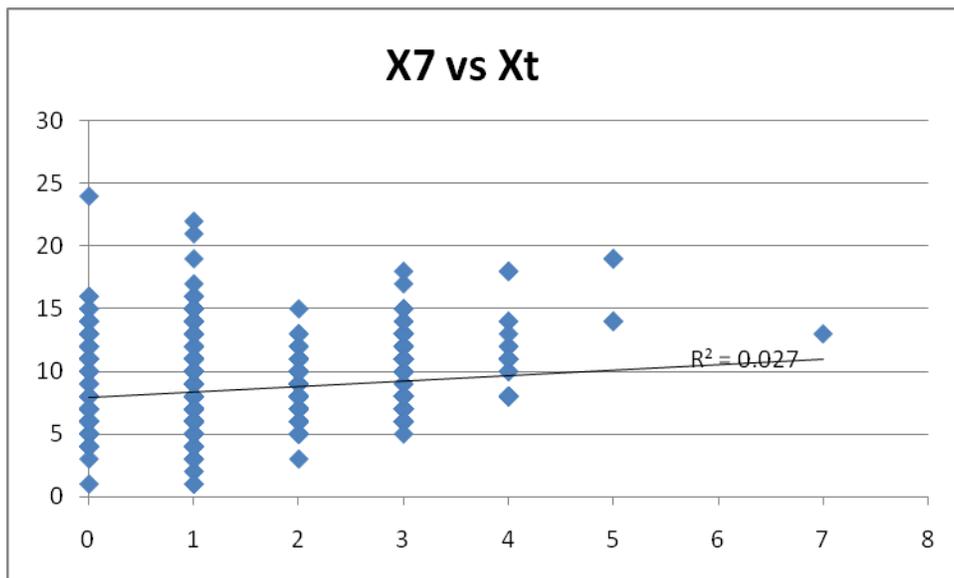
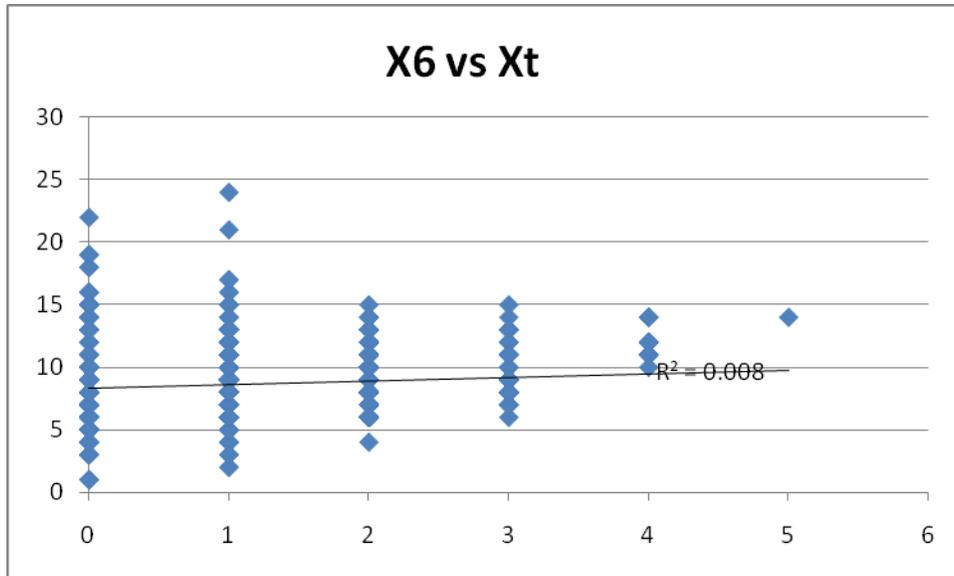
## Anexo 1

### 1.-Gráficas de dispersión de X1, X2, X3, X4, X5, X6 y X7 vs. Tiempo Total de Entrega









**2.- Ejemplos de promedios y desviaciones estándar de los tiempos de entrega de productos en FM**

<b>Promedio y Desv. Estándar por Medicamento</b>		
<b>Medicamento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desvest</b>
TRUVADA 300/200MG TAB C/30	0	1
EZETROL 10MG TAB C/28	1	1
<b>VIREAD 300MG TAB C/30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
GI CLINDAMICINA 300MG CAP C/16	2	1
URSOFALK 250MG CAP C/50	7	5
CANCIDAS 70MG SOL INY FA 10.5ML C/1	7	11
CANCIDAS 50MG SOL INY FA C/1	7	9
CARDISPAN 1G TAB MAST C/20	7	6
SINGULAIR 10MG CPR C/30	7	7

### 3.- Ejemplos de promedios y desviaciones estándar de los laboratorios que tardan en traer el producto

Promedio y desviación estándar por proveedor		
Proveedor	Promedio	Desvest
CSL BEHRING, S.A. DE C.V.	3	2
ESPECIFICOS STENDHAL, S.A. DE C.V.	4	10
LABORATORIOS SOPHIA, S.A. DE C.V.	4	2
SERONO DE MEXICO S.A. DE C.V.	4	0
FERRING, S.A. DE C.V.	4	0
OCTAPHARMA, S.A. DE C.V.	5	5
GRACEWAY MEXICO OPCO S DE RL DE CV	6	5
BAXTER, S.A. DE C.V.	6	13

## 4.- Ejemplos de propuesta de clasificación ABC por laboratorios y medicamento

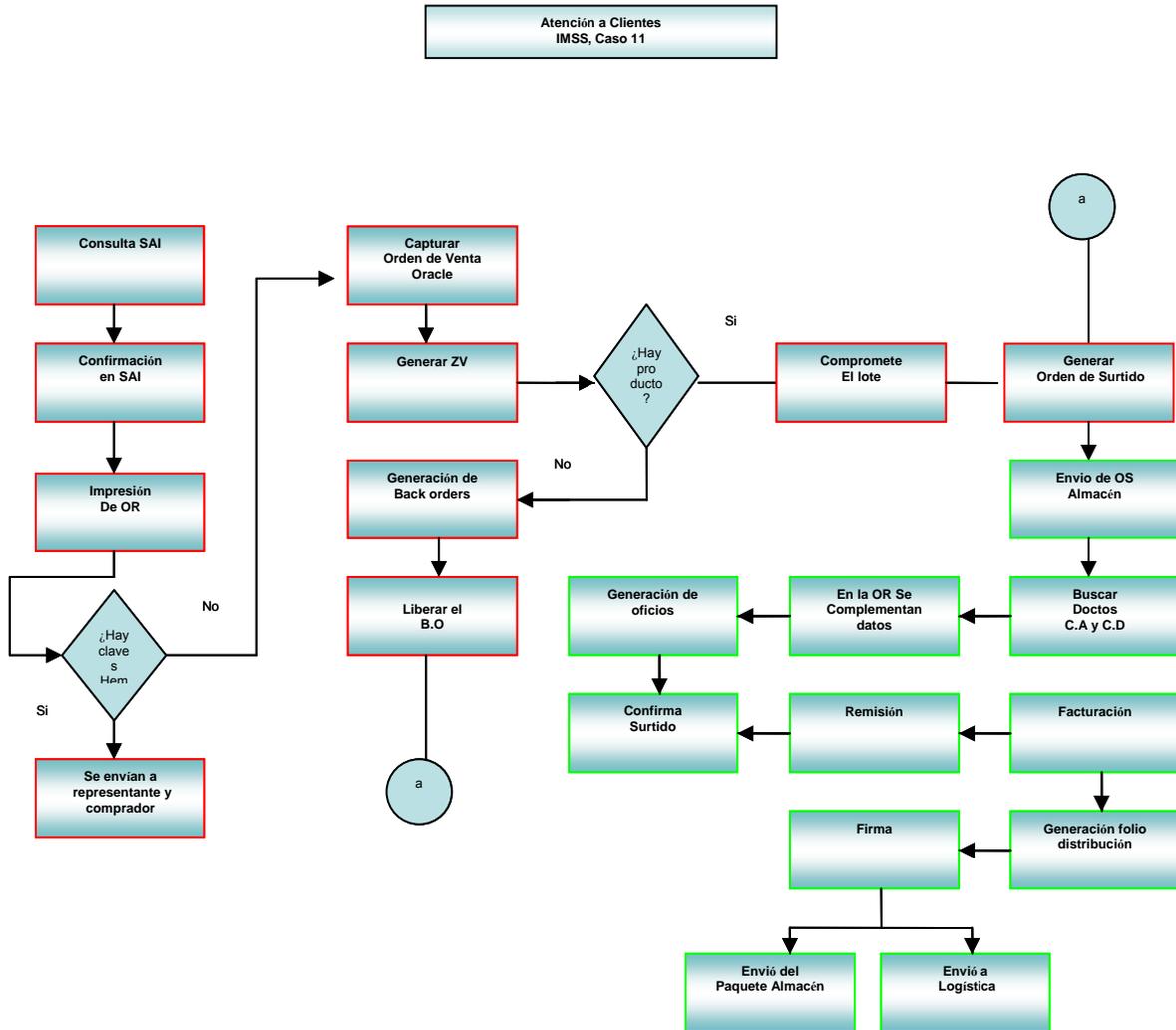
Laboratorio	Medicamento	Monto				
		Total	% PART MED	Orden Med	%LAB ASIGNADO	
GRUPO SANOFI AVENTIS	LANTUS 100UI SOL INY FA 10ML C/1	\$48,891,263.65	46%	A		
	CLEXANE 40MG JGA PRE 0.4ML C/2	\$31,208,469.35	29%	A		
	CLEXANE 60MG SOL INY JGA PRE 0.6ML C/2	\$9,790,618.88	9%	B		
	ARAVA 20MG CPR C/30	\$7,650,583.92	7%	B		
	PRIMACOR 20MG SOL INY FA 20ML C/1	\$4,161,921.12	4%	B		
	CLEXANE 20MG JGA PRE 0.2ML C/2	\$1,744,529.28	2%	B		
	ARAVA 100MG CPR C/3	\$1,547,182.46	1%	B		
	BENTYL 10MG CAP C/30	\$767,385.92	1%	B		
	FISOPRED 0.1GR 100ML	\$59,389.44	0%	C		
	ALLEGRA 180MG CPR C/10	\$32,300.08	0%	C		
	ACTONEL 5MG GRAG C/28	\$9,311.90	0%	C		
	<b>Total GRUPO SANOFI AVENTIS</b>		<b>\$105,862,956.01</b>			<b>14%</b>
	<b>ESPECIFICOS STENDHAL, S.A. DE C.V.</b>	<b>VIREAD 300MG TAB C/30</b>	<b>\$62,074,653.67</b>	<b>69%</b>	<b>A</b>	<b>1</b>
	EMTRIVA 200MG CAP C/30	\$21,095,600.00	24%	B		
	TRUVADA 300/200MG TAB C/30	\$4,320,320.00	5%	B		
	GENOXAL 50MG GRAG C/50	\$1,939,755.60	2%	B		
<b>Total ESPECIFICOS STENDHAL, S.A. DE C.V.</b>		<b>\$89,430,329.27</b>			<b>12%</b>	

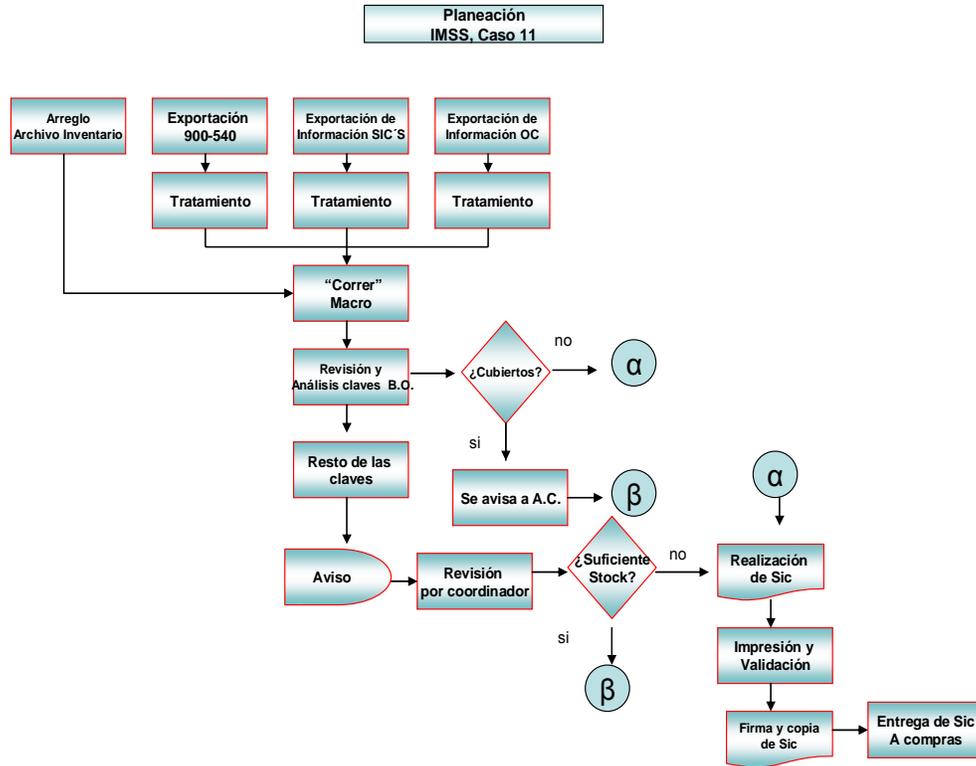
## 5.- Propuesta de clasificación por medicamento ABC

Medicamento	Monto		
	Total	% part	Orden
ZACTOS 15MG TAB C/7	\$76,747,022.88	10.10%	A
<b>VIREAD 300MG TAB C/30</b>	<b>\$62,074,653.67</b>	<b>8.20%</b>	<b>A</b>
TOPAMAX 100MG TAB C/60	\$56,373,507.84	7.40%	A
BERIATE P 250UI FA LIOF Y DIL 2.5ML C/1	\$1,707,390.90	0.20%	B
ALBUTEIN 25% SOL INY FA 50ML C/1 C/EQUIPO	\$302,925.76	0.00%	B
KEPPRA 1GR TAB C/30	\$287,376.00	0.00%	B
OCTAGAM 5G SOL INY FA 100ML C/1	\$273,489.20	0.00%	B
MYRIACYL 1% SOL OFT 5ML	\$235,314.50	0.00%	B
LAZER 500MG GRAG C/60	\$232,685.01	0.00%	B
GI ONDANSETRON 8MG/4ML SOL INY AMP 4ML C/3	\$214,090.04	0.00%	B
PROBIALBUMIN 20% SOL INY FA 50ML C/1	\$160,893.52	0.00%	B
NAROPIN 7.5MG/ML SOL INY AMP 20ML C/5	\$545.52	0.00%	C
POSTINOR 2 0.750MG CPR C/2	\$221.10	0.00%	C

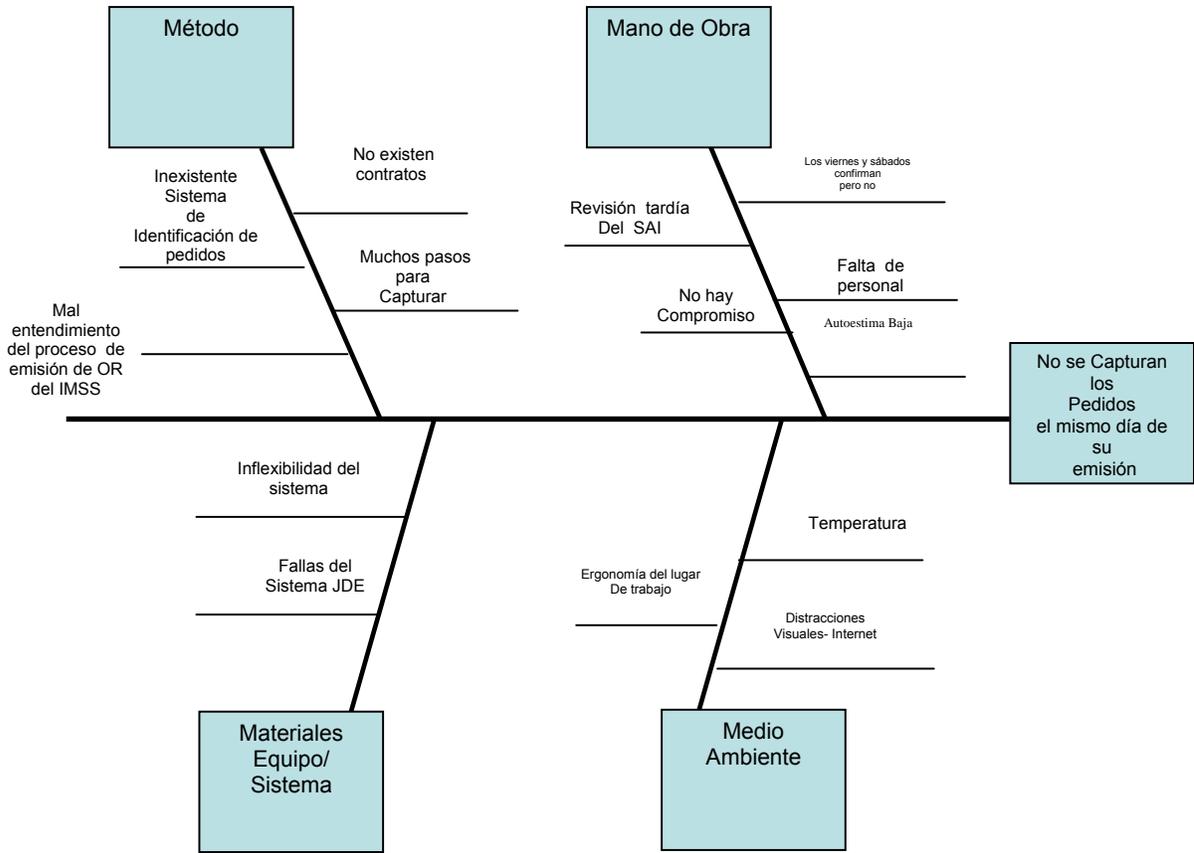
Anexo 2

1.- Diagrama de flujos de Atención a Clientes y Planeación





2.- Diagrama de Causa Efecto de la actividad “Captura de ordenes de reposición”



3.- Diagrama de causa-efecto

# APÉNDICE

## Optimización y Control de los Inventarios

En este suplemento se presentan brevemente diversos conceptos sobre la optimización obtenidos del cálculo y relacionados con el control de inventario. Se enuncian para proporcionar un breve repaso a quienes comprenden los fundamentos de la optimización clásica.

El único caso de inventario que se deriva en este suplemento es la fórmula de lote económico o del tamaño del lote simple, que fue el primer modelo de inventario que se presentó en el capítulo I y II. Los términos del modelo no se vuelven a repetir.

### Optimización clásica

La derivada. Los conceptos de la derivada se emplean para diferenciar respecto a una variable. Las diferenciales que se requieren para ese suplemento son:

$$d(a) = 0$$

$$d(ax) = adx$$

$$d(x + y - z) = dx + dy - dz$$

$$d(x^n) = nx^{n-1} dx$$

Donde  $a$  representa una constante y  $x$ ,  $y$  y  $z$  son variables. Encontrar la primera derivación de la expresión  $y = 3x^2 + x - 3$  con respecto a la variable  $x$ :

$$\begin{aligned} \frac{d(Y)}{dx} &= \frac{d}{dx}(3x^2) + \frac{d}{dx}(x) - \frac{d}{dx}3 \\ &= 6x + 1 \end{aligned}$$

En este ejemplo, cada una de las diferencias se emplea para encontrar la primera derivación  $dy / dx$ . La segunda derivación de halla obtenido la derivación de la primera.

$$\begin{aligned} \frac{d^2(y)}{dx^2} &= \frac{d}{dx}6x + \frac{d}{dx}1 \\ &= 6 \end{aligned}$$

Optimización. En el cálculo se calcula la derivación para encontrar el valor de la variable de la decisión que da el valor más pequeño o más grande de una función de criterio. El procedimiento general es obtener la primera derivada de una función con respecto a la

variable de decisión y hacer el resultado igual a cero. La ecuación se resuelve entonces para la variable de decisión en términos de los otros parámetros de la ecuación. Para determinar si el punto óptimo es un máximo o un mínimo, se obtiene la segunda deriva. Si ésta es positiva, el punto óptimo será mínimo; por el contrario, si la segunda derivada es cero, el punto es un punto de inflexión.

En el ejemplo anterior,

$$\frac{d(y)}{dx} = 6x + 1$$

El valor óptimo de x se encuentra haciendo esta ecuación igual a cero y resolviendo para x

$$0 = 6x + 1$$

$$x = -1/6$$

Cuando se encontró la segunda derivada fue + 6. Por tanto, x = - 1/6 es un punto mínimo.

**Derivados parciales.** El objeto de una derivada parcial es mantener a todas las variables como constantes, con excepción de la que se está diferenciando. Al obtener las derivaciones parciales el resto de las variables se consideran como constantes y no como variables.

Por ejemplo si,  $y = zx^3 - x^2 + 2x$ , encuéntrese la primera derivada parcial con respecto a x; para esto se trata a z como si fuera una constante y se diferencia.

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x}(zx^3) - \frac{\partial}{\partial x}(x^2) + \frac{\partial}{\partial x}(2x) \\ &= z\frac{\partial}{\partial x}(x^3) - \frac{\partial}{\partial x}(x^2) + 2\frac{\partial}{\partial x}(x) \\ &= 3zx^2 - 2x + 2 \end{aligned}$$

Optimización de la fórmula del lote económico. La ecuación total de costos para la fórmula de lote económico se desglosó para dar:

$$\begin{aligned} CT &= CD + S\left(\frac{D}{Q}\right) + IC\frac{Q}{2} \\ &= CD + SDQ^{-1} + \left(\frac{IC}{2}\right)Q \end{aligned}$$

Tomando la derivada parcial del costo total con respecto a la cantidad ordenada Q:

$$\frac{\partial}{\partial Q}(CT) = 0 + (-SDQ^{-2}) + \frac{IC}{2}$$

Haciendo la primera derivada igual a cero, y resolviendo para Q:

$$0 = \frac{-SD}{Q^2} + \frac{IC}{2}$$

$$\frac{SD}{Q^2} = \frac{IC}{2}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}}$$

Verificando la segunda derivada para asegurar que se tiene el mínimo de la función de costos:

$$\left( \frac{\partial^2 CT}{\partial Q^2} \right) = \frac{\partial}{\partial Q} \left( \frac{-SD}{Q^2} \right) + \frac{\partial}{\partial Q} \left( \frac{IC}{2} \right) = -(-2) \left( \frac{SD}{Q^3} \right) + 0 = \frac{2DS}{Q^3}$$

Se obtiene un valor positivo y por tanto se aseguran el mínimo. Obsérvese que el término CD, el costo de producto, salió de la primera ecuación en la primera derivada. Esto ilustra que este componente del costo es constante en relación con los cambios en la cantidad ordenada.

Nuevamente se puede ver el poder de la lógica en el cálculo, pero no hay que preocuparse sino se puede seguir todo el mecanismo matemático. Es evidente que la lógica de las matemáticas es de utilidad cuando se aplica a los muchos problemas racionales en la producción / operaciones.

# GLOSARIO

## **Análisis Exploratorio Univariado**

Cuando se aplican las técnicas del AE a una sola variable de un banco de datos.

## **Box-Plot**

Este gráfico resume información tanto de localización como de dispersión y utiliza, para ello los datos del mínimo, los tres cuartiles y el máximo.

## **Dato**

Registro (numérico) de la observación de un atributo a través de una variable (valor concreto).

## **Defecto**

Una salida del proceso que no cumple con una especificación dada (largo, color, acabado, espesor, etc.).

## **Defectuoso**

Una unidad que contiene al menos un defecto.

## **Estadística**

Familia de técnicas para describir un fenómeno, a partir de un conjunto de datos que presenta variabilidad.

## **ERP**

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) son sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía comprometida en la producción de bienes o servicios.

## **Genéricos Intercambiables**

Son fármacos que contienen el principio activo de un innovador y las pruebas de biodisponibilidad y Bioequivalencia que realiza la Secretaría de Salud para autorizarlos como medicamentos

No llevan nombre de la marca sino del principio correspondiente seguido de las siglas G.I.

## **Inventario de Seguridad**

Es el inventario excedente del pronóstico de la demanda (también llamado “safety stock” o inventario colchón”)

**Media**

La Media. Indica un valor en torno al cual se encuentran las observaciones.

**Medicamentos especializados**

Se refiere a medicamentos para tratar enfermedades como el VIH, Oncológicas, Endocrinología, Arteriosclerosis, Hemoderivados entre otros.

**Moda**

En general, la (s) moda (s) de un conjunto de datos es (son) el (los) valor (es) que aparece (n) más frecuentemente en un banco de datos.

**Molécula**

Principio Activo o Sal de un fármaco.

**Nivel de Servicio**

Nivel con el que se satisface la demanda a la que está sujeto un proceso.

Mide el grado de protección contra faltantes que proporciona una cierta cantidad de inventario de seguridad.

**Oportunidad**

Cualquier cosa que pueda cambiar la forma, condición o función de un producto.

Oportunidades del producto: partes, características, materiales.

Oportunidades del proceso: máquinas, procedimientos, herramientas.

**Productos Éticos:**

Requieren de una receta médica para su venta, ya sea retenida, resurtida por la farmacia y no puede ser publicitado en medios masivos de comunicación.

**Producto Genérico**

Son fármacos que presumiblemente contienen el principio activo de un innovador; pero no cuentan con las pruebas de Biodisponibilidad y Bioequivalencia y solo tienen registro sanitario para su venta.

**Radio Frecuencia**

La Identificación por Radio Frecuencia (RFID) identifica de manera única a los productos mediante el uso de un acoplamiento electromagnético o electrostático, a manera de un chip incluido a una etiqueta que deberá ir adherida al envase secundario (empaquetado) de los medicamentos.

Con esta nueva tecnología de identificación única a nivel de artículo (ítem), disminuye, los riesgos de la administración de medicamentos incorrectos a los pacientes.

**Rango**

El rango se define como la diferencia entre el máximo y el mínimo.

**Rendimiento**

El rendimiento de un proceso desde la óptica del Seis Sigma es la probabilidad de que un ítem este libre de fallos y pedidos.

**Sigma ( $\sigma$ )**

Es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto mayor sea el nivel de sigma, menor será el número de defectos.

**Tasa de Flujo**

Representa el valor promedio de la demanda. (R) Es determinada a partir de un pronóstico de demanda semanal, el cual invariablemente esta sujeto a incertidumbres e imprecisiones

**Tiempo de Demora**

También llamado tiempo de entrega o Lead time, L considerando en este problema como un valor constante.

**Variable**

Codificación numérica de un atributo.



# REFERENCIAS

## **Libros:**

Robert J. Thierauf (2007) Toma de decisiones por medio de Investigación de Operaciones, Limusa , 189p

Viale David (1996) Basic of Inventory Management From Warehouse to Distrubution Center, Crisp Publications, 121p

Alfonso García (2007) Enfoques prácticos para planeación y control de Inventarios, Trillas, 168p

Kamlesh Mathur (1996) Investigación de Operaciones, El arte de la toma de decisiones, Pearson, 977p

Everett E. Adam (1991) Administración de la Producción y las operaciones, Prentice Hall, 739p

José Hernández (2004) Introducción a la Minería de Datos, Pearson, 680p

Guasch, Antoni, (2002) Modelado y Simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios UPC, 362p.

Gutiérrez, Gustavo, (2004) Aterrizando Seis Sigma, del concepto a la práctica, Ediciones Regiomontanas, s.a de c.v., 181p

Ernesto Enríquez Rubio (2005) Hacia una política farmacéutica integral para Secretaria de Salud, 164p.

## **Artículo en revista electrónica:**

Josep Costa, (1994) "Qualitas" [en línea]. La gestión de los procesos enero-febrero 1994 n.7 <http://www.costa.desarrollo.com/costa/Otros-Recursos/Articulos>  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/castllo\\_pm/cap5.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/castllo_pm/cap5.pdf)

## **Seminario:**

Manuel del Mora:"Seminarios de Logística de distribución para clientes exigentes", (2007)  
SPSS "Introducción a la Minería de Datos", (2007)

**Revista:**

IMS Intelligence applied (2008) Dialogo ejecutivo, el foro de la industria Farmacéutica, abril 2008, número 48, Pág. 17

**Apuntes:**

Curso: Teoría de Inventarios, UNAM-POSGRADO 2007

Diplomado: Six Sigma, Tecnológico de Monterrey 2003

Curso: Análisis de Procesos de Negocio, ITAM 2008