



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERIA DE SISTEMAS - OPTIMACIÓN FINANCIERA

**ESTRATEGIA PARA LA OPTIMACIÓN DEL CÁLCULO DE LA  
DEMANDA DE MEDICAMENTOS EN EL INSTITUTO MEXICANO  
DEL SEGURO SOCIAL PARA LA ATENCIÓN DE RECETAS**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA  
OSCAR PABLO HERRERA VILLALOBOS

TUTOR PRINCIPAL  
DR. ORTIZ CALISTO EDGAR  
FAC. DE C. POLÍTICAS Y SOCIALES

MÉXICO, D. F. MAYO 2013



## **JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Acosta Flores José Jesús

Secretario: Dr. Suarez Rocha Javier

Vocal: Dr. Ortiz Calisto Edgar

1er. Suplente Dr. Meza Puesto Jesús Hugo

2do. Suplente M. C. Sanchez Cerón Jorge Eliecer

POSGRADO DE INGENIERIA, UNAM

**TUTOR DE TESIS:**  
Dr. Ortiz Calisto Edgar

---

**FIRMA**

*(segunda hoja)*



*Dedicado a KRP*



# Agradecimientos

Quiero agradecer a todas aquellas personas que forman parte de mi vida por la confianza y el cariño que han depositado en mi, en especial a mi familia la cual siempre ha estado a mi lado, a mi Karlita a la que adoro tanto y le agradezco infinitamente su apoyo, comprensión, cariño y consejos, a mi mejor amigo Iván por tanto año que me ha aguantado, a mis amigos del alma, Eva y Chiquilin los cuales quiero y estimo, a mis nuevos amigos, Barranco y a Oscar por su gran amistad, lealtad y compañerismo, a Horacio por sus enseñanzas y su motivación para que me titulara, a mi jefe José Luis por darme permiso para realizar mis trámites, a mis amigos "Los Actuarios" que considero grandes personas y profesionistas.

Un especial y afectuoso agradecimiento a todos mis maestros los cuales se han esmerado y me han trasmitido un poco de sus conocimientos para hacerme mejor persona y mejor profesionista, al Dr. Edgar por creer en mi y darme la oportunidad de dirigir mi trabajo, al Dr. Javier, Dr. Hugo, Dr. José y al Mtro. Jorge por sus acertados comentarios y el tiempo invertido en la revisión de este trabajo.

Por último y no menos importante a mi amada UNAM, la cual es y seguirá siendo una de las mejores universidades del mundo.



# Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el índice de atención de recetas en el Instituto Mexicano del Seguro Social, identificando las áreas de oportunidad en los procesos relacionados con la cadena de suministro. Se proponen y se implementan estrategias en el cálculo de la demanda de medicamentos, priorizándolos según su importancia respecto al consumo y su importe; Se monitorean las claves próximas a agotarse en almacenes y farmacias de la República y se proyecta el presupuesto necesario para mantener el índice arriba del 96% que es la meta presidencial. De esta forma es posible tomar acciones preventivas y correctivas que permitan minimizar el riesgo de no contar con el producto suficiente para hacer frente a las recetas presentadas en farmacia a la primera vez.



# Abstract

The main goal of this work is to improve the rate of attended medical prescriptions at the Mexican Social Security Institute, identifying opportunity areas in the processes related to the supply chain. Strategies are proposed and implemented to calculate drug demand, prioritizing them according to their importance related both to consumption and its economical value, the products close to become out of stock are monitored in warehouses and pharmacies all over the Republic, and the budget necessary to keep the index up to the president's goal of 96% is projected constantly. This way it is possible to take preventive and corrective actions to minimize the risk of not having enough product to attend the prescriptions at the pharmacy the first time they are presented.



# Índice general

Resumen . . . . .	III
Abstract . . . . .	V
Introducción . . . . .	XIII
<b>1. Formulación de la problemática</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes de Seguridad Social y el ciclo del abasto . . . . .	1
1.1.1. Historia de la Seguridad Social y crecimiento en el mundo . . . . .	1
1.1.2. Riesgos y reformas a los modelos financieros de Seguridad Social	4
1.1.3. Seguridad Social en México . . . . .	7
1.1.4. Demanda de medicamentos . . . . .	8
1.1.5. Sistema de Abasto Institucional (SAI) . . . . .	11
1.1.6. Compra de medicamentos . . . . .	12
1.1.7. Indicador de Atención de Recetas . . . . .	13
1.2. Problemática . . . . .	15
1.3. Supuestos . . . . .	18
1.4. Objetivo General . . . . .	19
1.5. Objetivos Específicos . . . . .	19
1.6. Conclusiones . . . . .	20
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>21</b>

2.1. Pronósticos . . . . .	21
2.2. Elección de un método de pronóstico . . . . .	21
2.3. Modelos de pronóstico . . . . .	23
2.4. Series de Tiempo . . . . .	23
2.4.1. Proceso Autoregresivo, AR(p) . . . . .	24
2.4.2. Proceso de Media Móvil, MA(q) . . . . .	24
2.4.3. Proceso Autoregresivo de Media Móvil, ARMA(p,q) . . . . .	25
2.4.4. Procesos Autoregresivos Integrados de Medias Móviles, ARIMA (p,d,q) . . . . .	26
2.5. Problemas especiales de predicción . . . . .	27
2.5.1. Arranque . . . . .	27
2.5.2. Demanda irregular . . . . .	27
2.5.3. Pronóstico regional . . . . .	28
2.6. Error del pronóstico . . . . .	28
2.7. Otros modelos de pronóstico . . . . .	28
2.7.1. Pronósticos de colaboración . . . . .	29
2.7.2. Pronósticos basados en reglas o sistemas expertos . . . . .	30
2.7.3. Combinación de pronósticos . . . . .	30
2.8. Elección de un método de pronóstico . . . . .	31
2.9. Medición del error de pronóstico . . . . .	31
2.10. Transformación de Variables . . . . .	33
2.11. Supervisión y Control de Pronósticos . . . . .	33
2.12. Clasificación de productos . . . . .	34
2.12.1. Inventarios ABC . . . . .	35
2.12.2. Método ABC - VED . . . . .	36
2.13. Conclusiones . . . . .	37

<b>3. Estrategia de intervención</b>	<b>39</b>
3.1. Etapa I: Simplificación, estandarización y actualización de la demanda de medicamentos . . . . .	39
3.1.1. Riesgos . . . . .	40
3.1.2. Calculo de la demanda de medicamentos . . . . .	41
3.1.3. Preparación de los Datos . . . . .	41
3.1.4. Información disponible . . . . .	43
3.1.5. Estratificación de productos . . . . .	43
3.1.6. Pronósticos Especiales . . . . .	44
3.1.7. Productos nuevos o de reingreso . . . . .	45
3.2. Etapa II: Monitoreo y distribución de medicamentos . . . . .	45
3.2.1. Control y ajuste de la demanda de medicamentos . . . . .	46
3.2.2. Monitoreo de claves próximas a agotarse . . . . .	46
3.2.3. Control y ajuste de la demanda de medicamentos . . . . .	47
3.3. Monitoreo de claves próximas a agotarse . . . . .	47
3.4. Etapa III: Pronóstico y eficiencia de los recursos . . . . .	48
3.5. Conclusiones . . . . .	48
<b>4. Implementación de la estrategia</b>	<b>49</b>
4.1. Etapa I: Simplificación, estandarización y actualización de la demanda de medicamentos . . . . .	49
4.1.1. Planeación de la demanda de medicamentos . . . . .	49
4.1.2. Revisión del pronóstico de medicamentos . . . . .	53
4.2. Etapa II: Monitoreo y distribución de medicamentos . . . . .	53
4.3. Etapa III: Pronóstico y eficiencia de los recursos . . . . .	54
4.4. Conclusiones . . . . .	56

<b>Conclusiones generales</b>	<b>57</b>
<b>Líneas de investigación a seguir</b>	<b>59</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>61</b>
<b>Glosario</b>	<b>65</b>
<b>A. Delegaciones y UMAE's en el IMSS</b>	<b>67</b>
<b>B. Modelos de pronóstico</b>	<b>69</b>
<b>C. Indicador de recetas 2006 - 2011 (SAI)</b>	<b>73</b>

# Índice de cuadros

1.1. Gasto en salud pér capita. . . . .	3
1.2. Gasto en salud como porcentaje del PIB. . . . .	5
1.3. Porcentaje del gasto público en salud. . . . .	6
1.4. Parametrización de suministro. . . . .	11
1.5. Número aproximado de pronósticos. . . . .	18
2.1. Categorías metodología ABC - VED. . . . .	36
4.1. Cambios en el cuadro básico de medicamentos 2009 - 2011. . . . .	49
4.2. Aplicación de la metodología ABC - VED. . . . .	52
4.3. Pronostico inicial de ejercicio de recursos para medicamentos. . . . .	54
4.4. Inventarios en meses de inversión y su variación anual de 2008 - 2011. . . . .	55



# Introducción

Los sistemas de seguridad social tienen como principal objetivo brindar bienestar a la población, entre ellos, uno de los más importantes es el ámbito de la salud. Este concepto está estrechamente relacionado con personal médico, equipo, instrumental y bienes terapéuticos, de tal suerte que todos estos elementos son igual de importantes si se pretende mejorar la salud de las personas.

En México, el pilar más importante de la seguridad social es sin duda el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), cuyos beneficiarios rondan el 46% de la población Mexicana<sup>1</sup>. Su misión es ser el instrumento básico de la seguridad social para todos los trabajadores y sus familias, es decir, el aumento en la cobertura de la población se persigue como un mandato constitucional, con un sentido social. Tiene sustento en el Artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Su correcto funcionamiento depende de una compleja cadena de suministros que debe de proveer, en cantidad suficiente, los insumos necesarios a médicos, enfermeras y especialistas para tratar los diversos padecimientos de los Mexicanos que les permitan tener una adecuado nivel de vida. De esta forma, el IMSS, ha puesto particular interés en optimizar sus procesos operativos para mejorar la atención que brinda a sus Derechohabientes.

El presente trabajo tiene como objetivo principal identificar las áreas de mejora del proceso del cálculo de la demanda de medicamentos el cual permitirá en conjunto con un adecuado monitoreo del ciclo del abasto, atender la mayor cantidad de recetas presentadas en farmacia por cada uno de los Derechohabientes, maximizando así los recursos presupuestales del Instituto.

En el primer capítulo se describirán los procesos de abasto y la determinación de la demanda en el IMSS, se identificarán los problemas principales y las áreas de mejora que permitan alcanzar el objetivo buscado.

El capítulo 2 abordará el tema del manejo de la información, se presentarán brevemente los elementos teóricos y se explicará el procedimiento que se utilizará en la resolución del problema.

En el tercer capítulo se presenta la implantación del modelo y posteriormente en el cuarto capítulo se presentan los resultados y conclusiones.

---

<sup>1</sup>Poblacion Derechohabiente del IMSS: 52.3 millones. [27] Población Mexicana 112.3 millones. [20]

Por último, se presenta en el Anexo 1, las Delegaciones y UMAE's con las que cuenta el Instituto Mexicano del Seguro Social; En el Anexo 2 un resumen de los modelos de pronóstico, sus características y su efectividad en el tiempo; En el Anexo 3, el indicador de recetas según el Sistema de Abasto Institucional. Adicionalmente se incluye un Glosario para mejor entendimiento del presente trabajo.

# Capítulo 1

## Formulación de la problemática

### 1.1. Antecedentes de Seguridad Social y el ciclo del abasto

#### 1.1.1. Historia de la Seguridad Social y crecimiento en el mundo

Los orígenes de la seguridad social se remontan a Alemania de 1883 a 1889, cuando en tiempos del canciller Bismarck, se aprobaron leyes que establecieron seguros obligatorios contributivos, restringidos a la clase trabajadora, que cubrían enfermedades, accidentes, invalidez y vejez los cuales eran financiados por el Estado, patrones y trabajadores. En 1919, en la República de Weimar, se elevó por primera vez a rango constitucional el papel más activo del Estado en el progreso social y se extendieron los beneficios para atender además de la seguridad social (salud, capacidad para el trabajo, maternidad, vejez, enfermedad), la vivienda y la educación (no se incluye el seguro de desempleo), aunque su naturaleza siguió siendo contributiva. [29]

Posteriormente en 1942, el informe presentado por Lord Beveridge en Inglaterra, marca un parteaguas en la seguridad social, al dotarla de un carácter integral y universal. El informe buscaba extender los beneficios de la seguridad social a toda la población al proponer que la seguridad social fuera entendida como un derecho social solidario que obligara a la sociedad y al Estado a proporcionar un mínimo de bienestar general, independientemente de las aportaciones que pudiera realizar cada individuo al financiamiento de los servicios. Desde esta perspectiva, se proyectó que los costos de la reforma debían ser cubiertos con los recursos fiscales del Estado y con las contribuciones específicas de los trabajadores y empresarios al nuevo sistema, de esta forma, el sistema inglés se fue extendiendo poco a poco al resto de los países en la Europa Occidental.[29]

Para el caso de Estados Unidos, el antecedente de seguridad social es la Social Security Act en 1945 en donde se postulaba un sistema mixto de seguros sociales, asistencia estatal, protección de ancianos, ciegos, niños, incapaces y desocupados. [29]

Respecto a América Latina se han desarrollado en áreas del bienestar, sin embargo los resultados estuvieron incompletos, con cobertura insuficiente si se buscaba una cobertura universal<sup>1</sup>.

Actualmente varios países desarrollados ya han alcanzado la cobertura universal que proporcione seguridad a sus habitantes, como se puede observar a continuación:

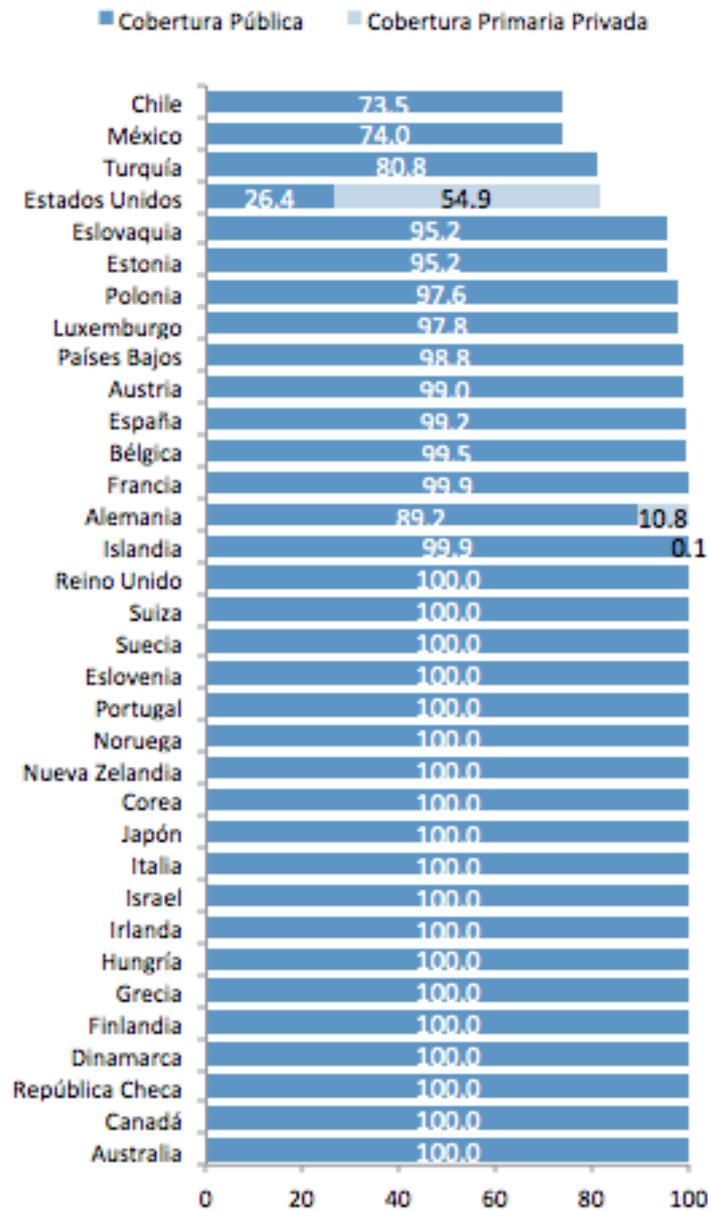


Figura 1.1: Cobertura en salud por país. [22]

<sup>1</sup>La secretaria de Salud define la cobertura universal como la oferta eficaz y organizada de acciones que aseguran el acceso a servicios de salud de buena calidad a todos los integrantes de una población específica.[28]

Adicionalmente se dedican grandes cantidades de dinero para la atención de salud, destacando la importancia de optimizar los recursos financieros de los países, ya sea adoptando nuevos modelos de seguridad social, optimizando compras, estandarizando guías de prescripción médica, mejorando las cadenas de suministro o un conjunto de todas ellas. [11]

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Australia	2,877	2,980	3,164	3,351	3,452	3,670		
Austria	3,425	3,503	3,738	3,907	4,173	4,346	4,395	
Bélgica	3,155	3,247	3,278	3,423	3,698	3,911	3,969	
Canadá	3,209	3,448	3,674	3,850	4,002	4,317	4,445	4,608
Chile	798	843	863	958	1,094	1,210	1,202	
República Checa	1,385	1,474	1,557	1,659	1,765	2,048	1,884	
Dinamarca	3,123	3,243	3,577	3,766	4,056	4,385	4,464	
Estonia	759	831	962	1,114	1,337	1,385	1,294	
Finlandia	2,452	2,589	2,765	2,909	3,162	3,271	3,251	3,306
Francia	3,108	3,294	3,484	3,667	3,750	3,930	3,974	
Alemania	3,166	3,362	3,567	3,722	3,967	4,225	4,338	
Grecia	2,090	2,352	2,610	2,723	2,998	3,106	2,914	
Hungría	1,331	1,434	1,511	1,453	1,525	1,559	1,601	
Islandia	3,333	3,304	3,271	3,379	3,606	3,539	3,309	3,407
Irlanda	2,772	2,956	3,217	3,533	3,806	3,944	3,718	
Israel	1,834	1,829	1,873	1,994	2,100	2,165		
Italia	2,372	2,516	2,727	2,769	2,967	3,005	2,964	
Japón	2,346	2,491	2,607	2,746	2,878	3,035		
Corea	1,135	1,291	1,466	1,645	1,723	1,864	2,035	2,177
Luxemburgo	4,117	4,152	4,606	4,493	4,445	4,786		
México	688	731	780	836	892	923	916	
Países Bajos	3,308	3,450	3,702	4,410	4,728	4,886	5,056	
Nueva Zelandia	1,974	2,124	2,388	2,447	2,697	2,923	3,022	
Noruega	4,076	4,301	4,612	4,884	5,246	5,348	5,388	5,236
Polonia	807	857	935	1,061	1,241	1,365	1,389	
Portugal	1,995	2,212	2,304	2,419	2,548	2,697	2,728	
Eslovaquia	1,057	1,139	1,351	1,619	1,862	2,066	2,095	
Eslovenia	1,857	1,960	2,106	2,142	2,416	2,524	2,428	
España	2,130	2,269	2,535	2,734	2,971	3,076		
Suecia	2,953	2,963	3,195	3,431	3,656	3,711	3,758	
Suiza	3,935	4,015	4,252	4,570	4,933	5,135	5,270	5,489
Turquía	520	591	732	840	913			
Reino Unido	2,540	2,700	2,961	3,030	3,143	3,379	3,433	
Estados Unidos	6,355	6,728	7,107	7,482	7,760	7,990	8,233	

\* Valores estimados

Precios corrientes según la Paridad del Poder Adquisitivo en dólares americanos

FUENTE: Organización para la Cooperación y Desarrollos Económicos. Octubre 2012

**Cuadro 1.1: Gasto en salud per capita.**

### 1.1.2. Riesgos y reformas a los modelos financieros de Seguridad Social

La mayor parte de los sistemas de seguridad Social cuentan con seguros de salud, invalidez, muerte, riesgos de trabajo y retiro. Para el caso de los servicios de salud, dependiendo del país de que se trate, estos beneficios a su población pueden estar financiados directamente por impuestos (por ej. España), trabajador - impuestos (Francia) o Estado - Empleador - Trabajador (México). [19]

El gasto en salud es tema a nivel mundial ya que se destina una parte importante del PIB para atender los padecimientos de sus beneficiarios. Según datos de la OCDE, en la Unión Europea se destinan entre 6 y 11 % del PIB en gastos en salud y en casos como el de Estados Unidos el gasto superó el 17% en 2010, para el caso mexicano 6.2% del PIB como puede observarse en la tabla 1.1.2.

Parte del incremento en el costo de los servicios de salud, está directamente asociado a factores como:

- Aumento en la esperanza de vida al nacer. La población mayor a 65 años requiere cuidado médico a largo plazo y cuidado social.
- Incremento de sobre peso en la población y un estilo de vida inadecuado contribuyen a contraer padecimientos crónicos.
- Nuevos tratamientos adoptados por las guías de práctica clínica que mejoran la calidad de vida de los pacientes crónicos degenerativos.
- Ampliación de cobertura de salud trae consigo más personas que forman parte de los beneficios otorgados por los sistemas de salud.

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Australia	9	8	9	9	9	9		
Austria	10	10	10	10	11	11	11	
Bélgica	10	10	10	10	10	11	11	
Canadá	10	10	10	10	10	11	11	11
Chile	7	7	7	7	8	8	8	
República Checa	7	7	7	7	7	8	8	
Dinamarca	10	10	10	10	10	12	11	
Estonia	5	5	5	5	6	7	6	
Finlandia	8	8	8	8	8	9	9	9
Francia	11	11	11	11	11	12	12	
Alemania	11	11	11	11	11	12	12	
Grecia	9	10	10	10	10	11	10	
Hungría	8	8	8	8	8	8	8	
Islandia	10	9	9	9	9	10	9	9
Irlanda	8	8	8	8	9	10	9	
Israel	8	8	8	8	8	8		
Italia	9	9	9	9	9	9	9	9
Japón	8	8	8	8	9	10		
Corea	5	6	6	6	7	7	7	7
Luxemburgo	8	8	8	7	7	8		
México	6	6	6	6	6	6	6	
Países Bajos	10	10	10	11	11	12	12	
Nueva Zelandia	8	8	9	9	9	10	10	
Noruega	10	9	9	9	9	10	9	9
Polonia	6	6	6	6	7	7	7	
Portugal	10	10	10	10	10	11	11	
Eslovaquia	7	7	7	8	8	9	9	
Eslovenia	8	8	8	8	8	9	9	
España	8	8	8	9	9	10		
Suecia	9	9	9	9	9	10	10	
Suiza	11	11	11	11	11	11	11	12
Turquía	5	5	6	6	6			
Reino Unido	8	8	9	9	9	10	10	
Estados Unidos	16	16	16	16	17	18	18	

\* Valores estimados

FUENTE: Organización para la Cooperación y Desarrollos Económicos. Octubre 2012

### Cuadro 1.2: Gasto en salud como porcentaje del PIB.

Respecto al último aspecto, el gasto público respecto al total del gasto en servicios de salud también se ha incrementado en 4.6% para el caso Mexicano en los últimos 6 años, como se observa a continuación;

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Australia	67	67	67	68	68	69		
Austria	75	75	76	76	76	76	76	
Bélgica	76	76	74	73	75	76	76	
Canadá	70	70	70	70	71	71	71	70
Chile	40	40	42	43	44	48	48	
República Checa	89	87	87	85	83	84	84	
Dinamarca	84	85	85	84	85	85	85	
Estonia	76	77	73	76	78	75	79	
Finlandia	75	75	75	74	75	75	75	75
Francia	79	79	79	78	77	77	77	
Alemania	77	77	77	76	77	77	77	
Grecia	59	60	62	60	60	62	59	
Hungría	70	70	70	67	67	66	65	
Islandia	81	81	82	83	83	82	80	80
Irlanda	77	76	75	76	75	72	70	
Israel	61	59	60	59	60	61		
Italia	76	76	77	77	79	80	80	79
Japón	81	82	79	80	81	81		
Corea	53	53	55	56	56	58	58	57
Luxemburgo	85	85	85	84	84	84		
México	45	45	45	45	47	48	47	
Países Bajos								
Nueva Zelandia	80	80	80	82	83	83	83	
Noruega	84	84	84	84	84	85	86	86
Polonia	69	69	70	70	72	72	72	
Portugal	68	68	67	67	65	67	66	
Eslovaquia	74	74	68	67	68	66	65	
Eslovenia	73	73	72	72	74	73	73	
España	70	71	71	72	73	74		
Suecia	81	81	81	81	82	82	81	
Suiza	58	60	59	59	65	66	65	
Turquía	71	68	68	68	73			
Reino Unido	81	82	81	81	83	83	83	
Estados Unidos	44	44	45	45	46	47	48	

\* Valores estimados

FUENTE: Organización para la Cooperación y Desarrollos Económicos. Octubre 2012

### Cuadro 1.3: Porcentaje del gasto público en salud.

Una mejor atención médica influye en el incremento de la esperanza de vida y por ende se requerirán más recursos para financiar las pensiones de los asegurados.

Existen dos sistemas de pensiones, públicos y privados. Los primeros se caracterizan por una contribución no definida, es decir, tiende a aumentar a largo plazo, se determina por la ley y se establece una pensión mínima y máxima; su régimen financiero es de reparto o de capitalización parcial colectiva y su administración es pública. Respecto a las pensiones privadas se caracterizan por tener una contribución definida (fija a largo

plazo), es una prestación no definida determinada por lo que se acumule en la cuenta del beneficiario<sup>2</sup>, el régimen financiero de capitalización plena e individual y su administración por lo general es privada, aunque también puede ser múltiple (privada, pública o mixta).

Debido a los factores de envejecimiento de la población los sistemas de pensiones en el mundo han adoptado reformas para hacer sustentables sus regímenes, por ejemplo, aumentando la edad de retiro, las contribuciones o haciendo más estricta la forma de calcular la pensión. [13][14]

Modelo	País y fecha de inicio del sistema	Sistema	Contribución	Prestación	Régimen Financiero	Administración
Sustitutivo	Chile: mayo 1981	Privado	Definida	No Definida	CPI	Privada
	Bolivia: mayo 1007					
	México: sep. 1997					
	El Salvador: mayo 1998					
	Nicaragua: 2003					
	Rep. Dominicana: mayo 2003					
Paralelo	Perú: junio 1993	Público o privado	No definida	Definida	Reparto	Pública
	Colombia: abril 1994		Definida			
Mixto	Argentina: Junio 1994	Público y privado	Definida	No Definida	CPI	Múltiple
	Uruguay: abril 1996					
	Costa Rica: mayo 2001					
	Ecuador: enero 2003					

Figura 1.2: Sistemas de pensiones en América Latina. [14]

### 1.1.3. Seguridad Social en México

En México existen tres pilares fundamentales de la seguridad social, entre los cuales se encuentran el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Sistema de Seguridad Social Popular (SISSP), aunque existen otros con menor participación. El IMSS surge el 19 de enero de 1943 con una composición tripartita para su gobierno, integrado, de manera igualitaria, por representantes de los trabajadores, de los patrones y del Gobierno Federal. [26]

Su misión es ser el instrumento básico de la seguridad social para todos los trabajadores y sus familias, es decir, el aumento en la cobertura de la población se persigue como un mandato constitucional, con un sentido social. Tiene sustento en el Artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. [26]

Por otra parte, el Artículo 2 de la Ley del Seguro Social (LSS) establece que la seguridad social tienen por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su

<sup>2</sup>Depende de su salario, el monto y densidad de su contribución y el rendimiento de la inversión.

caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado. Por tanto, el Instituto proporciona tranquilidad y estabilidad a los trabajadores y sus familias ante cualquiera de los riesgos especificados en la LSS. [26]

El Seguro Social comprende el Régimen Obligatorio y el Régimen Voluntario. Los esquemas de prestaciones, requisitos y contribuciones para tener acceso a estos regímenes son diferentes en cada caso y están claramente establecidos en la LSS .

Ésta se despliega en dos vertientes; como institución administradora de riesgos mediante la cual administra los distintos ramos de seguro que prevé la LSS, y como, entidad prestadora de servicios que fomenta la salud de la población trabajadora asegurada y de sus familias, de los pensionados y de los estudiantes de manera integral, a través de la provisión de servicios preventivos y curativos médicos, de guarderías y de prestaciones económicas y sociales previstos en la LSS.

El IMSS cuenta con 3 niveles de atención médica, como se muestra a continuación:



Figura 1.3: Nivel de atención en el IMSS.

**Fuente:** Elaboración propia.

A su vez, la República Mexicana está dividida en 35 Delegaciones que atienden al primer y segundo nivel, teatros, guarderías, centros administrativos, centros vacacionales, etc. Y 25 UMAE's que atienden solo Tercer nivel.

El detalle de las 35 Delegaciones y 25 Unidades Médicas de Alta Especialidad se presenta en **Apéndice A**.

#### 1.1.4. Demanda de medicamentos

El ciclo del abasto en el IMSS está conformado inicialmente por 60 almacenes: 35 en Delegaciones y 25 en UMAE's. Cada uno de estos almacenes suministra a sus respectivas farmacias, que en total, suman más de 1,300. Adicionalmente, existe un organismo central, conocido como Nivel Central, el cual es el encargado de generar las órdenes de reaprovisionamiento de los productos faltantes en cada uno de los 60 almacenes. Posteriormente, cada una de las Delegaciones/UMAE's son responsables de abastecer sus farmacias.

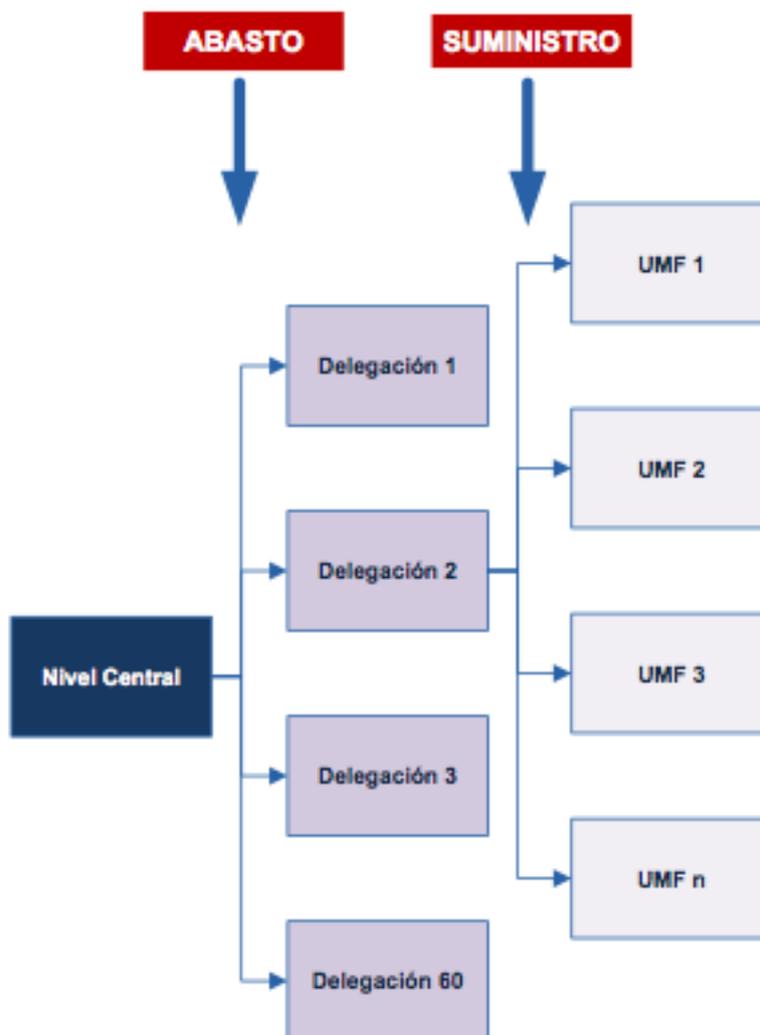


Figura 1.4: Abasto y suministro en el IMSS.

**Fuente:** Elaboración propia.

La importancia del ciclo de abasto y suministro radica en que una atención de calidad, depende directamente de contar con el medicamento adecuado en tiempo y forma, además de obtener el presupuesto anual suficiente para atender todas las recetas presentadas en farmacia. Frecuentemente la imagen del instituto se deteriora cada vez que se publican notas negativas por desabasto de medicamentos en cualquiera de sus farmacias a lo largo de la República, es por lo anterior que el ciclo del abasto de medicamentos es pieza angular políticamente hablando.

Normativamente, la determinación de necesidades para el siguiente ejercicio fiscal debe de realizarse a través del promedio aritmético de los últimos 18 meses de consumo, detallado por clave y por Farmacia, el cual debe de enviarse para su validación por cada una de las Áreas administrativas y Medicas de las Delegaciones y UMAE's.

Posteriormente, en cada Delegación/UMAE, es necesario conformar un equipo de médicos, personal de abasto y de farmacia, quienes mediante su experiencia, servicios, tipos de enfermedades, mortalidad y tendencias de consumo, revisaban la información obtenida por el histórico de consumo y comenzaba la validación entre delegaciones/UMAES y Nivel Central. Las cifras revisadas son validadas por Nivel Central.

Nivel Central es responsable de revisar las claves que se encuentren fuera del rango de  $\pm 15\%$  de variación respecto al histórico de 18 meses de consumo y pedir las justificaciones pertinentes para ratificar o rectificar las cantidades estimadas de la demanda. Los sustentos presentados por Delegaciones y UMAE's para justificar los incrementos/decrementos de su planeación de la demanda pueden consistir en apertura de nuevas unidades, remodelaciones o incrementos en camas, servicios médicos, censos de pacientes (paciente - dosis - periodo del tratamiento), cambio en la terapéutica médica<sup>3</sup>. Este proceso continua hasta que el área administrativa central y cada una de las áreas administrativas y médicas convienen las cifras.

La determinación de la demanda de medicamentos se efectúa por farmacia, y posteriormente se migra al Sistema de Abasto Institucional (SAI), ya que los procesos de abasto y suministro se alimentan de la demanda calculada.

---

<sup>3</sup>Se refiere al conjunto de medicamentos utilizados para tratar una enfermedad o padecimiento. Existen guías terapéuticas que indican a los médicos cual es la primera, segunda, tercera o cuarta opción para recetar un tratamiento[23]

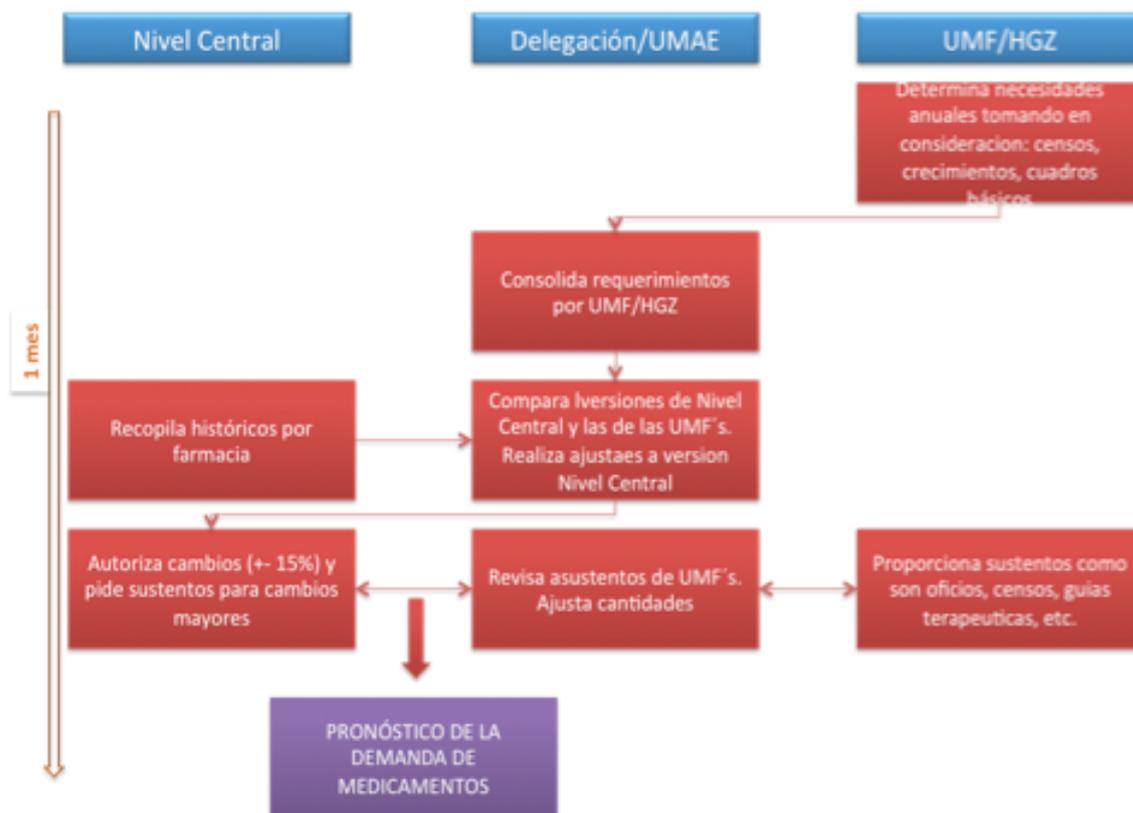


Figura 1.5: Diagrama de la determinación de la demanda de medicamentos en el IMSS

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.5. Sistema de Abasto Institucional (SAI)

El Abasto y Suministro es administrado por el Sistema de Abasto Institucional (SAI), el cual es regulado por tres parámetros (máximo, óptimo y mínimo) dependientes del Pronóstico de la Demanda de Medicamentos. La cual, si se divide por doce meses se conoce como Pronóstico de Consumo Mensual o PCM.

Existen dos configuraciones normadas distintas para parametrizar el SAI. La primera es relativa al Abasto y la segunda al suministro. El cálculo de sus respectivos parámetros es el siguiente:

	Delegación			UMAE
	Almacén	Farmacia	TOTAL	Farmacia
Máximo	42	24	66	42
Óptimo	32	17	49	26
Mínimo	21	10	31	10

Cuadro 1.4: Parametrización de suministro.

Aunque existen otras configuraciones similares, la anterior es la más popular. Cada valor está expresado en días PCM, esto es, 42 significa PCM/30\*42 y así sucesivamente.

### 1.1.6. Compra de medicamentos

Una vez efectuada la estimación de la demanda anual de medicamentos, es necesario calcular las cantidades a comprar. Se procede a estimar la cantidad de inventario al cierre del año, se le agrega el nivel de inventario de seguridad<sup>4</sup> formándose así el requerimiento de compra para el siguiente ejercicio fiscal:

$$Compra_{t+1} = demanda_{t+1} - inv_t + invseg_{t+1}$$

donde

$Compra_{t+1}$  = Compra de medicamentos para el siguiente ejercicio fiscal.

$Demanda_{t+1}$  = Demanda de medicamentos para el siguiente ejercicio fiscal.

$inv_t$  = inventario en el año  $t$

$invseg_{t+1}$  = Inventario de seguridad en almacenes.

Es importante resaltar que todas las compras para el IMSS se licitan; este proceso lleva aproximadamente tres meses, adicionalmente, para el año 2008 se procedió a comprar solamente el 90% de la demanda estimada debido a la estrategia de compra para ese año:

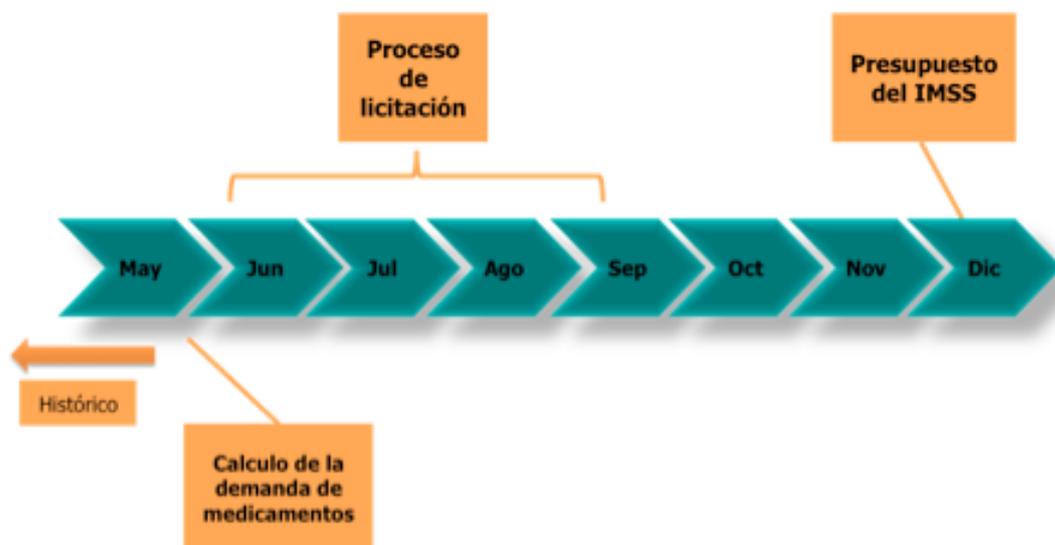


Figura 1.6: Calculo de la Demanda de medicamentos y la planeacion de su compra.

**Fuente:** Elaboración propia.

La evolución de las estrategias de compra se muestra en la figura 1.7.

<sup>4</sup>El inventario de seguridad se calcula como el cociente del inventario en almacén/farmacia entre la demanda estimada mensual de todos los medicamentos

LICITACIÓN	CARACTERÍSTICAS
2006	Licitaciones independientes en cada una de las 60 Unidades Compradoras.
	Variaciones entre precios min. y máx. superiores al 100% en algunos casos, resultando en global una diferencia de alrededor de 2'700 mdp entre el precio ponderado 2006 y el precio mínimo de compra 2006.
2007	Licitación coordinada centralmente por el 90% del total de abasto (Administración Delegación/UMAE).
	Se designó a una Delegación por grupo de suministro para realizar la compra de todo el país.
2008	Mantener esquema de coordinación centralizada en el 90% del abasto (Administración Central).
	Negociar mejores precios directamente con productores de patentes.
2009 - 2011	Compras centralizadas por el 90% del presupuesto
	Disminución de costos por volumen
	Plataforma de compras por incumplimiento

Figura 1.7: Evolución de estrategias de compras 2006 - 2011.

**Fuente:** Elaboración propia.

Por su parte, el presupuesto de medicamentos<sup>5</sup> no ha crecido al mismo ritmo que la demanda de derechohabientes, servicios y nuevos tratamientos, por lo que cada año, se buscan opciones para reducir los costos de los medicamentos.

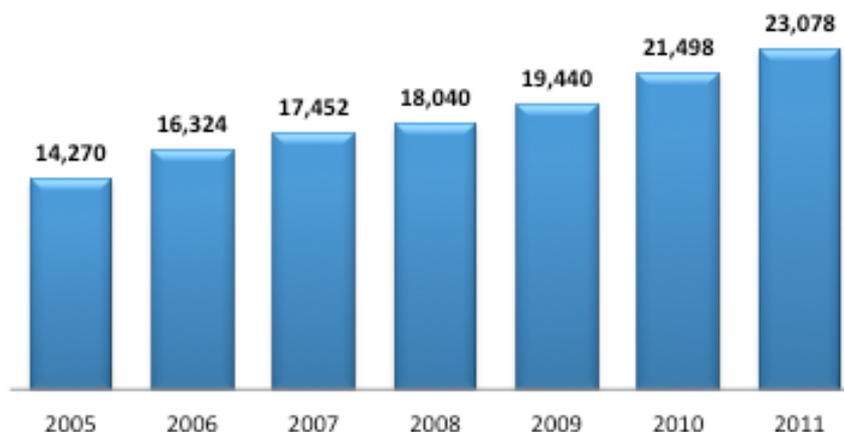


Figura 1.8: Presupuesto para la compra de medicamentos 2005 - 2011. [27]

Finalmente, una vez iniciado el ejercicio fiscal, la demanda calculada es migrada al Sistema de Abasto Institucional en los primeros días de enero. Una vez que transcurre el año, la demanda calculada es modificada por cada Delegación o UMAE solamente si presenta su solicitud por escrito ante Nivel Central, sin embargo, esta práctica es poco usual.

### 1.1.7. Indicador de Atención de Recetas

La atención de recetas es el principal indicador de abasto, que en conjunto con un buen diagnóstico, se traduce en salud para los Derechohabientes. Para este fin, el Instituto obtiene dos mediciones distintas que le permitan obtener una idea clara de lo que está pasando en el surtimiento de recetas<sup>6</sup>, por tanto, este indicador se calcula mediante:

<sup>5</sup>Se tuvieron ahorros por compras consolidadas en el período 2007 2012

<sup>6</sup>Hasta julio de 2010 había una tercera evaluación realizada por el Órgano Interno de Control (OIC) basada en encuestas mensuales en farmacias

1. El ponderado nacional de las recetas totalmente surtidas provenientes de Sistema de Abasto Institucional (SAI).
2. Encuestas mensuales realizadas a Derechohabientes y aplicada por la Coordinación de Evaluación de Estudios de Usuarios (CEEU).

La primera opción corresponde a un indicador calculado con información del Sistema de Abasto Institucional y que está a cargo de la misma Coordinación de Abasto del IMSS. El cálculo de este indicador está dado por la siguiente fórmula:

$$ind\_recetas_i = \frac{\sum_j rec\_atendidas}{\sum_j rec\_presentadas}$$

donde

$ind\_rec_i$  = Indicador de recetas en la delegación i.

$rec\_atendidas_j$  = Recetas atendidas en todas las j farmacias que pertenecen a la Delegación / UMAE i.

$rec\_presentadas_j$  = Recetas presentadas en todas las j farmacias que pertenecen a la Delegación / UMAE i.

Para evitar que la Coordinación de Control de Abasto sesgue los resultados al controlar el abasto y evaluar su atención de recetas, la Coordinación de Evaluación de Estudios de usuarios proporciona mediciones de la atención de recetas mediante encuestas mensuales utilizando el siguiente tipo de muestreo:

Las mediciones con encuestas surgen a inicios de 2003 a la fecha. El histórico de estas mediciones hasta diciembre 2008 muestra diferencias significativas entre las tres formas de calcularlo: el índice más alto usualmente es proporcionado por el SAI y muy de cerca las encuestas de la CEEU como se ilustra en las siguientes gráficas:

<b>COORDINACIÓN DE EVALUACIÓN DE ESTUDIOS DE USUARIOS (CEEU)</b>	
<b>Tipo de Muestreo:</b>	Bietápico estratificado por conglomerados
	1ra etapa: Muestreo proporcional al tamaño sistemático probabilístico con arranque aleatorio y medida de tamaño
	2da etapa: El número de individuos entrevistados en cada unidad fue distribuido de acuerdo al número de consultas de cada unidad (conglomerado)
<b>Características:</b>	Consultas de medicina familiar, dentales, de especialidades y de urgencias. En UMF con más de 100 consultas diarias y hospitales con un mínimo de 50 consultas diarias.
<b>Evaluación:</b>	<u>19,302 encuestados*</u>
<b>1er nivel</b>	202
<b>2do nivel</b>	132
<b>3er nivel</b>	25
<b>Días de levantamiento:</b>	2
<b>Confianza:</b>	0.9
<b>Margen de Error:</b>	0.031

\* Número ponderado de encuestados según tamaño del conglomerado

Figura 1.9: Características del muestreo efectuado por la CEEU para la evaluación de atención de recetas.

Obsérvese, además, que la evolución de recetas presenta un fenómeno muy particular; se pueden visualizar caídas notorias a principios de año cuando el proveedor incumple en gran medida o bien, se presentan en el fin de año cuando ya no hay presupuesto. Asimismo, solo tres distribuidores obtienen el 56% del presupuesto que destina el Instituto para medicamentos. Esta situación podría afectar seriamente a la atención de recetas si alguno de estos proveedores incumple gravemente en un número considerable de sus claves.

## 1.2. Problemática

El proceso actual de la determinación de la demanda de medicamentos depende directamente del consumo histórico. El registro de las entradas y salidas de medicamentos debe de realizarse diariamente en el Sistema de Abasto Institucional en la misma presentación adquirida en los procesos licitatorios, más aun, cada farmacia debe de registrar todas aquellas recetas que se presenten, esto quiere decir, que se deben de capturar todos los medicamentos estén o no disponibles en la farmacia. De esta forma es posible generar una demanda real de medicamentos.

Conceptualmente, la demanda histórica está perfectamente constituida, sin embargo, la realidad es otra. Se han detectado capturas incompletas y desfasadas que conllevan a distorsiones de la demanda histórica. Asimismo prevalecen errores en la captura principalmente en las unidades de más difícil acceso (rurales) que tienden a capturar pieza a pieza en lugar de presentación (caja) y provocan graves estimaciones. En algunas ocasiones se han determinado compras erróneas que conllevan a sobre invertir los almacenes por años.

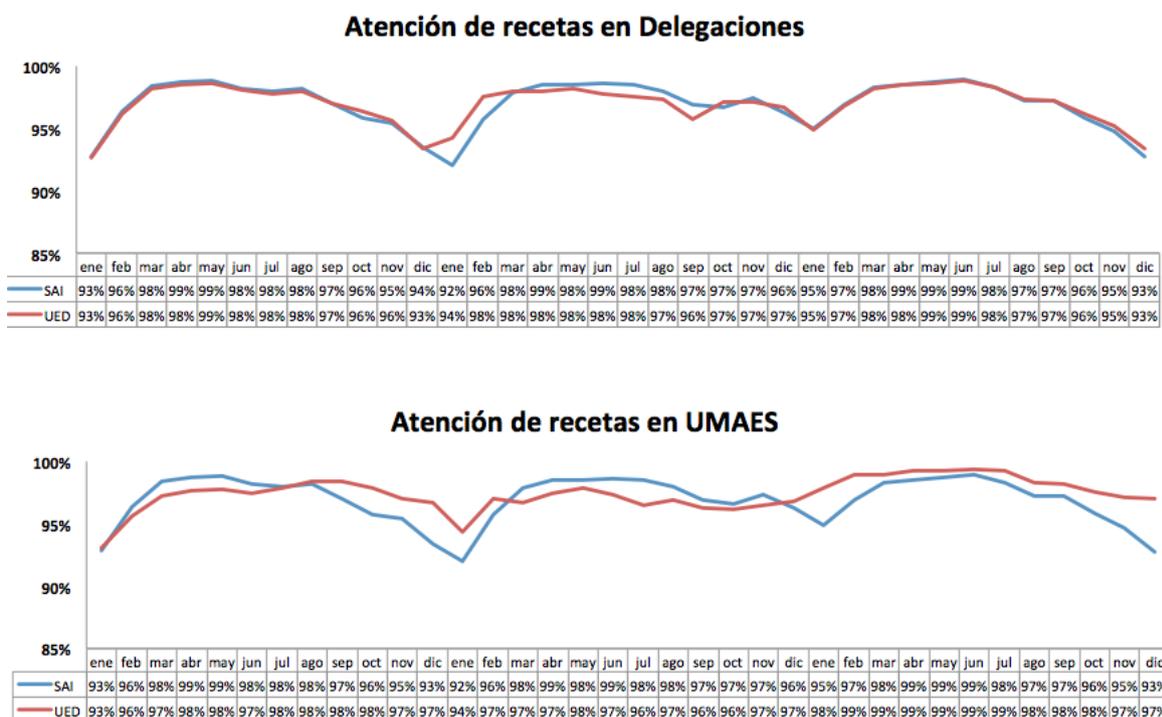


Figura 1.10: Atención de recetas 2006 - 2008. [27]

Otro aspecto relevante en la planeación de la demanda es la participación de los directamente involucrados. A pesar de que son los médicos los que con base en su experiencia y conocimiento prescriben medicamentos a los Derechohabientes, es necesario contar con el trabajo conjunto de gente administrativa que conoce hechos como restricciones presupuestales, incumplimientos de la proveeduría, problemas de abasto o de compras. ¿Pero de qué forma influyen este tipo de factores en la determinación de la demanda? Al no contar con un medicamento en la Unidad Médica, se prescriben otras opciones terapéuticas y la demanda de un medicamento se distorsiona a otros. Las alternativas terapéuticas, cuando existen, no necesariamente son más baratas, lo que se traduce en sobre ejercicio de recursos presupuestales.

Asimismo, al reunir a equipos de expertos de diversas áreas trae consigo otro tipo de limitantes. Si se supone que la planeación de cada unidad médica se realiza por un médico, un administrativo de abasto y uno de adquisiciones, se está hablando que hay que coordinar y supervisar a más de 3,600 personas, los cuales a su vez determinarán pronósticos para la demanda de medicamentos de 600 claves de medicamentos en promedio.

La estimación de la demanda es un factor primordial para la atención de recetas, de cierta manera, si se determinó con gran precisión el número de medicamentos a utilizar en farmacia, será posible atender la gran mayoría de las recetas que se presenten en la misma logrando así el objetivo deseado.

A continuación se presenta una lista más extensa de los factores que se han relacionado con el proceso de la determinación de la demanda:

- Prescripción médica desestandarizada. Cada Médico tiene su propia opinión respecto a cuál es el medicamento idóneo para tratar una enfermedad, a pesar de que existen guías terapéuticas las cuales indican los medicamentos que se tienen que recetar como primera, segunda o tercera alternativa, el médico tiene el libre albedrío para hacer la tercera opción, su primera alternativa terapéutica.
- Deficiencias en la estimación de nuevas necesidades. El histórico de medicamentos no considera nuevas claves o nuevas necesidades derivadas de nuevos servicios, ampliaciones, remodelaciones o nuevas unidades médicas o claves sustitutas. No existe un proceso que indique como se tienen que estimar.
- Falta de planeación. El proceso actual tal y como se determinan las necesidades conlleva mucho tiempo-hombre para estimar la demanda esperada del próximo ejercicio.
- Histórico. El histórico de consumo depende directamente de los siguientes puntos:
  - Al registro completo y oportuno de las recetas presentadas en farmacia. El encargado de farmacia es el directamente responsable de la captura de las recetas atendidas tanto en piso (servicio hospitalario) como en ventanilla.
  - Al enlace de todas las farmacias pertenecientes a cada Delegación/UMAE<sup>7</sup>.
- Tendencia de consumo. La planeación de necesidades se estima con información rezagada<sup>8</sup>. La tendencia de la demanda de medicamentos puede cambiar significativamente en el transcurso del año por incumplimientos de la proveeduría<sup>9</sup>, por fallas en el suministro<sup>10</sup>, incremento de pacientes o simplemente cambio en la terapéutica médica.
- Demanda fija por un año. Las revisiones de la demanda de medicamento son escasas, provocando carencia o sobre inversiones en los almacenes. Efectuar trasposos es complicado pues no se quiere cargar con el costo del flete por parte del área receptora y falta coordinación entre los mismos.
- Compras lentas. El mecanismo de compra usual es a través de licitaciones, las cuales demoran en promedio tres meses desde su publicación hasta el fallo y la formalización de contratos<sup>11</sup>.

---

<sup>7</sup>Las UMAE's solo cuentan con una farmacia y mensualmente se enlazan a su respectivo servidor, sin embargo en algunas Delegaciones se tienen farmacias que por su lejanía y/o difícil acceso su administración se realiza manualmente y se registra en el servidor bimestralmente o trimestralmente.

<sup>8</sup>En el mejor de los casos 8 meses antes de iniciar el ejercicio actual.

<sup>9</sup>Al no contar con una clave de medicamento por incumplimiento de la proveeduría, el médico puede recetar la segunda, tercera o cuarta opción terapéutica.

<sup>10</sup>El almacén Delegacional es el responsable de llevar en tiempo y forma los medicamentos necesarios para la atención en sus Unidades Médicas, sin embargo una falla en este proceso repercute en la carencia de los medicamentos necesarios en las farmacias.

<sup>11</sup>Después de efectuar los procesos licitatorios, la experiencia de los últimos 4 años indica que entre 50 y 60 claves de medicamentos quedarán desiertas.

- Volumen de pronósticos. Debido a que la determinación de necesidades se realiza por Unidad Médica, se tiene un número considerable de pronósticos a revisar y más aún, provoca que el proceso de la Determinación de necesidades se prolongue hasta dos meses.

Tipo	Claves promedio	No. farmacias	No. pronósticos*
Delegación	689	1,300	782,400
UMAE	479	25	11,975
Total	584	1,325	794,375

\* Valores estimados

### Cuadro 1.5: Número aproximado de pronósticos.

Respecto al indicador de recetas se ve directamente afectado por:

- Incumplimiento de la proveeduría. En especialidades como Oncología o VIH los médicos no pueden cambiar a la segunda o tercera opción terapéutica, debido a un cambio en el esquema terapéutico podría afectar el avance del paciente.
- Limitaciones presupuestales. Si no se cuentan con recursos suficientes, no se podrá lograr una adecuada atención de recetas<sup>12</sup>.
- Abasto y surtimiento. La posición óptima del ciclo de abasto es tener producto suficiente en almacén Delegacional/UMAE y en farmacia, sin embargo esto no siempre sucede. Por tanto, existen tres situaciones que afectan a la atención de recetas:
  - Se cuenta con medicamento en almacén, sin embargo se agotó en farmacia (problema de suministro a unidades).
  - Se cuenta con inventario en farmacia pero no en almacén (problema de abasto).
  - No se cuenta con producto en almacén y en farmacia. Lo anterior puede ser consecuencia de problemas en la contratación, de abasto o incumplimientos de la proveeduría.

## 1.3. Supuestos

Como parte de la estrategias internacionales de contención de costos, el IMSS al igual que otros Sistemas de Seguridad Social alrededor del mundo, han buscado nuevas formas de obtener mejores beneficios de su presupuesto, es decir, comprar más productos sin incrementar radicalmente año con año el presupuesto asignado. Bajo este principio, el Instituto desde el año 2009 ha implementado compras centralizadas (compras por volumen) cuyo objetivo principal es estandarizar los precios a lo largo de la República y eliminar así los sobrepuestos presentes en algunas claves. Este proyecto es

<sup>12</sup> Anualmente se presenta un déficit de recursos monetarios para bienes de consumo. Para el 2008 superó los 2,500 MDP

conocido como Contrato Único (CU) de Medicamentos. Todas las claves contratadas y sus cantidades se utilizarán para atender las necesidades de toda la República, en este sentido si una clave se agota, se agotará en toda el país y no por región o estado.

Por el otro lado, el IMSS ha buscado una alternativa para efectuar pedidos cuya función es la de fungir como un mecanismo de compra inmediato que permita a cada Delegación y UMAE allegarse de manera oportuna de las claves necesarias para la atención de recetas. Este proyecto se conoce como Bolsa Única de Ofertas (BUO). La BUO se utilizará como alternativa para realizar compras por incumplimiento, desiertas y claves agotadas en caso de que un contrato se agote y en lo que se efectúa un proceso licitatorio complementario.

Bajo los dos proyectos anteriores, CU y BUO, el presente trabajo identificará las Áreas de Oportunidad en la determinación de la demanda de medicamentos, seguimiento y control en los procesos de abasto, las cuales se esperan, permitan incrementar la atención de las recetas presentadas en cada una de las más de 1,300 farmacias del Instituto.

Por último, la meta de la Dirección General en cuanto a la atención de recetas será superior o igual al 96% de atención.

## 1.4. Objetivo General

Mejorar la atención de recetas mediante la simplificación de procesos y la revisión ordenada y permanente de la demanda de medicamentos para la entrega de tratamientos completos a los derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social.

## 1.5. Objetivos Específicos

Debido a que la atención de recetas requiere un esfuerzo constante para distribuir eficientemente los recursos y por ende los medicamentos se buscan objetivos secundarios que contribuyen directamente a alcanzar el objetivo principal, las cuales se mencionan a continuación:

1. Monitorear diariamente las claves próximas a agotarse en almacenes y farmacias minimizará la probabilidad de que una receta no sea surtida completamente a la primera vez al realizar acciones correctivas de reaprovisionamiento de faltantes.
2. Disminuir el inventario en almacenes / farmacias ayudará a optimizar el presupuesto necesario para mantener o superar la atención de recetas.
3. Pronosticar el agotamiento de los contratos permitirá realizar compras complementarias para satisfacer la subestimación de la demanda de medicamentos.
4. Pronosticar el cierre de presupuesto permitirá tomar acciones anticipadamente en la planeación de los recursos financieros.

## 1.6. Conclusiones

Desde su introducción en 1883 el concepto de Seguridad Social ha sido parte principal de la agenda de los países al otorgar bienestar al trabajador y a sus familias. Las reformas y estrategias implementadas a nivel mundial van orientadas para crear un modelo autosuficiente que permita mantener los beneficios a la población y al mismo tiempo que los países no colapsen sus economías como actualmente pasa en España.

Para lograr esta meta se han centrado básicamente en dos puntos; las reformas al régimen de pensiones y a la optimización de los recursos destinados al sector salud, Para el primer caso se observan modificaciones a la edad de retiro, semanas cotizadas haciendo más difícil la obtención de una pensión y topando el monto de la pensión. Lo anterior ha fomentado que el trabajador comience a ver como alternativa o complemento realizar aportaciones voluntarias para su retiro y/o bien contratar una pensión privada donde el trabajador aporta recursos propios para su beneficio posterior.

Respecto al segundo caso, las estrategias van orientadas a reducir costos de compras, ya sea por volumen y/o la adopción de genéricos, optimización de la cadena de suministros y reducción de mermas.

Ambos temas están ampliamente correlacionados, ya que a mejor calidad médica mayor es la esperanza de vida de la población y por tanto el número de años por los cuales se pagará una pensión será mayor.

De esta forma al optimizar el cálculo de la demanda de medicamentos en el IMSS se podrá contribuir a una mejor atención médica, al llevar en tiempo y forma los insumos necesarios para atender la salud de casi la mitad de la población mexicana.

# Capítulo 2

## Marco Teórico

A continuación se presentan los elementos teóricos que se consideran necesarios para encontrar una solución al problema planteado en el presente trabajo.

### 2.1. Pronósticos

Como parte primordial del estudio de pronósticos está el entender el problema que se desea resolver. El investigador deberá de resolver una serie de interrogantes previas que le permitan obtener los elementos necesarios para resolver adecuadamente su problema en estudio. Se sugiere reflexionar y contestar ¿Por qué se necesita un pronóstico?, ¿Quién utilizará el pronóstico?, ¿Cuáles son las características de los datos disponibles?, ¿Qué período debe pronosticarse?, ¿Cuáles son los requisitos mínimos de datos? e indudablemente, ¿Qué tanta precisión se desea? Posteriormente, el investigador tendrá que elegir el (los) método(s) que considere(n) más adecuado(s) para resolver su problema en estudio, tomando en consideración los siguientes elementos [7]:

- Definir la naturaleza del problema de pronóstico
- Explicar la naturaleza de los datos que se investigan
- Identificar y entender los patrones históricos de los datos
- Describir las capacidades y limitaciones de técnicas de pronósticos potencialmente útiles
- Desarrollar criterios sobre los que se pueda tomar la decisión de selección

### 2.2. Elección de un método de pronóstico

Todos los procedimientos formales de pronóstico se basan en el entendimiento de las experiencias del pasado para proyectarlas hacia el futuro. Suponen que las condiciones

futuras serán las mismas que generaron los datos en el pasado, excepto aquellas variables reconocidas de forma explícita por el modelo de pronóstico. [7] [8]

El reconocimiento de que las técnicas de pronósticos operan con los datos generados por sucesos históricos lleva a la identificación de seis pasos en el proceso de pronóstico:

- **Formulación del problema y recolección de datos.** El problema determina los datos adecuados. Si se considera una metodología cuantitativa de pronóstico, los datos relevantes deben de estar disponibles y ser correctos. Usualmente la obtención y recopilación de los datos consume mucho tiempo, sin embargo es necesario contar con los datos adecuados, de lo contrario el problema se tendría que redefinir o se tendría que emplear una metodología no cuantitativa de pronóstico. De esta manera, los problemas más frecuentes son problemas de recolección y control de calidad.
- **Manipulación y limpieza de datos.** En el proceso de pronóstico es posible contar con demasiados datos, o en caso contrario, muy pocos. Algunos datos podrían estimarse en unidades diferentes a las originales, otros datos podrían ser adecuados durante ciertos periodos históricos.
- **Exploración de datos.** Este paso con frecuencia es obviado, sin embargo se considera de vital importancia para detectar patrones presentes en las series de tiempo, y/o para identificar factores relevantes que sucedieron en la historia y que pudieran afectar considerablemente el resultado del pronóstico.
- **Construcción y evaluación del modelo.** Implica adecuar los datos recolectados en un modelo de pronósticos que sea adecuado en términos de minimización de error de pronóstico. Cuanto más simple resulta ser el modelo, resulta mejor para obtener la aceptación del proceso de pronóstico por parte de los administradores que toman las decisiones en la empresa. En ocasiones es recomendable sacrificar exactitud de un modelo sofisticado, por uno más simple aunque menos preciso, con la finalidad de se utilice activamente por los tomadores de decisiones.
- **Aplicación del modelo.** Consiste en los pronósticos reales del modelo que se generan una vez que se han recolectado y quizás reducido a solo los datos adecuados, tan pronto se ha elegido un modelo adecuado de pronósticos. Usualmente los valores de periodos recientes se utilizan para verificar la precisión del proceso.
- **Evaluación del pronóstico.** En esta etapa se comparan los valores del pronóstico con los valores históricos reales. Algunos de los valores recientes se retienen del grupo de datos que se analiza. Una vez que se ha completado el modelo de pronósticos, se realizan pronósticos para los diversos periodos y se comparan con los valores históricos conocidos con alguna medida de los errores.

### 2.3. Modelos de pronóstico

Existen una gran variedad de métodos de pronóstico<sup>1</sup>, ya sean cuantitativos o cualitativos, sin embargo se presentarán los métodos que se consideran viables de implantar, considerando los recursos humanos, monetarios y las tecnologías existentes en el IMSS.

Para lo anterior se presentará una breve terminología. Se denota  $t$  al tiempo en que fue tomada la observación de la serie de tiempo y  $(t + 1)$  su observación en el futuro. Supóngase además que las observaciones son igualmente espaciadas y denotadas por la nomenclatura  $z_t, z_{(t-1)}, z_{t-2}, z_{t-3}, \dots$ , donde  $z_t$  es la observación al tiempo  $t$  y así sucesivamente. El valor  $z_{t+1}$ , representaría el valor de la observación en un futuro. Teóricamente las observaciones pueden ser finitas o infinitas, sin embargo para este propósito se consideraran únicamente finitas.

Se denota  $\hat{z}_t(l)$  al pronóstico realizado para el valor de  $z_{(t+1)}$ , donde  $l = 1, 2, 3, \dots$ . A la expresión  $\hat{z}_t(l)$  se le conoce como función de pronóstico al tiempo  $t$ .

El objetivo es encontrar una función de pronóstico cuya suma de las desviaciones al cuadrado,  $z_{t+1} - \hat{z}_{t+1}$ , sea lo mínima posible para cada periodo  $t$ .

### 2.4. Series de Tiempo

Las series de tiempo son modelos de pronóstico basadas en observaciones pasadas cuyo principal objetivo es el conocimiento de su comportamiento, para poder prever su evolución en el futuro cercano, suponiendo que las condiciones actuales no cambiarán drásticamente. [2] [18]

El análisis de una serie temporal consiste en el estudio de cuatro factores:

- **Tendencia:** Es un movimiento de larga evolución que muestra la evolución general de la serie de tiempo, ya sea creciente, decreciente o estacional.
- **Estacionalidad:** Se refiere al comportamiento de una variable en el tiempo en un periodo el cual está relacionado con la época o un período en particular.
- **Ciclicidad:** Es el termino mediante el cual se le conoce a las oscilaciones a lo largo de una tendencia con un periodo mayor a un año. El ciclo sugiere que un tipo de movimiento se repite cada cierto periodo con características similares.
- **Residuales:** Cuando parecen hechos imprevistos que afecten las variables en estudio acotando lo que no podemos prever, es decir, movimientos por factores externos o aleatorios.

---

<sup>1</sup>Una lista más amplia con una pequeña descripción de cada método es presentada en el AnexoB. Los modelos y sus aplicaciones se pueden estudiar en [7] y [16]

### 2.4.1. Proceso Autoregresivo, AR(p)

La representación de un proceso Autoregresivo de orden ( $p$ ) está dado por un conjunto finito de pesos distintos a cero,  $\pi_1 = \phi_1, \pi_2 = \phi_2, \dots, \pi_p = \phi_p$ , y  $\pi_k = 0$  para  $k > p$ . Se denota por AR(p) y esta dado por la siguiente expresión: [2] [18]

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + a_t \quad (2.1)$$

o bien

$$\phi(B)Z_t = a_t, \quad (2.2)$$

donde

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

y

$$Z_t = Z_t - \mu$$

Como la suma de los pesos  $\sum_{j=1}^{\infty} |\pi_j| = \sum_{j=1}^p |\phi_j| < \infty$ , el proceso es invertible. Para que sea estacionario las raíces de  $\theta_p(B) = 0$  deben de caer afuera del círculo unitario.[2]

Nótese que como  $\phi_p(B)\hat{Z}_t = a_t$ , entonces  $\hat{Z}_t$  se puede expresar como función lineal y ruido blanco, como a continuación se señala:

$$\hat{Z}_t = \frac{1}{\phi(B)} a_t = \phi^{-1}(B) a_t$$

Como caso particular el proceso autoregresivo de orden (1) y (2) están dados por las siguientes ecuaciones:

$$\hat{z}_t = \phi_1 \hat{z}_{t-1} + a_t$$

y

$$\hat{z}_t = \phi_1 \hat{z}_{t-1} + \phi_2 \hat{z}_{t-2} + a_t$$

### 2.4.2. Proceso de Media Móvil, MA(q)

El modelo autoregresivo se representa por un número finito de pesos  $\psi$  distinto a cero, es decir,  $\psi_1 = -\theta_1, \psi_2 = -\theta_2, \dots, \psi_q = -\theta_q$  y  $\psi_k = 0$  para  $k > q$  y es llamado proceso de

promedio móvil de orden  $q$  y es denotado como  $MA(q)$ . [2] [18]

$$\hat{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} = \theta(B)a_t$$

donde

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

Debido a que  $1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2 < \infty$  un proceso de promedios móviles siempre es estacionario. Es invertible si las raíces de  $\theta(B) = 0$  caen afuera del círculo unitario.

Como caso particular de los procesos móviles de orden  $q$  se tiene cuando  $q = 1$ , de esta forma

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B)$$

Y la ecuación para el proceso  $MA(1)$  es

$$\hat{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} = (1 - \theta_1 B)a_t$$

Donde  $\{a_t\}$  es un proceso de ruido blanco con media cero y varianza constante  $\sigma_a^2$ .

La desviación de  $\hat{z}_t$  es expresado como una suma finita ponderada de la suma de las  $p$  desviaciones previas  $\hat{z}_{t-1}, \hat{z}_{t-2}, \dots, \hat{z}_{t-p}$  del proceso más un valor aleatorio  $a_t$ .

### 2.4.3. Proceso Autoregresivo de Media Móvil, ARMA(p,q)

Este tipo de modelos combinan las características de los modelos autoregresivos  $AR(p)$ , con los modelos móviles  $MA(q)$ , de la siguiente forma: [2] [18]

$$\hat{z}_t = \phi_1 \hat{z}_{t-1} + \dots + \phi_p \hat{z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

O equivalentemente

$$\phi(B)\hat{z}_t = \theta(B)a_t$$

Este tipo de modelos son conocidos como modelos autoregresivos móviles de orden  $(p, q)$  o simplemente  $ARMA(p, q)$ .

El ejemplo más sencillo de estos modelos es cuando  $p = q = 1$ , entonces el modelo  $ARMA(1, 1)$  está dado por:

$$\hat{z}_t - \phi_1 \hat{z}_{t-1} = a_t - \phi_1 a_{t-1}$$

#### 2.4.4. Procesos Autoregresivos Integrados de Medias Móviles, $ARIMA(p, d, q)$

Considérese el modelo<sup>2</sup>:

$$\varphi(B)\hat{z}_t = \theta(B)a_t$$

Donde  $\varphi(B)$  es el operador autoregresivo no estacionario y con raíces de  $\varphi(B) = 0$  caen en el círculo unitario. Esta ecuación puede ser reescrita de la siguiente forma:

$$\varphi(B)\hat{z}_t = \phi(B)(1 - B)^d z_t = \phi(B)a_t$$

Donde  $\phi(B)$  es el operador estacionario autoregresivo. Sea  $\nabla^d \hat{z}_t = \nabla^d z_t$  para  $d \geq 1$  y  $\nabla = 1 - B$  es el operador diferencia, entonces el modelo se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\phi(B)\nabla^d z_t = \phi(B)a_t$$

o bien

$$\phi(B)w_t = \phi(B)a_t \text{ con } w_t = \nabla^d z_t$$

Como casos particulares se puede mencionar el modelo  $ARIMA(0, 1, 1)$  o simplemente  $IMA(0, 1, 1)$ .

$$\nabla z_t = (1 - \theta B)a_t \text{ con } -1 < \theta < 1$$

Y el modelo  $ARIMA(0, 2, 2)$  o  $IMA(0, 2, 2)$

$$\nabla^2 z_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)a_t, \text{ con } -1 < \theta_2 < 1, \theta_1 + \theta_2 < 1, \theta_2 - \theta_1 < 1$$

---

<sup>2</sup>[2] [18]

## 2.5. Problemas especiales de predicción

En algunas ocasiones se encuentran problemas especiales al tratar de predecir series de tiempo como son el arranque, la demanda irregular, el pronóstico regional y el error de pronóstico. [5] [16]

### 2.5.1. Arranque

La introducción de nuevos productos o servicios poseen la particularidad de que no existe suficiente historia para iniciar el proceso de pronóstico. Es por lo cual que se proponen algunas alternativas de solución: [5] [16]

1. El personal de Marketing o los usuarios podrán proporcionar la estimación inicial hasta que se genere un poco de historia. Una vez que se cuenten con datos se podrán utilizar algún método de pronóstico.
2. Se podría hacer un estimado a partir del patrón de demanda de productos o servicios similares, es decir, los patrones de demanda experimentados con anterioridad podrán proporcionar una perspectiva y una base para la estimación de la demanda para los nuevos productos.
3. Si el modelo de suavizamiento exponencial se utiliza para pronosticar, la constante de ajuste exponencial se puede fijar en un nivel alto (0.5 o mayor) durante el período inicial de pronóstico. Luego se reducirá a un nivel normal una vez que se haya generado un historial adecuado.

### 2.5.2. Demanda irregular

La demanda irregular representa la condición donde existe variación aleatoria en el patrón de la demanda que puede opacar para los patrones de tendencia y estacionalidad. La condición de demanda irregular se presenta cuando dos o tres veces de la desviación estándar de la información histórica excede el pronóstico del mejor modelo que puede ajustarse a la serie de tiempo. Se presenta con frecuencia debido a varios motivos: el patrón de la demanda está dominado por grandes y esporádicos pedidos del cliente; la demanda puede derivarse de la demanda de otros productos o servicios; el pico estacional no se ha tomado en cuenta; o el patrón de demanda pudiera ser resultado de información excepcional, personas externas o condiciones poco comunes. [7] [8]

Los patrones de demanda irregular por naturaleza son difíciles de pronosticar con exactitud por métodos matemáticos, debido a la amplia variabilidad en la serie de tiempo, sin embargo, se pueden ofrecer algunas sugerencias de cómo manejarlos:

- Ubicar motivos que provocan la irregularidad y utilizarlos en el pronóstico. Separar el pronóstico de los productos con demanda irregular de los que muestran un patrón regular y utilice métodos adecuados para cada uno.

- No reaccionar rápidamente a los cambios en el patrón de demanda para tales productos o servicios si no se han encontrado las causas atribuibles a los cambios repentinos de demanda. Utilice un método de pronóstico simple y estable que no reaccione rápidamente a los cambios súbitos, como promedios o suavizamiento exponencial con un bajo valor de suavizamiento.
- Debido a que la demanda irregular con frecuencia se presenta en artículos de baja demanda, la exactitud del pronóstico puede no ser un asunto relevante. Una solución podría incrementar el nivel de inventario para compensar la inexactitud del pronóstico en lugar de manejar el pronóstico de manera meticulosa.

### 2.5.3. Pronóstico regional

El investigador puede enfrentarse al problema si realiza un pronóstico de la demanda total y posteriormente la distribuye proporcionalmente en regiones, por ejemplo por territorios, almacenes, unidades, etc., o bien si pronostica cada región en forma independiente. El objetivo, en ambos casos, es lograr la mayor precisión posible a nivel regional. Pronosticar todas las demandas de manera simultánea con frecuencia será más exacto que la suma de los pronósticos regionales individuales. Si esto es así, la distribución proporcional del pronóstico en conjunto con las regiones individuales pudiera preservar pudiera dar mejores resultados, aunque no se conoce una respuesta definitiva respecto a que método es el mejor. [7] [8]

## 2.6. Error del pronóstico

En la práctica, ningún modelo de pronóstico individual puede ser el mejor en toda ocasión, y es preferible la combinación de los resultados de varios modelos puede generar pronósticos más estables y precisos.

Un método consistente en combinar pronósticos puede proporcionar resultados satisfactorios en el corto plazo. Este tipo de métodos se detallan en la sección 2.7.

## 2.7. Otros modelos de pronóstico

Dentro de otros modelos se pueden señalar los que no son totalmente estadísticos y que requieren de más participantes o expertos que con base en la experiencia pueden aportar información primordial. [7] [8]

### 2.7.1. Pronósticos de colaboración

Las mejores prácticas actuales sugieren combinar modelos estadísticos con experiencia e intuición, sobre todo cuando se tiene un sistema complejo, ya sea en cuanto volumen o a las características particulares del producto o servicio. [7] [8]

Esta práctica ayuda a reducir los efectos de influencia del plan, influencias emocionales y además a cuando son muchos productos los algoritmos estadísticos automáticos determinar una mejor estimación y no solo un simple promedio.

Una mejora en la exactitud de los pronósticos la podrá confirmar cuando cada mes se estén logrando los resultados de los objetivos. Esto también se confirma cuando las diferentes áreas están alineadas a partir de un pronóstico consensuado. Además es posible aplicar una solución rápida a las altas variaciones que se vayan presentando en el transcurso del tiempo, es decir, un proceso de planeación y corrección integrado.

Un pronóstico por arriba de la demanda real trae consecuencias en exceso de inventario y, para el caso IMSS, deterioro, maltrato, expiración de caducidades o merma de medicamentos. En cambio, un pronóstico por debajo de la demanda real trae problemas implícitos, como compras de emergencia, reducción de satisfacción al derechohabiente, demandas e inclusive muertes de pacientes.

Es indispensable, reunir a todos expertos posibles que ayuden a detectar posibles anomalías que afecten gravemente al pronóstico de la demanda de medicamentos, mediante un mecanismo diseñado para controlar los cambios y efectuar correcciones siempre y cuando tengan una explicación lógica. El perfil de los directamente involucrados es crucial, pues en caso de permitir a cualquier usuario volvería al proceso interminable y poco productivo.

Los factores a considerar en el proceso de consenso son los siguientes:

1. Debe de existir un líder de proceso y proporcionar la comunicación necesaria y los calendarios de juntas del grupo.
2. Deberán de identificarse los tipos de información necesaria para el pronóstico, así como los procesos para obtenerla, incluyendo el momento, las cantidades y la(s) persona(s) responsables.
3. Deberán establecerse métodos para procesar información de múltiples fuentes, tipos y formatos, así como las ponderaciones que se utilizarán para combinar y reconciliar los pronósticos de las múltiples partes.
4. Se requieren métodos para traducir el pronóstico final en la forma que la necesita cada parte, como ventas, envíos, cliente, cuenta, territorio de servicio, etc.
5. Deberán establecerse de un proceso para revisar y actualizar el pronóstico sobre una base de tiempo real.
6. Deberán establecerse medidas para evaluar el pronóstico y para determinar si el pronóstico de colaboración presenta una mejora por encima de los métodos tradicionales.

7. Los beneficios para cada parte del pronóstico de colaboración deberán ser obvios y reales.

Por último, la verdadera colaboración requiere coparticipación, coordinación, compromiso y entendimiento que no es fácil de lograr, sin embargo, este esfuerzo produce grandes beneficios en las situaciones de pronóstico más difíciles, así como beneficios de una mejor comunicación intrafuncional.

### 2.7.2. Pronósticos basados en reglas o sistemas expertos

Este método se basa en un conjunto de reglas deducidas por expertos de pronósticos a los datos de entrada y a la aplicación del modelo. Las reglas son distintas declaraciones del estilo "si, entonces" que guían las acciones para mejorar el pronóstico. [7] [8] [16]

Este tipo de razonamiento forma parte de un sistema experto, en el que, con base en la experiencia, se puede determinar una solución a un problema en particular. Al aplicar éstas reglas, en conjunto con otros métodos de pronóstico, se puede obtener una importante reducción en el error de pronóstico. Esto es válido cuando las series de tiempo muestran tendencias importantes, baja incertidumbre y estabilidad, y si quien pronostica tiene un adecuado conocimiento de la aplicación. Cada uno de los métodos se pondera equivalentemente.

### 2.7.3. Combinación de pronósticos

Una rama en desarrollo del estudio de los pronósticos involucra la combinación de dos o más métodos de pronóstico para producir los pronósticos finales. En Hanke, se hace referencia a una edición del International Journal Forecasting en la cual se tienen las siguientes conclusiones: [7]

1. La investigación de 200 estudios demuestra que al combinar pronósticos se producen ganancias consistentes, con modesta exactitud, sin embargo no se define en qué condiciones es más eficaz combinar pronósticos calculados ni cómo deben combinarse.
2. La mezcla de pronósticos es sustancial, sin embargo, es poco conocido que gerentes combinen pronósticos.
3. Las últimas literaturas indican que la exactitud del pronóstico puede mejorarse sustancialmente por medio de la combinación de pronósticos individuales múltiples.

Uno de los beneficios de la combinación de los pronósticos es el de minimizar los efectos de predisposición, es decir, dar un peso indebido a un método de pronóstico en particular. Una estrategia es combinar diferentes métodos de pronóstico a través de un promedio simple

$$\hat{Y}_{1C} = \frac{\hat{Y}_{11} - \hat{Y}_{12} + \dots + \hat{Y}_{1m}}{m}$$

o en su caso, a través del uso de un promedio ponderado,

$$\hat{Y}_{1C} = \frac{w_1 \hat{Y}_{11} - w_2 \hat{Y}_{12} + \dots + w_m \hat{Y}_{1m}}{m}, \text{ con } \sum_{i=1}^m w_i = 1$$

Existen varias formas para determinar los pesos  $w_1$ . Si existe un registro del desempeño pasado para un método de pronóstico en particular, los pesos pueden tomarse inversamente proporcionales a la suma del error cuadrático del pronóstico.

## 2.8. Elección de un método de pronóstico

En el análisis de series de tiempo, muchos modelos pueden ser adecuados para representar un conjunto de datos. Algunas veces la elección del mejor criterio es fácil, sin embargo en ocasiones resulta complicado decidirse por un modelo. Para un conjunto de datos, donde más de un modelo se considera adecuado, el criterio de selección normalmente se basa en los estadísticos resultantes al aplicar un modelo o en los errores de pronóstico. Para el primer caso, algunos métodos de selección de modelos basados en residuales se encuentran el criterio de información de *Akaike* (*AIC*) o el *Criterio Bayesiano de Schwartz* (*SBC*). [18]

Para el segundo caso, existen diferentes maneras de medir los errores de pronóstico para posteriormente seleccionar el mejor modelo que modele adecuadamente el comportamiento futuro de un conjunto de datos.

## 2.9. Medición del error de pronóstico

Para evaluar los resultados obtenidos por algún modelo de pronóstico es necesario calcular el error de pronóstico o residual de cada periodo pronosticado utilizando la ecuación: [7]

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

donde

$e_t$  = error del pronostico en el periodo  $t$

$Y$  = valor real en el periodo  $t$

$\hat{Y}$  = valor de pronóstico para el período  $t$

Un método para evaluar las técnicas de pronóstico utiliza la suma de los errores absolutos. La desviación absoluta media (Mean Absolute Deviation por sus siglas en inglés) mide la precisión del pronóstico al promediar las magnitudes de los errores de pronóstico. El MAD es útil cuando se quiere medir el error de pronóstico en las mismas unidades que la serie original.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

El error cuadrático medio (Mean Square Error en inglés) es otra forma para evaluar una técnica de pronóstico. Cada error de pronóstico o residual se eleva al cuadrado, posteriormente se suman y se dividen el número de observaciones. La característica de esta técnica es que se consideran más relevantes los errores más grandes al elevarse al cuadrado.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

Existen medidas de medición del error de pronóstico expresadas en porcentaje, como es el caso del error porcentual absoluto medio (Mean Absolute Percentage Error en inglés). Este método es útil cuando el tamaño o magnitud de la variable de pronóstico es importante para evaluar la precisión del pronóstico. El MAPE proporciona una idea de cuán grandes son los errores de pronóstico en comparación con los valores reales de la serie. El MAPE también puede utilizarse para comparar la precisión de la misma o diferentes técnicas en dos series totalmente distintas.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

Si es necesario determinar si un método de pronóstico tiene sesgo (proporciona pronósticos más altos o más bajos de manera sistemática) se puede utilizar el error porcentual medio (Mean Percentage Error en inglés), de esta forma si el método de pronóstico no tiene sesgo, el MPE será cercano a cero. Si el MPE es un alto porcentaje negativo, el método sobreestima de forma consistente y si el MPE es un alto porcentaje positivo, el MPE subestima consistentemente.

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t}$$

Parte de la decisión de utilizar un método de pronóstico en particular implica la determinación de si esta técnica producirá errores de pronóstico que se consideren suficientemente pequeños. Se puede esperar que una buena técnica de pronóstico produzca errores de pronóstico relativamente pequeños de forma persistente.

Las medidas de precisión de pronóstico que recién se han descrito se utilizan para:

- Comparar la precisión de dos o más técnicas diferentes.
- Medir la utilidad o confiabilidad de una técnica específica.
- Ayudar a buscar una técnica óptima.

## 2.10. Transformación de Variables

En algunas ocasiones es recomendable aplicar una transformación a la variable  $X$  de manera que la relación resultante con  $Y$  sea lineal. [7]

Las funciones más usuales para transformar la variable  $X$  son:

1.  $\frac{1}{X}$
2.  $\log X$
3.  $\sqrt{X}$
4.  $X^2$
5.  $\frac{X}{R} = \frac{X}{\text{máx}(X) - \text{mín}(X)}$
6.  $\frac{X - \bar{X}}{S}$

## 2.11. Supervisión y Control de Pronósticos

Después de que se ha completado un pronóstico, es importante que se le dé seguimiento. Es necesario conocer por qué la demanda real difirió de manera importante del valor que se había pronosticado.

Una manera de supervisar los pronósticos es asegurarse de su precisión es a través de una señal de rastreo. Ésta es una medición de cuán bien se predice el pronóstico los valores reales ya que los pronósticos se actualizan periódicamente y los nuevos datos de la demanda se comparan con los valores del pronóstico. [16]

La señal de rastreo se calcula como la suma corriente de los errores de pronóstico (RSFE en inglés) dividida entre la desviación media absoluta.

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}$$

Las señales de rastreo positivas indican que la demanda es mayor que el pronóstico en comparación con las señales de rastreo negativas que indican de la demanda es menor al pronóstico. Una señal de rastreo con un valor bajo de RSFE tiene aproximadamente el mismo error positivo que negativo, es decir, las desviaciones pequeñas están bien, pero las desviaciones positivas y negativas deberían de equilibrarse para que la señal de rastreo se concentre cerca de cero.

Cuando se calculan las señales de rastreo, se comparan con límites predeterminados de control. Cuando la señal de rastreo excede el límite superior e inferior, la señal se dispara. Esto quiere decir que existe un problema con el método de pronóstico y probablemente sea necesario reevaluar la forma en que se pronostica la demanda.

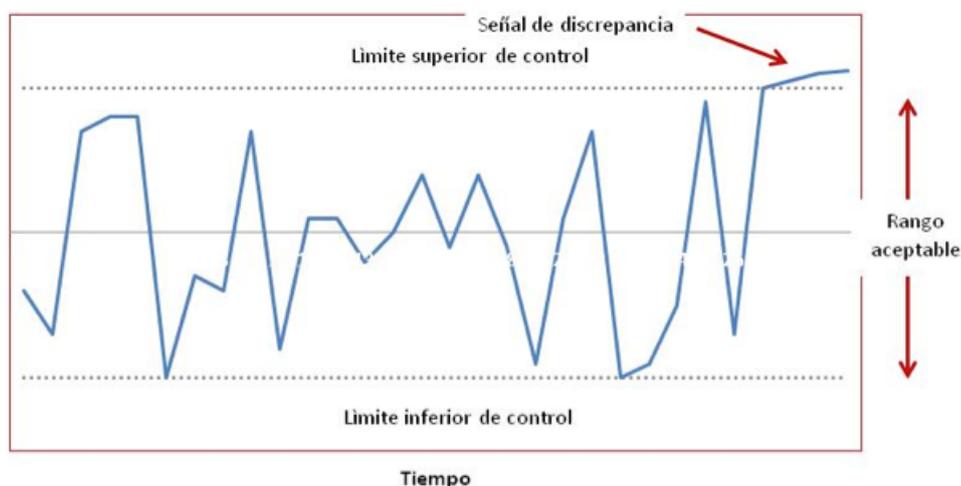


Figura 2.1: Control de las señales de rastreo.

**Fuente:** Elaboración propia.

Aunque no existe forma de cuales deben de ser los límites superiores e inferiores de rastreo, en algunos libros [16] se habla de que se sugieren utilizar máximos y mínimos de  $\pm 4$  MAD para artículos de alto volumen de existencias y  $\pm 8$  MAD para otros artículos de volumen menor. Una unidad de MAD equivale aproximadamente a 0.8 desviaciones estándar, esto sugiere que para que el pronóstico esté controlado, 89% de los errores deben caer dentro de  $\pm 2$  MAD, 98% dentro de  $\pm 3$  MAD y 99% dentro de  $\pm 4$  MAD suponiendo que la distribución de los errores es gaussiana.

## 2.12. Clasificación de productos

En esta sección se presentan dos formas útiles de controlar y clasificar los productos en inventario, el Método ABC es conocido por sus siglas en inglés Always Better Control y está basado en el principio de Pareto, de vitales son pocos, muchos son triviales aplicado en las ventas de cada artículo. Posteriormente, se propone una variante al método ABC incluyendo la importancia relativa de cada artículo, los Vitales, Esenciales y los Deseables. [1] [6]

### 2.12.1. Inventarios ABC

El problema de cualquier empresa, específicamente en la logística, es el total de problemas individuales de los productos. Una línea de productos está conformada por artículos individuales en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida con diferentes grados de éxito. En cualquier punto del tiempo, se crea un fenómeno conocido como la curva 80-20 o regla de Pareto, el cual es valioso para la planeación de la logística. [1]

El concepto de la curva 80-20 se deriva de que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos. Es decir, 80% de las ventas de una empresa se generan por 20% de los artículos. Aunque rara vez se conserva la proporción verdadera, se conserva la desproporcionalidad entre las ventas y el número de artículos.

El concepto 80-20 es útil para planear la distribución cuando los productos se agrupan o clasifican según su actividad de ventas. El primer 10% podría clasificarse en la categoría A, EL 20% siguiente podría ser el grupo B, y el porcentaje restante, el grupo C. Para los artículos pertenecientes a la categoría A, podrían recibir una amplia distribución geográfica a través de muchos almacenes con altos niveles de existencias, en contraste con el grupo C que podría distribuirse desde un punto único de venta central, con niveles de inversión más bajos de surtido que los otros grupos.

Otro uso frecuente del concepto 80-20 y de la clasificación ABC es agrupar los productos en un almacén, u otro punto de venta, en un número limitado de categorías donde luego son manejados con diferentes niveles de disponibilidad de existencias. Las clasificaciones de los productos son arbitrarias. El principal principio es que no todos los productos deben de recibir el mismo tratamiento logístico. El concepto 80-20 proporciona un esquema para determinar los productos que recibirán los diferentes niveles de tratamiento logístico.

Para representar matemáticamente la ecuación para describir la curva 80-20, se sugiere usar:

$$Y = \frac{(1 + A)X}{A + X}$$

donde

$Y$  = fracción acumulativa de ventas

$X$  = Fracción acumulativa de artículos

$A$  = Constante

Por ejemplo, si 25% de artículos representan el 70% de las ventas, entonces:

$$Y = \frac{0,25(1 - 0 - 70)}{0,70 - 0,25} = 0,1667$$

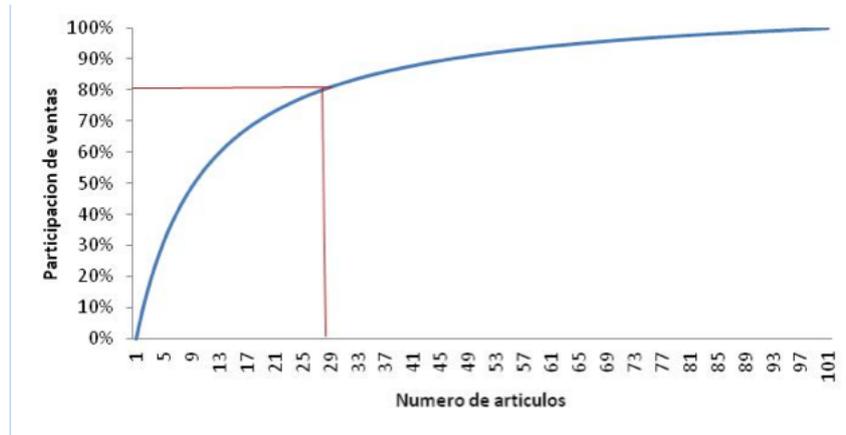


Figura 2.2: Pareto. 27 artículos representan el 80% de ventas.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.12.2. Método ABC - VED

En este tipo de análisis se clasifican los productos médicos en 3 categorías, A con los artículos que gastan el 70% del presupuesto, B los que consumen el 20% del presupuesto y C el porcentaje restante. Adicionalmente se clasifican los artículos en Vitales los cuales son indispensables para el Hospital o Unidad Médica. Los Esenciales, los que pueden afectar la calidad de los servicios si se carece de ellos, y los Deseables, no interfieren en el funcionamiento de la institución. [6]

De esta forma, se puede conformar una matriz, que contiene la clasificación ABC en sus filas y la clasificación VED en sus columnas,

	V	E	D
A	AV	AE	AD
B	BV	BE	BD
C	CV	CE	CD

Cuadro 2.1: Categorías metodología ABC - VED.

Y posteriormente se pueden obtener las clases:

CLASE 1. Grupos AV + BV + CV + AE + AD

CLASE 2. Grupos BE + CE + BD

CLASE 3. Grupos CD

En las clases anteriores se pueden aplicar distintas políticas estableciendo diferentes niveles de inventario, incluso frecuencia de suministro y se puede supervisar más estrictamente la clase 1 que la 3 para detectar mermas en el proceso de abasto<sup>3</sup>.

## 2.13. Conclusiones

Existen distintas técnicas de pronóstico, las cuales son empleadas en conjunto o individualmente, sin embargo el resultado de las mismas dependerá del investigador, problema concreto y la información disponible. Un factor de complejidad se agrega cuando se habla de un conjunto grande de elementos que se desean pronosticar. Para tratar de disminuir el universo de pronósticos a revisar se pueden dividir esfuerzos en la revisión de los mismos entre los directamente involucrados y tratar así de minimizar las malas estimaciones que pudieran darse. Este proceso de revisión y ajuste puede agilizarse si se emplea el principio de los inventarios ABC, en donde se considera la revisión más minuciosa de las claves más importantes según dinero, volumen o alguna otra característica cualitativa.

Por su naturaleza, los pronósticos son estimaciones que pueden darse o no en un futuro, por lo que es necesaria la revisión de cada uno de ellos en la medida en que se aproxima el horizonte de tiempo planteado inicialmente. En este sentido, el modelo inicialmente planteado tendrá que calibrarse con el objetivo de disminuir el margen de error conforme transcurre el tiempo, tal y como se realiza en la práctica, cuando por ejemplo se actualiza el cierre de inflación o se efectúa una estimación de las ventas de una empresa y en dado caso que no funcione adecuadamente se podrá elegir otro modelo u otros parámetros.

---

<sup>3</sup>En [6] se menciona que direccionando esfuerzos en el control de medicamentos más caros, se pueden obtener ahorros hasta el 20%.



## Capítulo 3

### Estrategia de intervención

Después de haber presentado la problemática en el capítulo 1 y posteriormente los métodos formales de pronóstico en capítulo 2, es necesario determinar las reglas y supuestos generales que se utilizarán para el cálculo de necesidades de medicamentos, tanto para su compra, realizada entre 6 y 8 meses antes de iniciado el año, como su revisión en el transcurso del año. Las compras de medicamentos serán centralizadas y realizadas por Nivel Central; para el caso de patentes los precios estarán negociados<sup>1</sup>. La meta propuesta por la Dirección General para la atención de recetas es del 96%.

La estrategia propuesta se puede dividir en tres etapas, en la primera se tratan de simplificar, estandarizar y actualizar a lo largo del año los procesos de planeación de la demanda de medicamentos; en la segunda etapa se monitorean y coordinan los procesos de distribución de medicamentos desde el almacén hasta la farmacia de las unidades médicas donde es entregado el medicamento a cada uno de los derechohabientes, y en la tercera etapa, se monitorean los resultados y se pronostica el presupuesto requerido para la atención de recetas al cierre del ejercicio. Nótese que la segunda y tercera etapa se tiene que monitorear a lo largo del año.

#### **3.1. Etapa I: Simplificación, estandarización y actualización de la demanda de medicamentos**

Dentro de los procesos de planeación de la demanda, compra de medicamentos y ejercicio de contratos se detectan algunas áreas de oportunidad, las cuales son señaladas a continuación:

---

<sup>1</sup>Para el caso de patentes se tiene la certeza que una sola empresa tiene el permiso de comercializar la patente. Los precios de éstos medicamentos son negociados por una comisión para asegurar que se venda al mismo precio en toda la República.

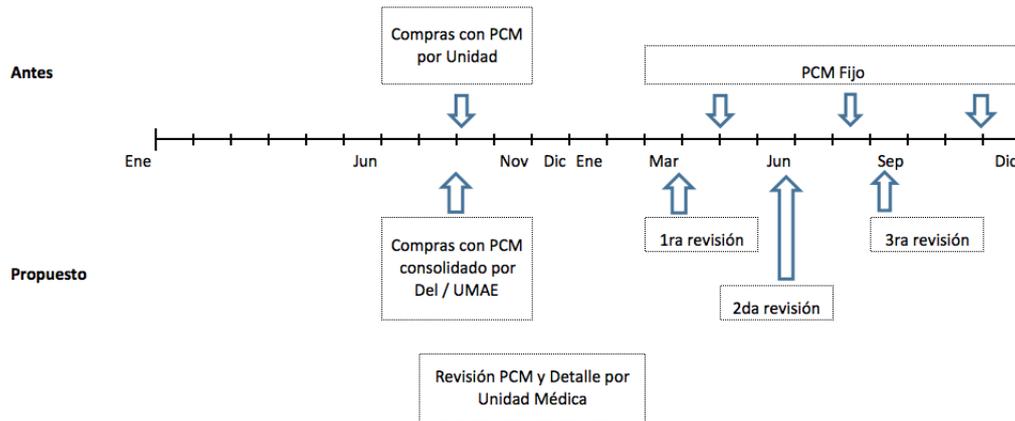


Figura 3.1: Áreas de intervención

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de determinación de necesidades efectuado meses antes de comenzar el año, es necesario trabajar con cada Delegación y UMAE cuando se requerirá por clave, es decir, sin considerar el detalle de unidades médicas y solo verlo como un total Delegacional, de esta forma solo se concentrarán los esfuerzos en determinar aproximadamente 37,000 pronósticos los cuales serán consensuados con cada responsable. Por tanto se podrán comprar los insumos de manera anticipada. Posteriormente se actualizarán las cifras en el mes de noviembre para tener una versión actualizada de la demanda de medicamentos antes de iniciar el año, sin embargo esta actividad se efectuará a nivel Delegación y UMAE y cada una de ellas será la responsable de distribuir equitativamente entre sus unidades médicas los insumos otorgando así responsabilidad a cada una de ellas.

Una vez iniciado el año, se propondrán tres revisiones a la demanda de medicamentos para corregir las discrepancias entre el consumo real y la estimación de consumo.

### 3.1.1. Riesgos

Las estrategias antes implementadas traen consigo riesgos intrínsecos; contratos poco ejercidos (menos al 40% establecido en la LAASSP [25]) o compras cortas, provocando así un mal uso de los recursos presupuestales. De estos dos tipos de errores, el más grave es sin duda el primero ya que el instituto estaría obligado a consumir el 40% como mínimo al proveedor ganador causando así sobre inventarios en los almacenes del Instituto. El segundo riesgo provocaría que una clave se agote al mismo tiempo en toda la República y se tendrían que implementar mecanismos de compra complementaria para atender la demanda de medicamentos para los últimos meses. De esta forma, si los pronósticos están bien determinados los riesgos de contratar claves poco consumidas deben de minimizarse y la compra complementaria debería de ser mínima.

### 3.1.2. Cálculo de la demanda de medicamentos

El cálculo de la demanda de medicamentos es por sí misma una actividad compleja ya que intervienen factores directos e indirectos que afectan su cálculo, por ejemplo, los incumplimientos de los proveedores, la mala logística del instituto, compras extemporáneas, etc., por mencionar algunos, además del gran número de pronósticos a efectuar. De esta forma es necesario hacer partícipes a los responsables de cada Delegación y UMAE en su determinación. El modelo propuesto, por el autor de la presente tesis, es el siguiente:

	Modelo Anterior (1990-2008)	Modelo Propuesto (propio, 2009-2011)
Generales	Pronostico Unidad - clave	Pronostico estadístico por Delegación/UMAE - clave
Validación	+15% en comparación del consumo promedio mensual de 18 meses	+10% en comparación de pronósticos estadísticos por Delegación/UMAE
Nuevas Unidades / Servicios	Conforme necesidades iniciales	Pronósticos cualitativos para nuevas unidades
Ajustes	N/A	3 veces al año con revisión global. Ajustes menores en cualquier momento

Figura 3.2: Modelo propuesto para la revisión y actualización del cálculo de la demanda de medicamentos en el IMSS.

**Fuente:** Elaboración propia.

De esta forma se analizarán las nuevas necesidades de las cuales no se cuenta con histórico de las que sí; un modelo de pronóstico estadístico - participativo que se espera incrementará la certeza del pronóstico minimizando errores de cálculo al observarse por diversas personas; permite un esquema flexible al incorporar revisiones a lo largo del año (con ciertas restricciones) y la validación se realizará sobre el análisis Delegacional y no por unidad médica.

Esquemáticamente el modelo se puede ejemplificar:

A continuación se describe cada una de las etapas.

### 3.1.3. Preparación de los Datos

A lo largo de los años, el Instituto ha incrementado y depurado el catálogo de medicamentos a utilizar anualmente. Lo anterior se realiza con la finalidad de incorporar nuevos fármacos y eliminar aquellos claves que se consideran obsoletos o que incluso han mostrado efectos adversos en su uso. Adicionalmente algunas claves han cambiado de presentación y por tanto es indispensable contar con una base estandarizada.

Para este fin, el primer paso a considerar las claves y presentaciones vigentes en el año. Supóngase que en 2007 se adquiría el paracetamol en cajas con 14 piezas; para 2008 se adquiere una presentación de 28, por tanto, si el inventario es de 100 cajas con 14

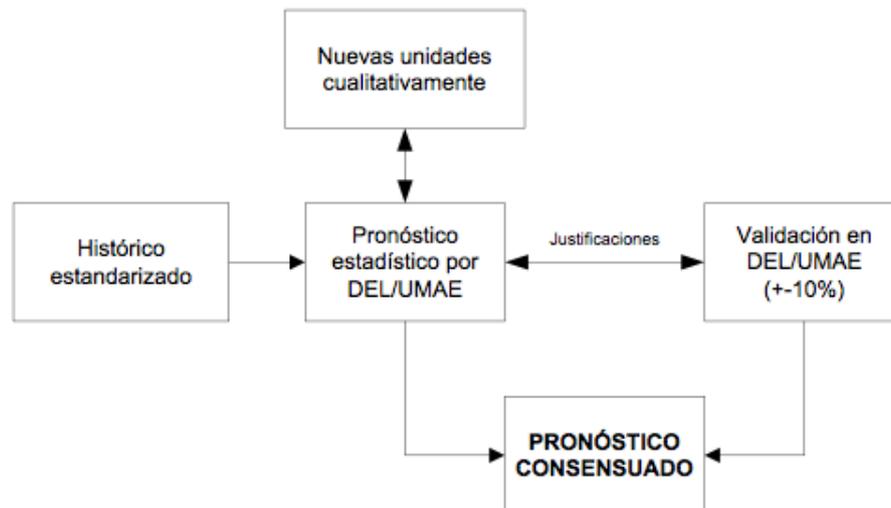


Figura 3.3: Estrategia para el cálculo de la demanda de medicamentos.

**Fuente:** Elaboración propia.

piezas, ahora con la presentación actual se tienen solo 50 cajas de 28 piezas. A este efecto se le llama convertir a cuadro básico vigente.

El segundo punto es el detectar si el consumo de recetas este correcto (control de calidad) ya que un error de captura puede provocar serias discrepancias en el pronóstico de la demanda de medicamentos, sobre todo si se trata de un medicamento muy caro.

Por último, es indispensable detectar los puntos cruciales que se deben tomar en consideración para brindar un buen estimado de demanda de medicamentos, tales como:

- Sustitución de claves.
- Inclusión/exclusión de medicamentos.
- Incumplimientos. No se consumieron porque el(los) proveedor(es) no llevaron lo suficiente y por ende, condujo a negar o atender parcialmente las recetas de los derechohabientes.
- Metas médicas. Este tipo de medicamentos se estiman por las áreas médicas y se brindan en campañas anuales, como campañas de planificación familiar o la semana de salud bucal.
- Medicamentos asociados a censo de paciente. Generalmente se trata de enfermedades crónico-degenerativas como VIH, hemofilia, cáncer, pacientes con trasplante, por mencionar algunos.

La base convertida a cuadro básico deberá de ser la misma para Delegaciones/UMAE's y Nivel Central. El proceso de depuración de la base de datos propuesto se detalla en la figura 3.4.

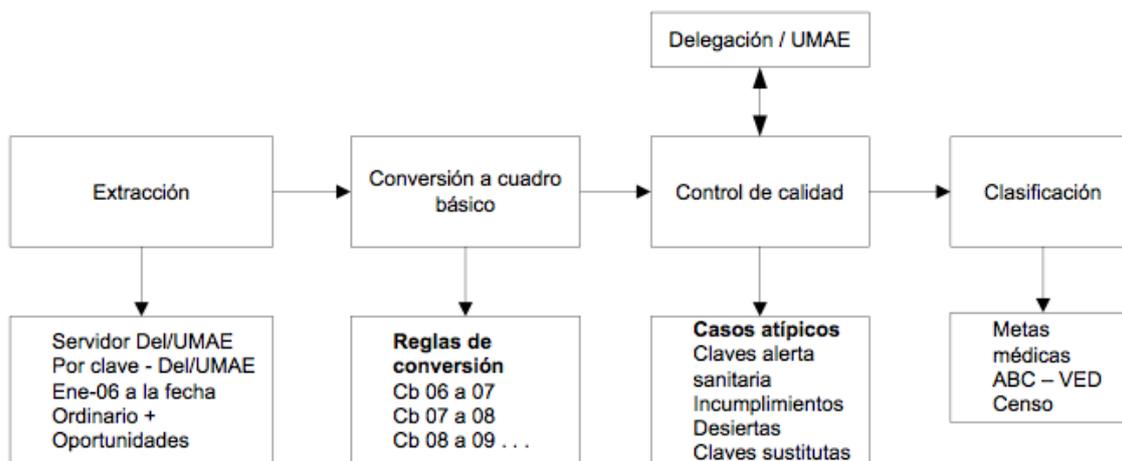


Figura 3.4: Depuración y estandarización de la base de datos.

**Fuente:** Elaboración propia.

Es indispensable que las autoridades del Instituto estudien previamente las estrategias a llevarse a cabo en el siguiente ejercicio fiscal, en particular los sustitutos terapéuticos que serán avalados por estudios de costo - beneficio.

### 3.1.4. Información disponible

Hasta 2006 no era posible separar la información por unidad médica debido a que solo se cuentan con respaldos consolidados y por tanto no se podía determinar cuánto se consumía, pieza a pieza, del régimen ordinario del IMSS y del régimen oportunidades<sup>2</sup>. Posteriormente se empezó a almacenar información mensual de consumos históricos por unidad médica.

Por otra parte, la recolección de la información se realiza diariamente, sin embargo existe un cierre mensual y la extracción va desfasada 15 días, es decir, si se quiere obtener el consumo real del mes de junio, se podrá extraer el 15 de julio, esto debido a que se tiene que verificar que se hayan enlazado todas las unidades médicas.

### 3.1.5. Estratificación de productos

El cambio más importante es disminuir el número de pronósticos a validar tomando en consideración el consumo Delegacional en lugar de una base pronósticos por unidad médica.

<sup>2</sup>El programa IMSS Ordinario forma parte de los recursos tripartitas, gobierno - empleador - empleado, mientras que para el régimen IMSS oportunidades sus recursos son financiados por el gobierno federal. La importancia de conocer separadamente ambos regímenes radica en que el presupuesto de IMSS Oportunidades puede cambiar año con año, afectando directamente a la demanda anual de medicamentos

Para este propósito, y tomando en consideración una variante de la metodología ABC - VED, es posible estratificar el universo de medicamentos como sigue:

		(+)		(-)	
		VOLUMEN			
		A	B	C	
(+)	C	A	AA	AB	AC
	O	B	BA	BB	BC
(-)	S	C	CA	CB	CC
	T				
O					

Figura 3.5: Variante de la metodología ABC - VED.

**Fuente:** Elaboración propia.

Y formar las tres clases mencionadas la sección 2.12:

CLASE 1. Grupos AV + BV +CV +AE +AD

CLASE 2. Grupos BE + CE + BD

CLASE 3. Grupos CD

Por naturaleza del estrato 3, se trata de medicamentos que no afectan la operación del hospital y por ser de bajo costo, es posible prescindir de ellos en el proceso de planeación anual y adquirirse cuando se requieran conforme un fondo emergente situado en cada hospital o unidad médica<sup>3</sup>. Por lo anterior, no se trataran de pronosticar.

Por lo que respecta a los otros dos estratos, se probaran los modelos de Suavizamiento exponencial, promedio simple y promedios móviles seleccionando el que brinde mejores resultados, según la medida de error conocida como MAD (Mean Absolute Deviation), por estrato.

### 3.1.6. Pronósticos Especiales

Para el caso de los medicamentos en los cuales existe una estrategia médica de prescripción para el siguiente año, se propone identificar estos grupos de medicamentos y pronosticar la demanda de medicamentos de todo el grupo (usando los 3 métodos de pronóstico propuestos y la medida de error MAD como discriminador) y posteriormente aplicar factores de uso determinados por las autoridades médicas.

Como ejemplo considérese que se tiene un grupo de medicamentos para un mismo fin terapéutico, medicamento 1, 2 y 3, y supóngase lo siguiente:

- 1) La estrategia médica para el siguiente año es eliminar paulatinamente el consumo de la clave 1.

<sup>3</sup>El fondo emergente situado en cada unidad medica equivale al 2% de su presupuesto anual

- 2) La equivalencia médica entre los tres medicamentos es 1 a 1, es decir, si el paciente toma 1 pastilla del medicamento 1 y si el médico desea cambiar su esquema de prescripción por el medicamento 2, éste le prescribirá al paciente 1 pastilla del medicamento 2.

Dado lo anterior, al aplicarse algún método de pronóstico sobre el medicamento 1, no sería capaz de acertar la estrategia médica de eliminación paulatina de consumo en el próximo año, si la tendencia histórica de consumo del medicamento 1 fuese a la alza o incluso constante.

Por otro lado, si se calcula primero la demanda de los medicamentos para tratar un cierto padecimiento y se estudia por separado las estrategias a implementarse a nivel nacional, respecto a los tres medicamentos y se saca su participación estimada, es más probable que se acerquen los pronósticos a las estrategias deseadas, sin embargo, el éxito de este tipo de implementaciones y su resultado, dependen de la difusión, implantación y seguimiento adecuados.

### **3.1.7. Productos nuevos o de reingreso**

Para el caso de nuevas unidades, servicios o incluso nuevos medicamentos, no se cuenta con consumo histórico que permita utilizar algún método de pronóstico. Por lo anterior y conforme a la literatura es posible buscar unidades, hospitales y/o claves, según sea el caso, similares a las que se van a incluir. Es necesario identificar el tamaño, número estimado de pacientes, atenciones quirúrgicas, servicios médicos que se abrirán en un futuro cercano, para buscar una unidad o servicio similar dentro del territorio cercano, principalmente el mismo estado, y de primera instancia tomar el importe y cantidades utilizadas. Lo anterior permitirá establecer las claves y cantidades que se consumirán en la nueva unidad, así como un estimado previo del presupuesto que se asignará a la unidad.

La revisión periódica del consumo es fundamental para ir adecuando los estimados iniciales de la demanda, hasta que se cuente con histórico suficiente que permita realizarlo por un método cuantitativo.

## **3.2. Etapa II: Monitoreo y distribución de medicamentos**

Como parte de la gestión que se tiene que efectuar para que no falten medicamentos está la de monitorear las claves que faltan en los almacenes y farmacias y así coordinar los procesos de logística. A continuación se presentan los resultados de los años 2009 a 2011.

### 3.2.1. Control y ajuste de la demanda de medicamentos

Una vez validadas las cifras con cada Delegación y UMAE e iniciado el ejercicio fiscal, aparecen diversos problemas operativos que pueden desviar las estimaciones iniciales que previamente fueron determinadas. Entre las principales se pueden mencionar:

- Nuevos pacientes en Delegaciones y UMAE's que requieren claves no planeadas originalmente por la Delegación/UMAE.
- Sobreconsumos de claves sustitutas debido a:
  - Compra incompleta de medicamentos
  - Robos a almacenes que merman las piezas a consumir
- Casos atípicos de pacientes que requieren grandes cantidades de piezas (ej. pacientes hemofílicos)
- Fenómenos epidemiológicos (influenza, dengue)
- Fenómenos meteorológicos (frentes fríos, inundaciones)

Es por lo anterior que se propone la siguiente forma de ajuste:

- Para el caso de pacientes que son nuevos en hospitales de segundo o tercer nivel y que requieren de medicamentos no planeados originalmente, la Delegación/UMAE deberá recopilar y presentar el sustento médico que avale la necesidad extraordinaria, tal es el caso de afiliación vigente y receta médica. El contrato único permitirá atender esta necesidad extraordinaria con la ventaja de obtener el precio más bajo .
- Para el caso de ajustes generales al pronóstico de la demanda de medicamentos, se utilizará las señales de rastreo, mencionadas en el capítulo anterior de la siguiente forma: Para el estrato 1, vitales, se considerará 2 veces el error absoluto medio (MAD) y para el estrato 2, esenciales, se considerará 3 veces el MAD, lo anterior con el supuesto de que si la distribución de errores fuese gaussiana, 89% de los errores deben caer en  $\pm 2$  MAD y 98% dentro de  $\pm 3$  MAD.

### 3.2.2. Monitoreo de claves próximas a agotarse

Es indispensable monitorear las claves próximas a agotarse en dos niveles, en farmacias y en almacén para minimizar la probabilidad de no contar con el medicamento suficiente para hacer frente a la atención de recetas. Al efectuar un consenso con los directamente involucrados en el proceso del abasto se determinaron como medidas optimas 10 días de inventario en unidades médicas y en UMAES.

Al detectar faltantes se podrá gestionar con la UMAE y Delegación correspondiente la emisión de órdenes de reposición complementarias necesarias para mantener un nivel bajo de faltantes.

### 3.2.3. Control y ajuste de la demanda de medicamentos

Una vez validadas las cifras con cada Delegación y UMAE e iniciado el ejercicio fiscal, aparecen diversos problemas operativos que pueden desviar las estimaciones iniciales que previamente fueron determinadas. Entre las principales se pueden mencionar:

- Nuevos pacientes en Delegaciones y UMAE's que requieren claves no planeadas originalmente por la Delegación/UMAE
- Sobreconsumos de claves sustitutas debido a:
  - Compra incompleta de medicamentos
  - Robos a almacenes que merman las piezas a consumir
- Casos atípicos de pacientes que requieren grandes cantidades de piezas (ej. pacientes hemofílicos)
- Fenómenos epidemiológicos (influenza, dengue)
- Fenómenos meteorológicos (frentes fríos, inundaciones)

Es por lo anterior que se propone la siguiente forma de ajuste:

- Para el caso de pacientes que son nuevos en hospitales de segundo o tercer nivel y que requieren de medicamentos no planeados originalmente, la Delegación/UMAE deberá recopilar y presentar el sustento médico que avale la necesidad extraordinaria, tal es el caso de afiliación vigente y receta médica. El contrato único permitirá atender esta necesidad extraordinaria con la ventaja de obtener el precio más bajo<sup>4</sup>.
- Para el caso de ajustes generales al pronóstico de la demanda de medicamentos, se utilizará las señales de rastreo, mencionadas en el capítulo anterior de la siguiente forma: Para el estrato 1, vitales, se considerará 2 veces el error absoluto medio (MAD) y para el estrato 2, esenciales, se considerará 3 veces el MAD, lo anterior con el supuesto de que si la distribución de errores fuese gaussiana, 89% de los errores deben caer en  $\pm 2$  MAD y 98% dentro de  $\pm 3$  MAD.

## 3.3. Monitoreo de claves próximas a agotarse

Es indispensable monitorear las claves próximas a agotarse en dos niveles, en farmacias y en almacén para minimizar la probabilidad de no contar con el medicamento suficiente para hacer frente a la atención de recetas. Al efectuar un consenso con los directamente involucrados en el proceso del abasto se determinaron como medidas óptimas 10 días de inventario en unidades médicas y en UMAES.

---

<sup>4</sup>La finalidad de efectuar un proceso licitatorio es fomentar la participación de las empresas en un ambiente de igualdad de condiciones y obtener el mejor precio posible al fomentar la competencia

Al detectar faltantes se podrá gestionar con la UMAE y Delegación correspondiente la emisión de órdenes de reposición complementarias necesarias para mantener un nivel bajo de faltantes.

### **3.4. Etapa III: Pronóstico y eficiencia de los recursos**

Es necesario conocer siempre un estimado de cierre de año por Delegación y UMAE para tomar acciones anticipadamente. Este estimado se actualizará mes a mes y se comparará con el consumo del año anterior. En caso de que se observen variaciones mayores a la inflación y sin sustento aparente, como pueden ser unidades o servicios nuevos, se podrá enviar personal de supervisión a campo para analizar a fondo en donde se genera el problema e implementar acciones correctivas.

Aunque es posible agrupar las UMAE's por especialidad, la comparación entre cada una de ellas es compleja, ya que intervienen factores geográficos y de morbilidad que las hacen en esencia, distintas entre sí, sin omitir que en algunos casos no existe otra UMAE con la misma especialidad, por ejemplo la UMAE Oncología del Siglo XXI, es la única especializada totalmente en esta especialidad y en otras aunque traten padecimientos de cáncer, la especialidad no es exclusiva. Por lo antes manifestado, se excluire la comparación entre unidades similares, salvo en el caso de nuevos hospitales hasta que generen un poco de histórico de consumo.

### **3.5. Conclusiones**

Las estrategias de acción van orientadas a la fácil implementación en un sistema complejo y tratar de minimizar la resistencia al cambio. Se centraron los esfuerzos en identificar los medicamentos más importantes tanto en volumen como en precio, además de contar con diversos revisores que pudieran detectar sesgos importantes en la demanda de medicamentos. Un esfuerzo importante de este trabajo consiste en utilizar métodos formales de pronóstico en lugar de un promedio simple que se utilizará como principal referencia. Al mismo tiempo se considera un modelo flexible al contar con revisiones programadas a lo largo del año que servirán para hacer ajustes mayores y se cuentan con correcciones permanentes para calibrar las necesidades de las Delegaciones y UMAE's.

El pronóstico del ejercicio de los recursos resulta parte fundamental para tomar acciones oportunas tanto para pago como al ejercicio eficiente de los recursos, al prever situaciones extemporáneas que la misma operación del ciclo del abasto presenta per sí, como pueden ser el agotamiento de los contratos y posteriormente una compra complementaria.

# Capítulo 4

## Implementación de la estrategia

### 4.1. Etapa I: Simplificación, estandarización y actualización de la demanda de medicamentos

#### 4.1.1. Planeación de la demanda de medicamentos

La planeación comenzó en los meses de junio y julio para los años 2010 y 2011, respectivamente. Se estandarizó el histórico, de 2006 a 2007, de 2007 a 2008 y así sucesivamente. El número de claves afectadas por cambios de presentación, así como las inclusiones y las exclusiones al cuadro básico de medicamentos se muestra a continuación:

	2009 a 2010	2010 a 2011
Cambia de grupo	1	1
Entra	38	1
Sale	69	
Cambio de presentación		3

**Cuadro 4.1: Cambios en el cuadro básico de medicamentos 2009 - 2011.**

Se identificaron las claves con incumplimientos recurrentes en el año inmediato anterior así como las claves que en algún momento del periodo en estudio, 2006 a 2011, así como las claves que tuvieron alertas sanitarias por parte de la COFEPRIS<sup>1</sup> por presentar reacciones potencialmente graves en la salud de la población.

Éstas claves y sus periodos de afectación en el histórico de consumo se tomaron en consideración para efectuar un pronóstico estadístico elaborado por personal de Ni-

---

<sup>1</sup>La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) es la responsable de proteger a la población contra riesgos por consumo o uso de agua, alimentos, bebidas, medicamentos, equipos médicos, productos de perfumería, belleza y aseo, nutrientes vegetales, plaguicidas, sustancias tóxicas o peligrosas y otros productos, sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el medio ambiente o en el trabajo; así como mensajes publicitarios cuyos productos anunciados puedan alterar la salud. [21]

vel Central. En esta etapa se obtuvieron los resultados de un modelo ARIMA (p,d,q) optimizando sus parámetros para que cumplieran con el menor MAD a través del programa SPSS. El pronóstico resultante fue revisado previamente y corregido tomando en consideración el histórico de consumo de los últimos 12 meses<sup>2</sup> y el presupuesto del año anterior con el pronóstico de inflación proporcionado por BANXICO<sup>3</sup>. En caso de que la Delegación o UMAE tuviera programada la apertura de un nuevo hospital, el presupuesto se agregaba al parámetro de referencia, de esta forma se garantizaba consistencia clave por clave y en su conjunto global.

Para claves de alto volumen y con mayor costo para el Instituto, pertenecientes al estrato 1 (Vitales), los modelos ARIMA presentaron cantidades similares a la suma de los últimos 12 meses de consumo, sin embargo para las claves pertenecientes al estrato 3 (deseables) las variaciones crecían en gran medida. A continuación se muestran las 25 claves más consumidas y las 25 menos consumidas a nivel nacional en 2009 y su pronóstico estadístico para 2010.

---

<sup>2</sup>Para el caso de las claves con incumplimiento mayor al 50% se consideró el promedio simple del periodo en observación

<sup>3</sup>La inflación anual puede consultarse en [24]

CLAVE	PIEZAS		IMPORTE		
	12 MESES	PRONOSTICO	12 MESES	PRONOSTICO	VAR
0103	10,426,730	12,922,236	35,972,219	44,581,714	0.2%
0104	54,994,438	56,553,396	51,144,827	52,594,658	0.0%
0572	16,322,047	16,557,272	52,067,330	52,817,697	0.0%
0574	13,639,294	12,980,053	30,006,447	28,556,116	0.0%
0655	8,858,866	9,965,659	67,327,382	75,739,011	0.1%
0657	7,603,945	8,507,617	43,266,447	48,408,343	0.1%
0891	8,665,717	9,504,644	25,997,151	28,513,933	0.1%
1042	18,015,816	17,962,871	29,726,096	29,638,737	0.0%
1206	8,281,363	8,464,584	28,156,634	28,779,587	0.0%
1233	26,851,338	26,715,837	57,193,350	56,904,733	0.0%
1242	9,286,231	9,126,098	14,672,245	14,419,235	0.0%
1345	11,258,499	12,555,981	12,271,764	13,686,019	0.1%
1706	8,143,703	6,850,706	8,306,577	6,987,720	-0.2%
1924	16,667,651	16,279,676	37,835,568	36,954,864	0.0%
1929	7,969,983	8,796,031	67,904,255	74,942,185	0.1%
1956	7,361,305	7,406,217	15,458,741	15,553,056	0.0%
2463	10,921,018	11,434,868	22,606,507	23,670,177	0.0%
2471	7,108,951	7,665,707	12,369,575	13,338,330	0.1%
2501	17,842,307	17,879,343	39,431,498	39,513,347	0.0%
2714	10,088,905	10,256,595	22,397,369	22,769,640	0.0%
3407	8,703,780	8,734,941	52,309,718	52,496,998	0.0%
3417	28,186,654	28,405,620	87,942,360	88,625,536	0.0%
3608	9,784,966	10,288,667	48,239,882	50,723,127	0.1%
3610	8,478,509	8,117,149	55,873,374	53,492,014	0.0%
3623	16,764,451	16,662,349	34,702,414	34,491,062	0.0%
1710	56	70	7,998	10,000	0.3%
1771	22	25	3,224	3,716	0.2%
2040	69	67	41,815	40,724	0.0%
2112	15	15	919	919	0.0%
2199	1	1	36	36	0.0%
2745	30	30	29,267	29,267	0.0%
3999	30	30	23,371	23,371	0.0%

Este fenómeno fue observado en los años 2009 a 2011 y más marcadamente en las UMAE's de Traumatología<sup>4</sup> y en la Delegación Tlaxcala, que por especialidad y tamaño, respectivamente, la mayor parte de medicamentos se consumen en pequeñas proporciones. Posteriormente a estos hallazgos se reemplazaron y se tomaron en consideración los promedios de los últimos 12 meses para todas las claves Deseables.

La propuesta de pronóstico de demanda por clave fue enviado a cada Delegación y UMAE para su análisis y modificaciones. Después de una semana de revisión se citó a cada uno para ser atendido personalmente por un representante de nivel central para confrontar cifras, presentar los sustentos necesarios que avalen incrementos o disminuciones mayores al 10% en comparación de la cantidad propuesta. Por su parte, la

<sup>4</sup>Para las UMAE's de Traumatología su presupuesto es mayor en material de curación que en medicamentos

CLAVE	PIEZAS		IMPORTE		
	12 MESES	PRONOSTICO	12 MESES	PRONOSTICO	VAR
4031	9	11	840	1,052	0.3%
4210	4	3	1,378	916	-0.3%
4289	16	16	105,016	105,016	0.0%
4378	19	23	3,809	4,691	0.2%
5083	3	1	9,477	2,274	-0.8%
5232	2	2	88	88	0.0%
5246	14	0	5,039	0	-1.0%
5259	30	24	11,906	9,525	-0.2%
5280	23	23	162,730	162,730	0.0%
5340	29	29	123,380	123,380	0.0%
5343	1	0	6,903	3,382	-0.5%
5403	37	51	8,947	12,390	0.4%
5405	59	35	14,266	8,415	-0.4%
5406	31	31	15,438	15,438	0.0%
5441	3	0	13,997	0	-1.0%
5460	20	20	28,969	28,969	0.0%
5548	1	1	9,048	6,514	-0.3%
5549	56	56	1,248,503	1,248,503	0.0%

metodología de inventarios ABC - VED permitió se pudiera agilizar la revisión de los pronósticos al priorizar los medicamentos caros o de gran consumo que pudieran incrementar la planeación del presupuesto de la Delegación y UMAE sin razón aparente.

Años 2009 a 2011	V	E	D	TOTAL
A	46/44/41	46 / 49 / 52		92 / 93 / 93
B	123 / 125 / 122	367 / 369 / 366	37 / 25 / 28	527 / 519 / 516
C	16 / 16 / 19	129 / 138 / 134	171 / 191 / 187	316 / 345 / 340
TOTAL	185 / 185 / 182	542 / 556 / 552	208 / 216 / 215	935 / 957 / 949

Primera categoría menor al 80%, segunda menor al 99.9% y el resto para la tercera, tanto para piezas consumidas como para importe.

FUENTE: Elaboración propia.

**Cuadro 4.2: Aplicación de la metodología ABC - VED.**

De esta forma se tiene que para el primer estrato 1 (vitales) contiene el 25% del total de las claves utilizadas, el estrato 2 (esenciales) 56% y el estrato 3 (deseables) el 19% de manera consistente a través de los años. Así con solo revisar el 25% de las claves se controlaba que el presupuesto de las Delegaciones y UMAE's no se disparara sin sustento. Una vez validadas las cifras, el equipo de trabajo delegacional era responsable de detallar las cantidades por unidad médica y enviarlo la siguiente semana para su carga al sistema iniciado el año.

Del 100% del total del requerimiento 5%, 4% y 8% quedaron desiertas en los años 2009, 2010 y 2011 respectivamente. Lo anterior se traduce en una alta posibilidad de no atender estos medicamentos en farmacia. A pesar de que hospitales de 2do y 3er nivel tienen fondo fijo para comprar emergencias, no resulta suficiente para atender el total del requerimiento de claves desiertas ya que se compran a precios hasta 700% más caros que lo que le costaría al Instituto en una licitación.

#### **4.1.2. Revisión del pronóstico de medicamentos**

Una vez iniciado el año fue necesario ir corrigiendo las variaciones entre la demanda estimada y la real de cada uno de los medicamentos por Delegación y UMAE. Lo anterior es indispensable si se desea mejorar la atención de recetas en farmacias. Para tal efecto se programaron dos revisiones a lo largo del año las cuales se trataron de corregir los pronósticos mal determinados. La modalidad de contrato único permitió cubrir las demandas adicionales para pacientes esporádicos que por única vez fueron atendidos en lugares donde no se consume un producto. Recuérdese que el objetivo principal es atender el mayor número de recetas y con el contrato único, en el cual se obtuvieron precios bajos por compras por volumen, se obtienen precios competitivos para atender necesidades extraordinarias. De esta forma si se agotaba el contrato se agotaba para toda la República. Esta actividad se efectuó a lo largo del año.

Dentro de los dos procesos de revisión generales se volvió a calcular un pronóstico estadístico y posteriormente se consensuaron las cantidades con cada Delegación y UMAE utilizando nuevamente la metodología ABC - VED.

### **4.2. Etapa II: Monitoreo y distribución de medicamentos**

Como parte de la gestión que se tiene que efectuar para que no falten medicamentos está la de monitorear las claves que faltan en los almacenes y farmacias y así coordinar los procesos de logística. A continuación se presentan los resultados de los años 2008 a 2011.

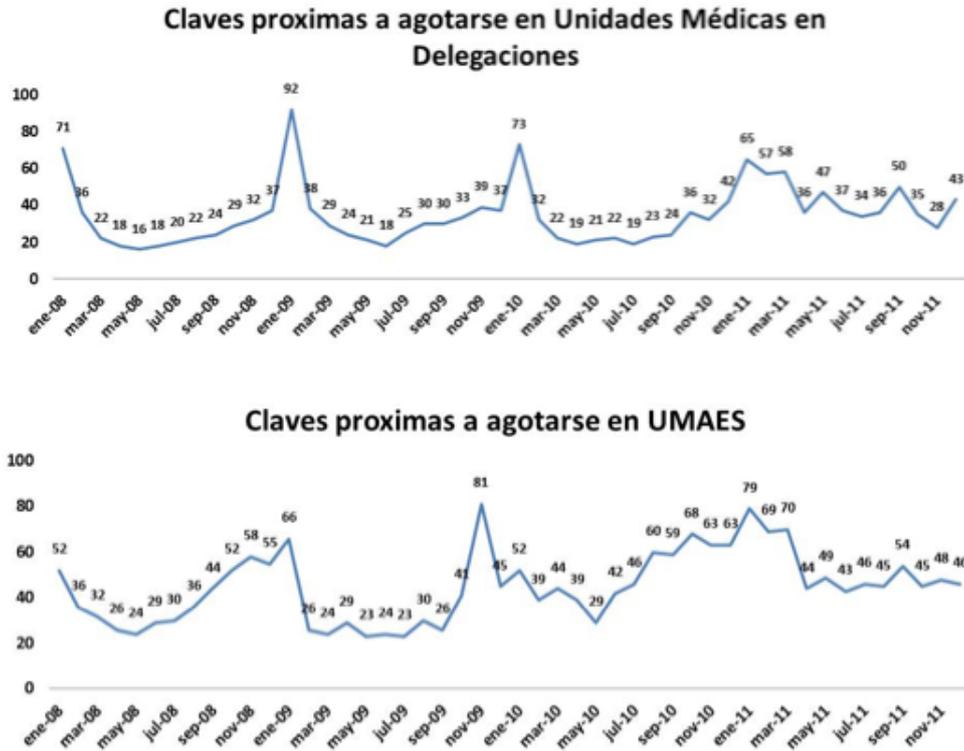


Figura 4.1: Claves próximas a agotarse 2008 - 2011. [27]

De esta forma fueron posibles emisiones extraordinarias de reaprovisionamiento para claves con poca existencia y para tratar de minimizar el impacto de no tener medicamentos en farmacia. Son notorios los repuntes de claves próximas a agotarse a inicios y finales de cada año cuando en la transición de la planeación ya que no se dispone de muchos recursos y solo quedan remanentes de contratos.

### 4.3. Etapa III: Pronóstico y eficiencia de los recursos

En la parte financiera se pronosticaron recurrentemente las necesidades presupuestales para el cierre del ejercicio para asignar recursos por contrato y evitar problemas de pago. Se presentan los pronósticos a nivel global de los años 2009 a 2011.

	Ejercicio estimado (inicio de año)	Ejercicio Real (cierre de año)	VAR
2009	\$17,337,741	\$18,270,599	-5.1 %
2010	\$19,744,030	\$ 19,272,925	2.4 %
2011	\$20,236,571	\$ 21,583,665	-6.2 %

Cifras en millones.

Cuadro 4.3: Pronostico inicial de ejercicio de recursos para medicamentos.

A inicios de año el pronóstico de cierre tenía variaciones de hasta el 6.2 de menos, situación que conforme pasaban los meses fue disminuyendo ya que el horizonte de pronóstico era más corto.

La atención de recetas tanto para el indicador del Sistema de Abasto Institucional (SAI) y para la Unidad de Evaluación a Delegaciones (UED) es muy similar de 2006 a 2011, con un mínimo en 2009 y 2011. Lo que se traduce en que ambas estrategia brindan resultados similares, aunque la segunda tiene como ventaja la implementación ABC - VED que permite realizar la planeación y revisión en tiempos más cortos.



Figura 4.2: Atención de recetas 2006 - 2011. [27]

Parte del manejo responsable de los recursos puede medirse los inventarios para obtener niveles de atención de recetas superiores a la meta presidencial de al menos el 96% disminuyen. Al comparar los inventarios del 2008, año en el cual no estaba implementada la estrategia de pronóstico ni el contrato único para medicamentos, se obtiene que en el caso de delegaciones se pudo disminuir hasta un 17% los inventarios necesarios para cumplir con las metas de atención en tanto que para el caso de UMAE's se incrementaron hasta un 20%.

Año	Inv. Delegacional	Var	Inv. en UMAE's	Var
2008	2.25		1.19	
2009	2.32	3%	1.43	20%
2010	1.87	-1.75%	1.14	-4%
2011	2.02	-10%	1.34	13%

Elaboración propia.

#### Cuadro 4.4: Inventarios en meses de inversión y su variación anual de 2008 - 2011.

Sin embargo, debido a que las delegaciones ocupan aproximadamente el 70% del presupuesto y las UMAE's el 30%, existen ahorros tangibles en los inventarios necesarios para surtir y mantener los niveles superiores al 96% de atención de recetas para los años 2010 y 2011 de hasta 170 mdp mensuales<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Ahorro en inventarios en Delegaciones - incremento en UMAE's:  $18,000 \text{ mdp} / 12 * 0.7 * 0.17 - 18,000 \text{ mdp} / 12 * 0.3 * 0.2$

## 4.4. Conclusiones

Parte del problema de la implementación de las estrategias de simplificación y mejora propuestas fue la resistencia al cambio. Se tuvieron que desarrollar manuales a las personas involucradas en el proceso con cierto aire de escepticismo, sin embargo el segundo año de implementación todo cobró sentido para ellos entendiendo que se ahorraba tiempo invertido en el proceso de determinación de necesidades y dando resultados similares en la atención de recetas en comparación al proceso anterior donde se revisaba la demanda hasta el detalle de Unidad Médica, además de que se podían corregir durante el año las claves que quedaban cortas respecto al consumo y ajustar las claves que se habían planeado en exceso.

Durante estos 3 años de implementación las sustituciones terapéuticas propuestas por el área médica no funcionaron del todo bien, se incrementó el consumo de las claves sustitutas y las sustituidas no disminuyeron lo esperado, aumentando así el presupuesto relacionado a esos padecimientos.

Por su parte el pronóstico de los recursos pudo detectar anticipadamente cuando una clave se iba a agotar y poder así determinar una compra complementaria para el cierre del ejercicio.

Finalmente, el resultado de atención de recetas surtidas completamente la primera vez no fue sobresaliente sin embargo las estrategias implementadas brindaron resultados similares a la de los años pasados.

# Conclusiones generales

El proceso de determinación de medicamentos, su seguimiento y gestión para la atención de recetas son por sí mismos procesos complejos, tanto en el número de personas involucradas sino también el alcance social que este conlleva. A nivel mundial se han dedicado recursos y talento intelectual para determinar estrategias que garanticen una mejor planeación de la demanda de medicamentos, sin embargo ninguna será 100% efectiva. A nivel macroeconómico, siempre afectarán carencias de materia prima que impiden que laboratorios produzcan y vendan sus productos, competencia desleal entre distribuidores, incumplimientos entre otros, sin embargo los objetivos deben centrarse en surtir al paciente los medicamentos necesarios y disponibles para atender sus padecimientos.

En este sentido, cada medicamento entregado debe de verse como bienestar social que no necesariamente lo más barato se traduce en una atención de calidad y tratar de incorporar los nuevos avances en el campo de la medicina.

La estrategia aquí presentada, pudo optimizar los tiempos de la planeación al priorizar la revisión de las claves más importantes, en volumen y en dinero, hasta las menos importantes y esta etapa se considera exitosa, aunque no sobresaliente al no incrementar la atención de recetas en comparación con los años anteriores.

Respecto al pronóstico de medicamentos y sus revisiones a lo largo del año, no pudieron haberse dado con facilidad si no se hubiese tenido el esquema de contrato único. Por su parte el pronóstico estadístico forma a ser una referencia que incluye tendencias a la baja o a la alza en contraste con un simple promedio, aunque no se puede prescindir de éste último para claves poco consumidas y las cuales es sumamente complicado acertar con mayor precisión su demanda futura.

La previsión de la carencia de medicamentos en farmacia se sugiere siga implementándose monitoreando las claves próximas a agotarse y no solamente las claves agotadas como en la actualidad se efectúa. La gestión con Delegaciones y UMAE's es crucial si se quiere cumplir con la meta de atención de medicamentos. Respecto a los inventarios la supervisión fue la clave para optimizar hasta en 17% el nivel en delegaciones.



# Líneas de investigación a seguir

Existen otros elementos que requieren estrategias adicionales y que contribuirían para optimizar los recursos financieros que se dedican para la atención de recetas.

En países como Perú se están desarrollando modelos que dependen de la morbilidad<sup>6</sup> y las guías terapéuticas para tratar los padecimientos de su población como método de pronóstico. Estos modelos y su eficiencia para el caso mexicano pueden ser estudiados por futuros investigadores interesados en el tema.

En el IMSS, se tiene estimado que entre 15% y 30% de medicamentos surtidos en hospitalización no tienen sustento, adicionalmente en farmacia y en almacén también llega a haber mermas. Estos temas y sus estrategias de mejora deben tratarse con cuidado en trabajos complementarios a esta tesis.

Por último también se pueden incorporar estrategias que actualmente se han implementado en países europeos donde se licitan los medicamentos y su distribución en todo el territorio y, en un futuro se podría estudiar implementar la portabilidad entre México<sup>7</sup> y Estados Unidos, Guatemala o algún país vecino como ya se realiza en España y Francia.

---

<sup>6</sup>Morbilidad es la proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado

<sup>7</sup>Se refiere a que un paciente de cierta nacionalidad se puede atender en otro país y viceversa, es decir, su beneficio de salud rompe fronteras



# Bibliografía

- [1] Ballou, R. (2004). **Logística. Administración de la cadena de suministro.** Pearson. 5ta edición. México. pp. 789.
- [2] Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G. (2008). **Time Series Analysis: Forecasting and Control.** 4ta edición. Wiley. New Jersey. Pp. 729.
- [3] Cabrera, A. (2005). **Modelo de un Pronóstico Estadístico de la Demanda de los Principales Medicamentos del I.M.S.S.** UDLA Puebla. pp. 283.
- [4] García, A. (2000). **Enfoques prácticos para planeación y Control de inventarios.** Trillas. 4ta edición. México. Pp. 168.
- [5] Guerrero, V. (2003). **Análisis Estadístico de Series de Tiempo Económicas.** 2da edición. Thomson. México. pp. 395.
- [6] Gupta, R., Gupta, K.K., Jain, B.R., Garg, R.K. (2007). **ABC and VED Analysis in Medical Stores Inventory Control Medical Journal Armed Forces India.** pp. 325-327.
- [7] Hanke, J. y Wichern, D. (2006). **Pronóstico en los negocios.** Pearson. 8va edición. México. pp. 535.
- [8] Hillier, F. (2008). **Métodos cuantitativos para administración.** McGraw-Hill. 3ra edición. México. pp. 1,096.
- [9] Jerrold, S. (1975). **Forecasting and Medical Education. Journal of Medical Education.** Vol. 50. pp.12.
- [10] Kathrym, M. Zeitz. (2005). **Forecasting Medical Work at Mass-Gathering Events: Predictive Model Versus Retrospective View.** Prehospital and Disaster Medicine. Vol. 20 no. 3. Mayo - Junio
- [11] Kobelt, G. (2008). **Economía de la Salud: Introducción a la Evaluación Económica.** Francia. Office of Health Economics. 2da edición. pp. 142.
- [12] Levine, R., Pickett, J., Sehkri, N., Yadav, P. (2008). **Demand Forecasting for Essential Medical Technologies.** American Journal of Law and Medicine. pp.48.
- [13] Marco, F. (2004). **Los Sistemas de Pensiones en América Latina: Un Análisis de Género.** Cepal. Santiago de Chile. Pp. 262.
- [14] Mesa-Lago, C. (2004). **La Reforma de Pensiones en América Latina. Modelos y características, mitos y desempeños, y lecciones.** Nueva Sociedad, Caracas, pp. 21 - 56.

- [15] Palacios, J. y Valdés, M. (2011) **Evaluación del Acuerdo de Trabajo IMSS OCDE CFC**. Instituto Mexicano de la Competividad A.C. México. Pp. 93
- [16] Render, B., Stair, R., Hanna, M. (2011). **Quantitative Analysis for Management**. Pearson. 11va edición. pp. 672.
- [17] Villagómez, A. (2010). **Impacto de la Reforma al Sistema de Pensiones en México sobre el Ahorro**. Economía Mexicana.. Vol XIX, núm 2. pp. 271 - 310.
- [18] Wei, W. (2006). **Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods**. 2da edición. Pearson - Addison Wesley. pp. 614.

## CONGRESOS

- [19] **Diálogos México - Unión Europea**. Sede Secretaria de Relaciones Exteriores. Enero 2010.

## SITIOS DE INTERNET

- [20] **Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía  
<http://www.inegi.org.mx/movil/mexicocifras/mexicoCifras.aspx?em=00000&i=e>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [21] **Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios**.  
<http://www.cofepris.gob.mx/Paginas/Inicio.aspx>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [22] **Estadísticas**. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos.  
<http://www.oecd.org/centrodemexico/estadisticas/>  
[Citado el: 10 de octubre de 2012]
- [23] **Guías de Práctica Clínica**. Instituto Mexicano del Seguro Social  
<http://www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Pages/index.aspx>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [24] **Inflación**. Banco de México  
<http://www.banxico.org.mx/portal-inflacion/index.html>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [25] **Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público**. Camara de Diputados. 2012  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/laassp.htm>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [26] **Ley del Seguro Social**. Camara de Diputados. 2012  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lss.htm>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]

- 
- [27] **Memoria Estadística.** Instituto Mexicano del Seguro Social.  
<http://www.imss.gob.mx/estadisticas/financieras/Pages/memoriaestadistica2010.aspx>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [28] **Secretaría de Salud.**  
<http://www.salud.gob.mx/>  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]
- [29] **Seguridad Social.** Camara de Diputados.  
[http://www3.diputados.gob.mx/camara/001\\_diputados/008\\_comisioneslx/001\\_ordinarias/038\\_seguridad\\_social](http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/008_comisioneslx/001_ordinarias/038_seguridad_social)  
[Citado el: 01 de mayo de 2013]



# Glosario

**CCA:** Coordinación de Control de Abasto.

**CEUU:** Coordinación de Evaluación de Estudios de Usuarios. Área independiente de la Coordinación de Abasto.

**HGZ:** Hospital General de Zona, el cual pertenece al 2do nivel de atención médica.

**LSS:** Ley del Seguro Social.

**PCM:** Pronóstico de Consumo Mensual.

**SAI:** Sistema informático mediante el cual se controla el abasto nacional dentro del Instituto Mexicano del Seguro Social, al cual se le denomina Sistema de Abasto Institucional.

**UMAE:** Unidad Médica de Alta Especialidad, la cual pertenece al 3er nivel de atención médica.

**UMF:** Unidad Médica Familiar, la cual pertenece al 1er nivel de atención médica.



# Apéndice A

## Delegaciones y UMAE's en el IMSS

No	DELEGACION / UMAE
1	Aguascalientes
2	Baja California Norte
3	Baja California Sur
4	Campeche
5	Chiapas
6	Delegación Chihuahua
7	Delegación Coahuila
8	Delegación Colima
9	Delegación DF Norte
10	Delegación DF Sur
11	Delegación Durango
12	Guanajuato
13	Guerrero
14	Hidalgo
15	Jalisco
16	México Oriente
17	México Poniente
18	Michoacán
19	Morelos
20	Nayarit
21	Nuevo León
22	Oaxaca
23	Puebla
24	Querétaro
25	Quintana Roo
26	San Luis Potosí
27	Sinaloa
28	Sonora
29	Tabasco
30	Tamaulipas
31	Tlaxcala
32	Veracruz Norte

No	DELEGACION / UMAE
33	Veracruz Sur
34	Yucatán
35	Zacatecas
1	Cardiología Nuevo León
2	Cardiología SXXI
3	Especialidades Coahuila
4	Especialidades Guanajuato
5	Especialidades Jalisco
6	Especialidades La Raza
7	Especialidades Nuevo León
8	Especialidades Puebla
9	Especialidades Sonora
10	Especialidades SXXI
11	Especialidades Veracruz
12	Especialidades Yucatán
13	General La Raza
14	Ginecología Jalisco
15	Ginecología Nuevo León
16	Ginecología Pediatría Guanajuato
17	Ginecología SXXI
18	Ginecología La Raza
19	Oncología SXXI
20	Pediatría Jalisco
21	Pediatría SXXI
22	Traumatología Lomas Verdes
23	Traumatología Magdalena de las Salinas
24	Traumatología Nuevo León
25	Traumatología Puebla

# Apéndice B

## Modelos de pronóstico

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	HORIZONTE
Delphi	Se presenta un cuestionario ante un panel de expertos para producir un segundo cuestionario. De esta forma, es posible homogenizar todo el conocimiento de todos los participantes para determinar el pronóstico. Esta técnica elimina el efecto de tendencia moderna de la opinión mayoritaria.	Medio-Largo
Investigación de mercado	Procedimiento sistemático, formal y consciente de evolución y validación de hipótesis sobre mercados reales.	Medio-Largo
Consenso Panel	La idea principal de esta técnica es que varios cerebros piensan mejor que uno, por tanto, varios expertos se reúnen para llegar a un mejor pronóstico que una sola persona. Cada uno de los participantes aporta ideas y se fomenta la comunicación, sin embargo, el resultado es en ocasiones influido por factores sociales y quizá no reflejen un verdadero consenso. Como ejemplo se pueden mencionar las solicitudes de opiniones ejecutivas.	Medio-Largo
Pronostico Visionario	Métodos no científicos que se basan en perspectivas personales, juicios y hechos acerca de los distintos escenarios futuros. Se caracteriza por conjeturas subjetivas e imaginación.	Medio-Largo
Analogía histórica	Se basan en una comparación entre la introducción y crecimiento de nuevos productos similares que basan el pronóstico en patrones de similitud	Medio-Largo

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	HORIZONTE
Promedios móviles	Se basa en el promedio aritmético o ponderado de un número de puntos consecutivos de la serie. El número de puntos se selecciona de manera que los efectos de estacionalidad o irregularidad se eliminen.	Corto
Ajuste o suavización exponencial	Técnica similar a los promedios móviles, con la variante que los puntos más recientes reciben mayor peso, esto es, el nuevo pronóstico será igual al anterior más cierta parte del error de pronóstico pasado. Existen dobles o triples ponderaciones como variantes al modelo cuya finalidad es incorporar la tendencia y estacionalidad en la serie de tiempo.	Corto
Box-Jenkins	Procedimiento computacional iterativo basado en un modelo de promedios móviles integrado y autoregresivo. Ajusta los factores de tendencia y estacionales y estima los parámetros apropiados de ponderación, valida el modelo y repute el ciclo según sea apropiado.	Corto-Mediano
Descomposición de series de tiempo	Este método descompone una serie de tiempo en sus componentes estacionales, de tendencia y ciclicidad.	Corto-Mediano
Proyecciones de tendencia	Se trata de un modelo de ajusta una línea recta a los datos históricos y la proyecta al futuro por medio de la ecuación. Existen más variantes, como ajustar un polinomio, un logaritmo, etc.	Corto-Mediano
Pronostico objetivo	Método de simulación que actúa utilizando estrategias sobre información pasada para estimar un periodo a mediano plazo	Medio
Análisis espectral	Estos modelos descomponen una serie de tiempo en sus componentes fundamentales, llamados "espectro", los cuales son representados mediante curvas geométricas senocoseno. Dichas curvas se reúnen para efectuar un pronóstico.	Corto-Mediano
Modelo de regresión	Modelo que relaciona la demanda con otras variables que causan. <sup>o</sup> explican su nivel. Las variables se seleccionan sobre la base de significancia estadística.	Corto-Mediano
Modelo econométrico	Es un sistema de ecuaciones de regresión interdependientes que describe la demanda de un bien o servicio. Sus parámetros se estiman de forma simultánea.	Corto-Mediano
Indicadores líderes	Pronósticos generados a partir de una o más variables precedentes que sistemáticamente se encuentran relacionadas con la variable que se predecirá	Corto-Mediano

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	HORIZONTE
Análisis del ciclo de vida	Modelo ideal para efectuar un pronóstico del crecimiento de un nuevo producto con base en las curvas S. Se toman en consideración las fases de la aceptación de producto según distintos grupos como innovadores, adoptante temprano, mayoría temprana, mayoría tardía, y rezagados.	Medio-Largo
Filtrado adaptativo	Este modelo consiste en la combinación ponderada de los datos reales y estimados, y posteriormente, alterados sistemáticamente para reflejar cambios de patrones de información	Corto-Mediano
Simulación dinámica	Método computacional para simular el efecto de la demanda de un producto sobre los requerimientos en distintos puntos del canal de distribución y suministros. Los requerimientos se indican mediante políticas de inventarios, programas de producción y políticas de compra.	Medio-Largo
Respuesta precisa	Proceso simultaneo en el que se mejoran los pronósticos y se rediseñan los procesos de planeación para minimizar el impacto de los pronósticos imprecisos. Se busca averiguar lo que los responsables de pronósticos pueden o no predecir bien, para después hacer rápida y flexible la cadena de suministros, de manera que los tomadores de decisiones puedan implementar acciones sobre sus artículos menos predecibles hasta que se cuenten con señales en el mercado, como evolución de las primeros meses, para ayudarles a ajustar en forma adecuada la oferta con la demanda.	
Redes Neuronales	Modelos matemáticos de pronósticos cuyo funcionamiento se asemeja a las redes neuronales biológicas. Son modelos pertenecientes a inteligencia artificial, los cuales son capaces de aprender patrones históricos y reflejarlos en un pronóstico.	Corto
Pronósticos de colaboración	El área de suministros en forma continua mantiene y actualizan un solo proceso de pronóstico para generar un pronóstico que sea más preciso que el que pudiera generarse de forma individual. La idea fundamental es que los pronósticos de colaboración tienen mayor probabilidad de ofrecer mejores resultados cuando cada miembro aporta algo único al proceso de pronóstico.	Corto

<b>MÉTODO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HORIZONTE</b>
Pronostico basado en reglas	Este método utiliza la experiencia para crear reglas del tipo "si entonces", que guían el manejo de la preparación de cuestiones de información y del modelo del pronóstico. El pronóstico de experiencia, según lo expresa la base de regla y conocimiento del dominio, se utiliza para generar pronósticos de acuerdo con las características de información.	Corto-Mediano

# Apéndice C

## Indicador de recetas 2006 - 2011 (SAI)

UMAЕ / DELEGACION	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cardiología Nuevo León	100	99	99	99	100	100
Cardiología SXXI	97	99	100	100	98	99
Especialidades Coahuila	98	99	99	99	98	97
Especialidades Guanajuato	96	96	93	94	94	97
Especialidades Jalisco	95	99	97	97	96	99
Especialidades La Raza	99	99	100	100	98	96
Especialidades Nuevo León	98	99	99	99	98	97
Especialidades Puebla	98	99	99	97	98	99
Especialidades Sonora	92	97	96	94	95	98
Especialidades SXXI	95	98	97	98	97	100
Especialidades Veracruz	93	94	93	95	93	98
Especialidades Yucatán	92	96	96	97	95	95
General La Raza	100	100	100	100	100	100
Gineco Jalisco	96	99	100	99	98	99
Gineco Nuevo León	97	99	99	98	98	98
Gineco Pediatría Guanajuato	90	95	97	98	98	96
Gineco SXXI	99	99	100	99	99	99
Ginecología La Raza	99	100	100	100	100	100
Oncología SXXI	100	100	99	100	98	98
Pediatría Jalisco	98	99	99	99	99	99
Pediatría SXXI	98	99	99	100	99	99
Traumatología Lomas Verdes	98	100	100	100	100	100
Trauma Magdalena de las Salinas	99	100	100	99	99	100
Traumatología Nuevo León	99	99	100	100	99	100
Traumatología Puebla	100	100	99	99	99	97
Aguascalientes	97	99	98	97	98	97
Baja California Norte	93	89	93	92	97	95
Baja California Sur	98	98	98	97	96	96
Campeche	100	100	100	98	99	96
Chiapas	97	97	98	97	98	97
Chihuahua	96	98	97	95	95	95
Coahuila	97	97	92	92	94	91

<b>UMAЕ / DELEGACION</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Colima	98	98	99	97	97	96
DF Norte	99	99	100	99	100	99
DF Sur	98	98	97	98	97	96
Durango	99	99	98	97	98	95
Guanajuato	94	95	95	95	96	95
Guerrero	98	98	96	96	98	97
Hidalgo	96	97	97	96	97	95
Jalisco	96	96	96	96	96	94
México Oriente	97	98	98	96	98	97
México Poniente	99	99	99	99	99	99
Michoacán	95	95	95	94	96	94
Morelos	96	97	98	96	98	97
Nayarit	98	98	98	97	97	96
Nuevo León	99	99	98	96	98	97
Oaxaca	98	98	99	99	98	97
Puebla	98	97	98	96	96	94
Querétaro	96	97	96	97	96	93
Quintana Roo	97	97	96	96	97	96
San Luis Potosí	94	95	97	96	97	95
Sinaloa	98	97	98	96	98	97
Sonora	91	94	96	96	94	96
Tabasco	98	99	100	99	99	98
Tamaulipas	97	97	95	92	94	93
Tlaxcala	95	93	93	93	96	92
Veracruz Norte	95	95	94	94	96	95
Veracruz Sur	97	97	96	97	96	97
Yucatán	96	97	97	96	97	97
Zacatecas	96	97	98	97	98	97
<b>NACIONAL</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>96</b>