



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

PROYECCIÓN DE RECURSOS DE GASTO DE  
DIABETES MELLITUS TIPO II, MEDIANTE EL  
MODELO DE TASAS DE UTILIZACIÓN DE  
SERVICIOS PARA LA SECRETARÍA DE SALUD

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**A C T U A R I A**

P R E S E N T A:

**NAYELI ALHELÍ CONTRERAS RIVERA**

TUTOR:

ACT. JOSÉ FERNANDO CENTENO SIERRA



México, D. F.

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Hoja de Datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Contreras

Rivera

Nayeli Alhelí

68 31 66 50

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Actuaría

305037837

### 2. Datos del tutor

Act.

José Fernando

Centeno

Sierra

### 3. Datos del sinodal 1

Dra.

María del Pilar

Alonso

Reyes

### 4. Datos del sinodal 2

Act.

María Teresa

Velázquez

Uribe

### 5. Datos del sinodal 3

Act.

Lilia Estela

Aguilar

Carril

### 6. Datos del sinodal 4

Act.

Livia Nora

Villa

Treviño

### 7. Datos del trabajo escrito

Proyección de recursos de gasto de diabetes mellitus tipo II, mediante el modelo de tasas de utilización de servicios para la Secretaría de Salud

139 p.

2014

# Agradecimientos

Agradezco al Señor que me ha concedido llegar a este momento, a mi madre Cristina, mi hermana Rita y a Francisco Luis, por el soporte que me han dado para poder finalizar esta etapa de mi vida.

Les doy mi más sincero agradecimiento al P. Andrés García y a Beatriz Ramírez, por haberme dado una palabra cuando la necesite. Al Act. Fernando Centeno, por apoyarme para la realización de este trabajo y a todas las personas que han estado hasta este momento conmigo.

*El pueblo que andaba a oscuras  
percibió una luz cegadora.  
A los que vivían en tierra de sombras  
una luz brillante los cubrió.  
(Isaías 9, 1)*

# Índice general

<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>III</b>
<b>Índice de Gráficos.....</b>	<b>V</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>VII</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>IX</b>
<b>Capítulo 1: Antecedentes del Sistema de Salud en México .....</b>	<b>1</b>
1.1 Formación de las Instituciones de Salud en México .....	1
1.2 Actualidad del sistema de salud.....	2
1.3 Recursos financieros destinados a la salud .....	4
1.4 Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) .....	5
1.4.1 Gasto programable en salud de acuerdo con el PEF .....	7
<b>Capítulo 2: Diabetes mellitus tipo 2 .....</b>	<b>9</b>
2.1 Diabetes mellitus tipo 2 en México .....	11
2.1.1 Defunciones por diabetes mellitus tipo 2 .....	11
2.1.2 Incremento de casos de diabetes mellitus tipo 2 .....	12
2.1.3 Importancia de la evaluación financiera .....	13
2.2 Marco conceptual.....	14
2.2.1 Clasificación Internacional de Enfermedades.....	14
2.2.2 Principales fuentes de información .....	16
2.3 Etapas y costos de la diabetes mellitus 2.....	19
2.3.1 Detección o nuevos casos .....	20
2.3.2 Tratamiento y control .....	23
2.3.3 Causas y costos por hospitalización y urgencias .....	25
2.4 Conclusiones .....	39
<b>Capítulo 3: Modelos para la proyección de casos y costos .....</b>	<b>41</b>
3.1 Población en México .....	41
3.1.1 Población no derechohabiente.....	43
3.2 Proyección de casos mediante el modelo de las tasas de participación.....	45
3.2.1 Aplicación del modelo .....	47
3.3 Proyección de casos mediante el modelo de la graduación de tasas.....	65
3.3.1 Aplicación del modelo .....	67
3.4 Comparación de los casos obtenidos de los modelos propuestos .....	86
3.5 Proyección de costos .....	95
3.5.1 Proyección del CCIF en salud mediante el modelo ARIMA .....	96
3.6 Resultados de la estimación de recursos para diabetes mellitus tipo 2. ....	103
<b>Conclusiones .....</b>	<b>109</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>111</b>

**Anexo A: Modelos ARIMA.....113**  
**Anexo B: Casos por grupo de edad.....115**  
**Anexo C: Histórico del valor del CCIF en salud .....121**  
**Anexo D: Código en R.....123**  
**Bibliografía .....137**

# Índice de Figuras

Figura 1: Sistema de Salud en México.....	3
Figura 2: Tasas de E. H. por complicación metabólica 2000-2013.....	68
Figura 3: Tasa de E. H. por complicación circulatoria 2000-2013.....	68
Figura 4: Tasa de incidencia 2000-2012 .....	69
Figura 5: Tasas de E. H. complicación renal 2000-2013 .....	72





# Índice de Gráficos

Gráfico 1.1: Gasto en salud (% del PIB) en México comparado con otros países .....	5
Gráfico 1.2: Gasto programable 2006-2014. ....	6
Gráfico 1.3: Gasto público en salud 2006-2014. ....	7
Gráfico 1.4: Distribución porcentual del gasto público en salud por instituciones 2014. ....	8
Gráfico 2.1: Casos nuevos de diabetes mellitus tipo 2, México .....	21
Gráfico 2.2: Distribución porcentual de nuevos casos 2012 .....	22
Gráfico 2.3: Nuevos casos por grupos de edad SSA .....	23
Gráfico 2.4: Casos en tratamiento y control de diabetes mellitus tipo 2.....	24
Gráfico 2.5: Casos en tratamiento y control por grupos de edad.....	25
Gráfico 2.6: Casos de hospitalización por causas específicas 2000-2013 .....	28
Gráfico 2.7: Distribución porcentual de las causas de hospitalización 2013 .....	28
Gráfico 2.8: Causas de hospitalización por grupos de edad en el año 2013 .....	29
Gráfico 2.9: Casos de urgencias por causas específicas 2007-2013 .....	30
Gráfico 2.10: Distribución porcentual de las causas de urgencias 2013.....	30
Gráfico 2.11: Causas de urgencias por grupos de edad en el año 2013. ....	31
Gráfico 2.12: E.H. y urgencias por complicaciones metabólicas .....	32
Gráfico 2.13: E.H. y urgencias por complicaciones renales.....	33
Gráfico 2.14: E.H. y urgencias por complicaciones oftálmicas .....	34
Gráfico 2.15: E.H. y urgencias por complicaciones neurológicas .....	35
Gráfico 2.16: E.H. y urgencias por complicaciones circulatorias periféricas .....	36
Gráfico 2.17: E.H. y urgencias de otras complicaciones.....	37
Gráfico 2.18: E.H. y urgencias sin mención de complicación .....	37
Gráfico 3.1: Pirámide poblacional 2010, 2030 .....	42
Gráfico 3.2: Comparación de casos proyectados de <i>incidencia y tratamiento y control</i> .....	87
Gráfico 3.3: Comparación de casos proyectados de complicaciones metabólicas .....	88
Gráfico 3.4: Comparación de casos proyectados de complicaciones renales .....	89
Gráfico 3.5: Comparación de casos proyectados de complicaciones oftálmicas .....	90
Gráfico 3.6: Comparación de casos proyectados de complicaciones neurológicas.....	91
Gráfico 3.7: Comparación de casos proyectados de complicaciones circulatorias .....	92
Gráfico 3.8: Comparación de casos proyectados de otras complicaciones .....	93
Gráfico 3.9: Comparación de casos proyectados de sin mención de la complicación .....	94
Gráfico 3.10: Estimación de recursos diabetes mellitus tipo 2, 2014-2030.....	105

Gráfico 3.11: Recursos destinados según el tipo de servicio 2014-2030 .....	105
Gráfico 3.12: Distribución porcentual de los recursos en 2014 y 2030 .....	106
Gráfico 3.13: Distribución porcentual del gasto para hospitalización según la causa asociada a la DM2 2014 y 2030 .....	107
Gráfico 3.14: Distribución porcentual del gasto para urgencias según la causa asociada a la DM2 2014 y 2030 .....	107

\* E.H. denota Egresos Hospitalarios.

# Índice de Tablas

Tabla 2.1: Principales causas de defunción en hombres 2012.....	12
Tabla 2.2: Principales causas de defunción en mujeres 2012.....	12
Tabla 2.3: Costos de la detección de la diabetes mellitus tipo 2.....	23
Tabla 2.4: Costos anuales del tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2 .....	25
Tabla 2.5: Causas de hospitalización y urgencias, clasificación por CIE-10.....	27
Tabla 2.6: Costos de hospitalización.....	38
Tabla 2.7: Costos de urgencias.....	38
Tabla 3.1: Población no derechohabiente por grupos de edad 2000-2030 .....	44
Tabla 3.2: Tasas de incidencia y hospitalización por causas 2000-2013.....	49
Tabla 3.3: Tasas de tratamiento y control y urgencias por causas 2007-2013 .....	50
Tabla 3.4: Modelo ARIMA ajustado para las tasas por grupo de edad .....	62
Tabla 3.5: Casos proyectados de <i>incidencia y hospitalización</i> modelo 1, 2014-2030.....	63
Tabla 3.6: Casos proyectados <i>tratamiento y control y urgencias</i> modelo 1, 2014-2030 .....	64
Tabla 3.7: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de incidencia, E.H. por complicación metabólica y renal.....	73
Tabla 3.8: Curva de ajuste y parámetro de las tasas de E.H. por complicación oftálmica, neurológica y circulatoria .....	74
Tabla 3.9: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de E.H. otras complicaciones y sin mención de la complicación .....	75
Tabla 3.10: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de urgencias por complicación metabólica, renal, oftálmica y neurológica .....	76
Tabla 3.11: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de urgencias por complicación circulatoria, otras complicaciones y sin mención de la complicación .....	77
Tabla 3.12: Modelo ARIMA de los parámetros según la función de ajuste .....	82
Tabla 3.13: Casos proyectados de <i>incidencia y hospitalización</i> modelo 2, 2014-2030.....	84
Tabla 3.14: Casos proyectados de <i>urgencias</i> modelo 2, 2014-2030 .....	85
Tabla 3.15: Proyección del CCIF e inflación 2014-2030.....	100
Tabla 3.16: Costos proyectados de diabetes mellitus tipo 2, con el método ARIMA.....	102
Tabla 3.17: Recursos totales y por causa de requerimiento de servicio 2014-2030*.....	104
Tabla 3.18: Casos proyectados modelo 1 para incidencia y hospitalización por grupo de edad 2013-2030 .....	116
Tabla 3.19: Casos proyectados modelo 1 para tratamiento y control y urgencias por grupo de edad 2013-2030.....	117

Tabla 3.20: Casos proyectados modelo 2 para incidencia y hospitalización por grupo de edad 2013-2030..... 118

Tabla 3.21: Casos proyectados modelo 2 para tratamiento y control y urgencias por grupo de edad 2013-2030..... 119

# Introducción

La diabetes es una afección crónica que se desencadena cuando el organismo pierde su capacidad de producir suficiente insulina o de utilizarla con eficacia. Como resultado, una persona con diabetes no absorbe la glucosa adecuadamente, de modo que ésta queda circulando en la sangre (hiperglucemia) y dañando los tejidos con el paso del tiempo. Este deterioro causa complicaciones para la salud potencialmente letales.

Los cambios en el estilo de vida de la población, como la falta de actividad física, la mala alimentación, entre otros, han contribuido a que las enfermedades crónico degenerativas constituyan actualmente una de las principales preocupaciones para las autoridades en salud a nivel mundial y sobre todo en nuestro país. La Federación Internacional de Diabetes (IDF) estimó que México en el año 2012 ocupó el sexto lugar de diabetes a nivel mundial (IDF, 2012).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013) la diabetes mellitus se clasifica en: la diabetes mellitus tipo 1, diabetes mellitus tipo 2 y gestacional. La importancia de la diabetes mellitus tipo 2 es que este tipo de diabetes representa el 90% de los casos totales de diabetes en el país y es generada principalmente por el aumento de peso corporal excesivo y de falta de actividad física, es necesario mencionar que este tipo de diabetes puede ser prevenido y/o se puede retardar su aparición.

La importancia de una evaluación financiera y actuarial para este padecimiento radica en que, aunque la mayoría de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 son inicialmente tratados en el primer nivel de atención<sup>1</sup>, el gasto para el gobierno es grande por el número de casos que se presentan. En el caso en que el paciente llegue al hospital por alguna complicación, el gasto se multiplica de manera considerable, y por lo tanto los recursos financieros federales y estatales necesarios para hacer frente a esta epidemia<sup>2</sup> pueden ser insuficientes en el largo plazo.

La fragmentación de los servicios de salud en México, exige que la evaluación se realice sobre los recursos de la Secretaría de Salud, no solo porque es la que ofrece los servicios de salud a más de la mitad de la población en nuestro país hoy en día, sino porque además, esta institución es financiada en su mayoría por el gobierno federal y estatal, pues las cuotas

---

<sup>1</sup> Primer nivel de atención: es el más cercano a la población, es decir, el primer contacto. Está dado en consecuencia como la organización de los recursos que permite resolver las necesidades de atención básicas frecuentes, que pueden ser resueltas por actividades de promoción de la salud, prevención de la enfermedad y por procedimientos de recuperación y rehabilitación. Es la puerta de entrada al sistema de salud. Se caracteriza por contar con establecimientos de baja complejidad, como consultorios, policlínicas, centros de salud, etc.

Segundo nivel de atención: se ubican los hospitales y establecimientos donde se prestan servicios relacionados a la atención en medicina interna, pediatría, gineco-obstetricia, cirugía general y psiquiatría.

Tercer nivel de atención: se reserva para la atención de problemas poco prevalentes, se refiere a la atención de patologías complejas que requieren procedimientos especializados y de alta tecnología (Vignolo Julio, 2011).

<sup>2</sup> De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes, la diabetes se está convirtiendo rápidamente en la epidemia del siglo XXI. Se entiende por epidemia, al aumento en la frecuencia esperada de cualquier daño a la salud en el ser humano, durante un tiempo y un espacio determinado. (Secretaría de Salud SSA, 1994).

de recuperación son mínimas o insignificantes, a diferencia de otras instituciones de salud que tienen aportaciones obrero patronales además de federales (SSA, 2007).

Este trabajo de tesis realiza la proyección de recursos de gasto de diabetes mellitus tipo 2, mediante el modelo de tasas de utilización de servicios. La tesis se desarrolla a través del siguiente esquema:

En el *primer capítulo*, se describe al sistema de salud en México así como de los recursos financieros de los servicios de salud y de las enfermedades crónico degenerativas, con la finalidad de dar un panorama general de las instituciones de salud públicas y sus recursos.

El *segundo capítulo*, detalla la importancia que tiene la diabetes mellitus tipo 2 dentro de las enfermedades crónicas degenerativas, se realiza una descripción de las variables demográficas, epidemiológicas y financieras con la que se efectuó este trabajo, así mismo se realiza una descripción por grupo de edad de los casos y costos anuales de diabetes mellitus tipo 2 y sus complicaciones.

En el *tercer capítulo*, se particulariza la proyección de casos y costos. Para la proyección de los casos de utilización de los servicios se proponen los modelos de “la tasa de participación” y “la graduación de tasas”. Los costos se proyectan con base en el Índice de Precios al Consumidor en la Clasificación del Consumo Individual por Finalidades (CCIF) en Salud, que es un índice que permite conocer la inflación de los costos en salud en México.

En el apartado de las *conclusiones* se encuentran los comentarios y sugerencias necesarias de acuerdo con los resultados encontrados, tanto de la proyección de casos y costos como de recursos financieros estimados para hacer frente en los próximos años a esta epidemia. Así mismo se analizan las consecuencias de suficiencia o insuficiencia de recursos financieros y el impacto que tendrían en la población y los servicios de salud.

En los anexos se muestran los modelos usados para la proyección de casos (Anexo A), los resultados de la proyección de casos (Anexo B), el valor del índice CCIF en Salud (Anexo C) y el código del programa estadístico R 2.0 que se utilizó para la estimación de los recursos (Anexo D). Finalmente se encuentra la bibliografía.

# Capítulo 1: Antecedentes del Sistema de Salud en México

Se considera importante tener un panorama general de las instituciones que brindan la atención en materia de salud a la población mexicana, así como la composición de los servicios de salud y la forma en que estos se financian. A continuación se describen estos aspectos.

## 1.1 Formación de las Instituciones de Salud en México

Los sistemas de salud de la mayor parte de los países de América Latina se componen en general por tres subsistemas: la seguridad social, los servicios públicos y los servicios privados. En el caso de México, estos tres subsistemas han mantenido un desarrollo por separado.

En 1934, durante el cardenismo, fue cuando se sentaron las bases institucionales del actual sistema de salud. Durante este tiempo se crearon diversas instituciones, tales como la Secretaría de la Asistencia Pública y los Servicios Médicos Rurales Cooperativos, y se elaboraron los primeros proyectos para la Ley de Seguridad Social además se aprobó un presupuesto creciente para los proyectos de salubridad pública.

Finalmente, el primero de enero de 1943 durante la presidencia de Miguel Ávila Camacho, se funda el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que ofrece un conjunto de prestaciones económicas (pensiones, invalidez, muerte) y en especie (atención de enfermedades y maternidad) a los trabajadores asalariados de la economía formal. Y el 15 de octubre del mismo año se crea la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), cuyo nombre tenía implícita una concepción asistencial, para atender principalmente a los mexicanos de escasos recursos (Centro de Estudios Sociales de Opinión Pública CESOP, 2006).

Es así como el sistema de salud en México nace fragmentado al separar a la población en, aquellos que tenían derechos sociales perfectamente definidos llamados derechohabientes, y aquellos que eran sujetos a la acción asistencial del Estado, a quienes se les denominó como población abierta.

Posteriormente y bajo esta misma división de origen entre la seguridad social y los servicios públicos, se crearon en paralelo otras instituciones de seguridad social. Entre ellas el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) en 1959, que ofrece cobertura en salud a los trabajadores de la administración pública federal (CESOP, 2006).

Sin embargo, con el paso de los años la seguridad social en el país comenzó a ser insuficiente, tan solo en 2002 cubría a 47,797,716 personas que representaba el 47% de la

población total en el país, el 53% restante (53,111,658 personas) se encontraban sin seguridad social en México (SSA, 2005).

Por esta razón en el año 2003 surgió el Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) conocido como Seguro Popular con el objetivo de brindar atención médica a la población que no cuenta con acceso a la seguridad social (trabajadores no asalariados, los auto empleados, los desempleados incluyendo a sus familiares y dependientes económicos) y de reducir el gasto de bolsillo, que es el pago que realizan de manera directa los hogares al prestador de los servicios en el momento de demandar o hacer uso de éstos (SSA, 2005).

Sin embargo, la fragmentación de los servicios no permite que exista un sistema universal de salud con las mismas condiciones de atención para toda la población, además de que cuentan con una asignación de recursos per cápita desigual (SSA, 2014 b).

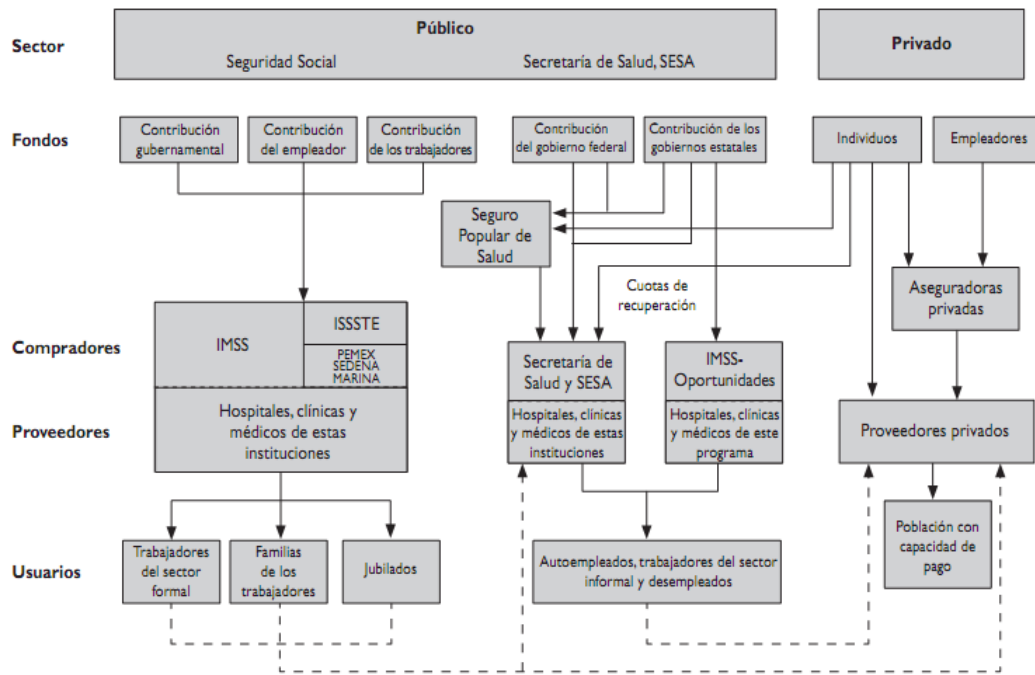
## **1.2 Actualidad del sistema de salud**

El día de hoy el sistema de salud en México se puede separar en dos sectores, el público y privado. El sector público se divide en las instituciones de seguridad social en el país, las cuales son: el IMSS, ISSSTE, Instituciones de Seguridad Social de los Gobiernos Estatales, Instituciones de Salud de Petróleos Mexicanos (PEMEX) e Instituciones de Salud de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). Estas se financian de manera tripartita con contribuciones por parte del empleador, el estado y el empleado, además prestan sus servicios de salud en instalaciones propias (Gómez, Octavio. 2011).

A continuación se puede observar los fondos con los que se financia cada uno de los servicios de salud de México ya sea público o privado, así como el tipo de usuario que goza de los beneficios de cada tipo de institución de salud (Figura 1).



**Figura 1: Sistema de Salud en México**



Fuente: SSA (2007). "Programa Nacional de Salud 2007-2012". México.

Las instituciones y programas que atienden a las personas sin seguridad social en México son: la Secretaría de Salud (SSA), los Servicios Estatales de Salud (SESA), el programa IMSS-Oportunidades y el SPSS. Estas son financiadas mayoritariamente por el gobierno federal y los gobiernos estatales ya que la población que se atiende en estas instituciones solo paga una cuota de recuperación, o bien, en el caso de este último la aportación es de acuerdo con el decil de ingresos al que pertenece su población afiliada (Gómez, Octavio. 2011).

Por otro lado, el sector privado se financia del pago de primas y gasto de bolsillo. En el primer caso se financian esquemas de aseguramiento ofrecidos por las compañías aseguradoras y los fondos mutualistas o algún otro tipo de asociación especializada en la diversificación comunitaria de riesgos. Con este esquema se cubre de manera anticipada los gastos de atención médica en caso de enfermedad para un grupo de asegurados.

En el segundo caso, el gasto de bolsillo es aquel que hacen las personas para recibir atención por su salud y la compra de medicinas, de manera que las personas no derechohabientes son las que podrían verse más afectadas por el impacto de cualquier enfermedad, sea o no costosa, pues sus ingresos son bajos. Las probables consecuencias para esta población al no contar con capacidad de pago para tener acceso a cualquiera de los servicios de salud, podrían ser por un lado, no atenderse y empeorar su calidad de vida, y por otro, hacer el gasto de bolsillo y bajar su nivel socioeconómico y caer en pobreza o bien pasar de pobreza a pobreza extrema (SSA, 2005).

Este tipo de gasto de bolsillo expone a las familias a pagos excesivos que son difíciles de anticipar por la incertidumbre en los procesos de salud-enfermedad, y frecuentemente da lugar a gastos catastróficos<sup>3</sup> o gastos empobrecedores<sup>4</sup> sobre todo si se habla del caso de enfermedades crónico degenerativas que son aquellas que empeoran con el paso del tiempo en la vida de una persona y que además pueden llegar a un momento en que imposibiliten trabajar y dejar de obtener un recurso para hacerles frente.

Es necesario hacer una evaluación sobre los costos de atención médica en la Secretaría de Salud que es la que atiende a la mayoría de la población no derechohabiente (SSA, 2007).

Hasta aquí se realizó una breve remembranza del Sistema de Salud en México y las instituciones que prestan atención a la salud de los mexicanos, a continuación se describe la forma en que se distribuye el presupuesto anual destinado en salud con el fin de conocer de manera general su financiamiento.

### **1.3 Recursos financieros destinados a la salud**

De acuerdo con el Banco Mundial en el año 2012 México invirtió 6.14% de su Producto Interno Bruto (PIB) en salud<sup>5</sup>. Aunque se ha incrementado en los últimos años este porcentaje, comparándolo con otros países el PIB en salud en México se encuentra por debajo del porcentaje del PIB que otros países de ingresos medios de América Latina o del mundo le dedican a la salud (Gráfico 1.1)

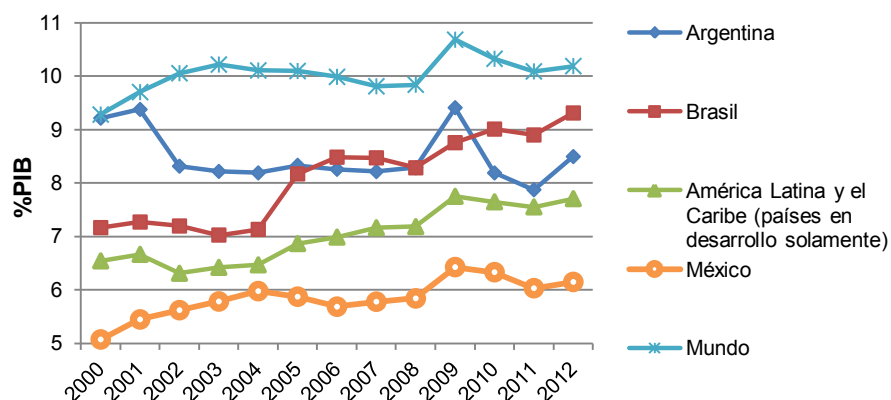
---

<sup>3</sup> *Los gastos catastróficos por motivos de salud se definen como aquellos gastos en salud superiores al 30% de la capacidad de pago de una familia, que a su vez dañe el ingreso familiar disponible al gasto dedicado a la alimentación (SSA, 2007, p. 53).*

<sup>4</sup> *Los gastos empobrecedores se definen como aquellos gastos que, independientemente de su monto, empujan a los hogares por debajo de la línea de pobreza o que empobrecen todavía más a los hogares que ya viven por debajo de la línea de pobreza (SSA, 2007, p. 53).*

<sup>5</sup> *El gasto total en salud es la suma del gasto público y privado en la salud. Abarca la prestación de servicios de salud (preventivos y curativos), las actividades de planificación familiar, las actividades de nutrición y la asistencia de emergencia designadas. (Banco mundial, 2014).*

**Gráfico 1.1: Gasto en salud (% del PIB) en México comparado con otros países**



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2014.

La Dirección General de Información en Salud (DGIS) informa que en 2012, el gasto total en el sector salud fue \$966,869.46 millones de pesos del cual, el 51% corresponde al gasto público con una cifra de \$493,795.08 millones de pesos y el 49% restante corresponde al gasto privado con \$473,074.37 millones de pesos. Lo alarmante es que el monto del gasto de bolsillo fue de \$433,588,038.80 millones de pesos que representa el 92% del gasto privado en México (SSA, 2014 b) y como se mencionó, es un gasto con gran impacto en la economía de las familias mexicanas.

El gasto público a su vez se divide entre el gasto para las instituciones que brindan seguridad social y las que no; en las primeras se destinó el 55% del gasto público que es \$272,182.54 millones de pesos, mientras a las instituciones que ofrecen servicios médicos a la población no derechohabiente se destinó lo restante que es el 45% que corresponde a \$221,612.55 millones de pesos (solo se consideran los recursos destinados a la salud). El porcentaje del gasto otorgado a las instituciones de la seguridad social (IMSS, ISSSTE, SEDENA, SEMAR, PEMEX) es superior a las otras (SSA, SPSS, IMSS-OPORTUNIDADES, SESA) en un 10%, a pesar de que la población no derechohabiente es superior a la que cuenta con seguridad social (SSA, 2014 b).

Estos recursos se distribuyen para cada institución de la siguiente forma a través del Presupuesto de Egresos de la Federación.

## 1.4 Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF)

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) presenta cada año el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) que es el documento que establece el gasto del gobierno mexicano, en el cual se describe la cantidad, la forma y el destino de los recursos públicos (Presupuesto ciudadano PEF 2013).

Su contenido refleja las prioridades que se deben atender con los recursos públicos, estos recursos son limitados debido a que provienen de los ingresos que se obtienen por la

explotación de los recursos naturales del país, de los impuesto que la sociedad paga al gobierno, la prestación de bienes y servicios de las dependencias, organismos públicos y empresas paraestatales, las cuotas de seguridad social y el endeudamiento.

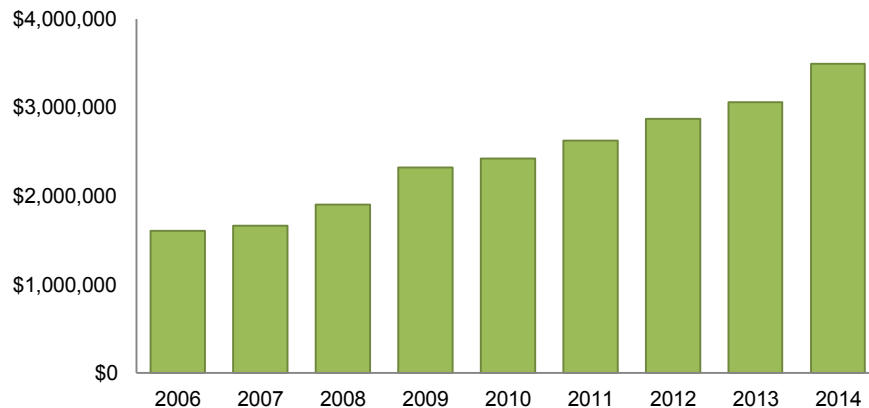
Debido a que son limitados y no alcanzan para atender todas las necesidades del país, se necesita decidir en qué conviene utilizar los recursos de acuerdo con las necesidades de la población, por eso el objetivo del presupuesto es realizar una planeación y estrategia del manejo de estos recursos con la finalidad que aporte un beneficio a largo plazo en el país. Esto se hace a través de programas presupuestarios.

El objetivo de los programas presupuestarios es cumplir con los objetivos establecidos en los instrumentos de planeación nacional tales como el Plan Nacional de Desarrollo, o bien los que se derivan de éstos, como el Programa Sectorial de Salud entre otros.

El gasto programable es el gasto que realiza el Gobierno de la República para el cumplimiento de sus funciones a través de programas para promover bienes y servicios a la población, así como los recursos que se transfieren a las entidades federativas, municipios y delegaciones en el Distrito Federal, condicionando su gasto al logro y cumplimiento de objetivos específicos.

En el año 2014 el gasto programable total fue de \$3,493,672 millones de pesos. El cual tuvo un crecimiento en el periodo del año 2006 al 2014. (Gráfico 1.2).

**Gráfico 1.2: Gasto programable 2006-2014.**

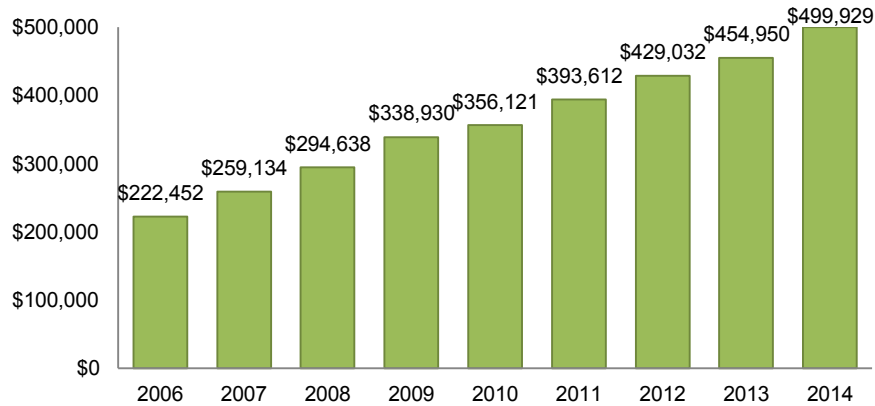


Fuente: Elaboración propia, con datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Presupuesto de Egresos de la Federación. Cifras en millones de pesos.

### 1.4.1 Gasto programable en salud de acuerdo con el PEF

El gasto público que se destinó en 2014 a la salud fue de \$499,928.64 millones de pesos que corresponde al 14% del gasto programable en la nación, el cual ha sido un porcentaje similar desde el año 2006. El gasto que se destina a la salud al igual que el gasto programable se ha incrementado en el año 2014 a poco más del doble del gasto que se otorgó en el año 2006 (Gráfico 1.3).

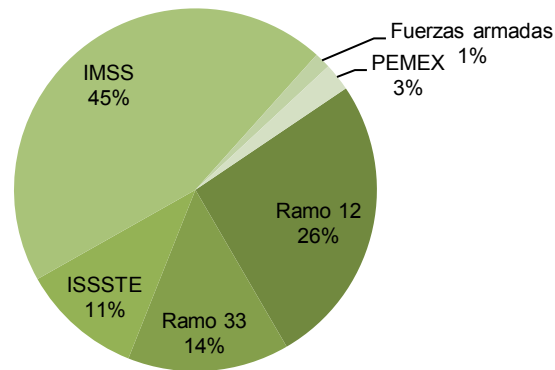
**Gráfico 1.3: Gasto público en salud 2006-2014.**



Fuente: Elaboración propia, con datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Presupuesto de Egresos de la Federación. Cifras en millones de pesos.

El gasto público en salud integra *el gasto en salud* del Ramo 12 (Secretaría de Salud), Ramo 33 (Aportaciones Federales para Entidades Federativas y Municipios), IMSS, ISSSTE, PEMEX y las Fuerzas armadas. Al analizar la distribución porcentual del gasto público en salud en el año 2014 según la institución que ofrece servicios de salud en México, el IMSS es a la institución que más recurso se le asigna para el gasto en salud, seguido por el ramo 12 y 33 (Gráfico 1.4).

**Gráfico 1.4: Distribución porcentual del gasto público en salud por instituciones 2014.**



Fuente: Elaboración propia, con datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Presupuesto de Egresos de la Federación.

Como se mencionó anteriormente, este presupuesto se destina para el cumplimiento de objetivos específicos. Una de las prioridades del gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo PND 2013-2018 son las enfermedades crónico degenerativas tales como la diabetes, las enfermedades isquémicas del corazón y tumores malignos ya que el cambio en el perfil demográfico donde la población adulta será mayoría y los cambios de estilo de vida provocarán que las enfermedades crónico degenerativas absorban una gran cantidad de recursos, sobre todo por las complicaciones que de ellas se derivan.

La alta demanda en servicios de salud (Presidencia de la República, 2013, p. 49), impera un estudio del impacto financiero y de sustentabilidad, para todos los sistemas de salud, pero sobre todo para aquel que atiende a la mayoría de la población sin seguridad social, es decir, a la Secretaría de Salud, pues los gastos derivados de la diabetes mellitus tipo 2 son un riesgo que representa una carga financiera creciente y de gran impacto. Al día de hoy pareciera que no se le está dando la importancia necesaria a este tema, por lo tanto es necesario que actuarialmente se hagan notar los riesgos que representará una epidemia de esta magnitud para los próximos años.

Una vez explicado el contexto general de las instituciones de salud en México, su financiamiento y la importancia de evaluar el impacto en los recursos, este trabajo se enfoca, como se mencionó anteriormente, en la estimación de recursos financieros necesarios para hacer frente a esta enfermedad en la población no derechohabiente del país que es atendida con recursos federales principalmente asignados a la Secretaría de Salud, tomando en cuenta el número de casos reportados, y los costos estimados de acuerdo a diversas fuentes confiables de información que se mencionan en el próximo capítulo.

## Capítulo 2: Diabetes mellitus tipo 2

En este capítulo se describe la importancia de la diabetes mellitus dentro de las enfermedades crónico degenerativas, la relevancia de la diabetes mellitus tipo 2 con respecto a los otros tipos de diabetes, así como la evolución de este padecimiento en México en la última década.

Uno de los principales problemas en salud que presenta el mundo en el siglo XXI es la transición epidemiológica, que consiste en el cambio de enfermedades transmisibles por crónicas, debido al rápido incremento en el número de casos que han presentado estas últimas, se han convertido en la principal causa de mortalidad en el mundo. Esta variación se debe principalmente al cambio del estilo de vida poco saludable en el cual predomina la obesidad, el sedentarismo, el consumo excesivo de grasa de origen animal, estrés, entre otros factores.

Es importante destacar que el acceso a los servicios de salud ha traído consigo un mejor control de las enfermedades transmisibles. Se entiende por enfermedad transmisible aquella cuyos agentes causales pueden pasar o ser transportados de una persona, animal o medio ambiente, a una persona susceptible, ya sea directa o indirectamente (Definiciones médicas, 2011).

El costo de las enfermedades crónicas es mayor que las enfermedades transmisibles, ya que éstas al paso del tiempo aumentan en severidad y llegan a ser discapacitantes para el individuo que las padece.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que las principales enfermedades crónicas que afectan a la población a nivel mundial son: la diabetes mellitus, las enfermedades cardíacas, los infartos, enfermedades respiratorias y el cáncer. Siendo las responsables del 63% de las defunciones a nivel mundial. En el año 2008, 36 millones de personas en el mundo murieron por una enfermedad crónica de las cuales se reparten la mitad por cada género, masculino y femenino, y el 71% eran mayores de 60 años de edad (OMS, 2014).

Esta cifra es alarmante si la relacionamos con la transición demográfica de nuestro país, en la cual se espera el envejecimiento de la población, además de que, al ir en aumento tendría repercusiones económicas adversas para los sistemas de salud, sobre todo porque el volumen y el costo de los servicios se elevarían rápidamente.

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica que representa un gran problema de salud. La OMS informa que actualmente existen más de 346 millones de personas con esta enfermedad, en 2004 fallecieron 3.4 millones de personas por esta causa y se registraron principalmente en países de ingresos bajos y medios. Se prevé que las muertes por diabetes se multipliquen por dos entre 2005 y 2030 (OMS, 2013); debido a estas cifras es necesario tomar medidas acerca de la prevención de esta enfermedad, pues de seguir comportándose de esta forma, la demanda de servicios de salud por esta causa junto con el envejecimiento

de la población aumentará drásticamente el costo de la atención como se mencionó anteriormente.

La OMS define a la diabetes como una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente, o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce (la insulina es la hormona que regula el azúcar en la sangre). Existen diferentes tipos de diabetes mellitus, en 1980 un grupo de expertos de la OMS estandarizó los criterios de la clasificación para la diabetes tipo 1 y tipo 2; Actualmente la diabetes mellitus se clasifica de la siguiente manera. (OMS, 2013), (Instituto Nacional de Salud Pública INSP. 2006)

- ❖ **Diabetes mellitus tipo 1 (DM1):** *(también llamada insulino dependiente, juvenil o de inicio en la infancia)*. Se caracteriza por una producción deficiente de insulina y requiere la administración diaria de esta hormona.
- ❖ **Diabetes mellitus tipo 2 (DM2):** *(también llamada no insulino dependiente o de inicio en la edad adulta)*. Se debe a una utilización ineficaz de la insulina. Este tipo representa el 90% de los casos mundiales y se debe en gran medida a un peso corporal excesivo y a la inactividad física.
- ❖ **Diabetes gestacional:** Es un estado hiperglucémico que aparece o se detecta por vez primera durante el embarazo. Sus síntomas son similares a los de la diabetes tipo 2, pero suele diagnosticarse mediante las pruebas prenatales, más que porque el paciente cuente con síntomas.
- ❖ **Otros tipos específicos de diabetes:** representan alrededor del 1% de los casos y son originados por otras causas incluyendo las siguientes:
  - ◆ Defectos genéticos.
  - ◆ Enfermedades del páncreas exocrino.
  - ◆ Endocrinopatías.
  - ◆ Inducida por medicamentos o químicos.
  - ◆ Inducida por infecciones.
  - ◆ Formas no comunes de diabetes mediada por inmunidad.
  - ◆ Otros síndromes genéticos asociados con diabetes.

Es importante considerar que la diabetes es la causante de otras enfermedades crónicas como son: la retinopatía diabética, neuropatía diabética, nefropatía o insuficiencia renal, la amputación de miembros inferiores; cuyo tratamiento es largo y costoso, además de la discapacidad o incapacidad física que genera (IMSS, 2009).

En el caso de México, la Federación Internacional de Diabetes estima que la población con diabetes mellitus en 2012 ocupa el sexto lugar en el mundo (IDF, 2013). Sin embargo, en nuestro país es importante analizar la tipo 2 debido ya que la población mexicana tiene más tendencia a desarrollarla (INSP, 2006) a causa del cambio del estilo de vida que ha sufrido nuestra sociedad.



De acuerdo con el boletín de la Práctica Médica Efectiva (PME): la diabetes mellitus tipo 2 no solo representa el 90% de los casos totales de diabetes mellitus (INSP, 2006), sino que además va cada día en aumento el número de personas que la padecen.

## **2.1 Diabetes mellitus tipo 2 en México**

La transición epidemiológica en México se comenzó a manifestar claramente a partir de los años setenta. La diabetes mellitus tipo 2 está directamente asociada al cambio de hábitos de consumo en los alimentos, aumento de la sedentarización y la obesidad. Este problema ha sido llamado una “epidemia cultural”, debido a que dichos cambios tienen que ver de manera directa con los valores, actitudes y prácticas de la sociedad en nuestra cultura nacional. (SSA, 2013)

La diabetes tipo 2 ha aumentado en la población ocasionando un aumento en el número de defunciones; además de ser de las principales causas de atención médica en consulta externa y de hospitalización.

A continuación se menciona la forma en que se ha ido incrementando esta enfermedad tanto en mortalidad como en morbilidad y la importancia que tiene la proyección de los recursos que se requieren para su atención.

### **2.1.1 Defunciones por diabetes mellitus tipo 2**

Las defunciones por diabetes mellitus en el país han ido en aumento en las últimas décadas, tan solo entre el periodo de 1990 y 2000, el número de defunciones pasó de 25,733 a 46,525 (SSA, 2009 b, p. 29). La Dirección General de Información en Salud (DGIS) informó en 2012, 602,354 defunciones. Debido a los cambios epidemiológicos en el país las diez principales causas son enfermedades crónicas tanto en hombres como en mujeres, tales como la diabetes mellitus, las enfermedades isquémicas del corazón, cerebrovascular, etc.

Sin embargo, la diabetes mellitus la primera causa de defunción en 2012 para las mujeres y la segunda para los hombres, además de ser la responsable de poco más del 14% de las defunciones totales en el país (Tablas 2.1 y 2.2).

**Tabla 2.1: Principales causas de defunción en hombres 2012**

Causas	Defunciones	% total
Enfermedades isquémicas del corazón	41,279	6.85%
Diabetes mellitus	41,236	6.85%
Agresiones (homicidios)	22,986	3.82%
Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	21,627	3.59%
Enfermedad cerebrovascular	15,531	2.58%
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	12,383	2.06%
Infecciones respiratorias agudas bajas	9,408	1.56%
Accidentes de vehículo de motor (tránsito)	9,397	1.56%
Enfermedades hipertensivas	8,419	1.40%
Nefritis y nefrosis	7,798	1.29%

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Dirección General de Información en Salud (DGIS) base de datos de defunciones 1979-2012.

**Tabla 2.2: Principales causas de defunción en mujeres 2012**

Causas	Defunciones	% total
Diabetes mellitus	43,819	7.27%
Enfermedades isquémicas del corazón	32,767	5.44%
Enfermedad cerebrovascular	16,371	2.72%
Enfermedades hipertensivas	10,742	1.78%
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	10,049	1.67%
Infecciones respiratorias agudas bajas	7,642	1.27%
Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	7,269	1.21%
Nefritis y nefrosis	6,654	1.10%
Tumor maligno de la mama	5,613	0.93%
Desnutrición calórico protéica	3,869	0.64%

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), base de datos de defunciones 1979-2011. Incremento de casos de diabetes mellitus tipo 2

## 2.1.2 Incremento de casos de diabetes mellitus tipo 2

En 2012 la Dirección General de Epidemiología (DGE) reportó 419,493 casos nuevos de diabetes mellitus tipo 2 en el Sistema de Salud Público de México (SSA, 2014 b). De los cuales 149,205 casos que corresponden al 34% de los casos totales, fueron reportados por la Secretaría de Salud la cual es la segunda institución después del IMSS en reportar un mayor número de casos nuevos. Este padecimiento se encuentra dentro de las 20 principales causas de morbilidad en el país.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (INSP, 2012), la diabetes mellitus afecta actualmente al 9.2% de la población del país, lo que representa un incremento de 2.2 puntos porcentuales respecto de 2006 (Presidencia de la República, 2013, p. 49).

En este sentido el aumento de la prevalencia<sup>6</sup> de diabetes mellitus es resultado principalmente del aumento de la incidencia<sup>7</sup>, y a una mayor exposición de los factores de riesgo en la población.

La diabetes tipo 2 se encuentra asociada también a factores genéticos, los cuales facilitan su aparición pero no la determinan necesariamente. Se ha comprobado que los hábitos de alimentación con el incremento en el consumo de calorías principalmente en carbohidratos y grasas y el sedentarismo, son los agentes detonadores. Además se ha encontrado que los factores emocionales pueden funcionar como los disparadores de la aparición de la enfermedad. Se estima que el 90% de los casos son atribuibles al sobre peso y obesidad (SSA, 2010 a, p. 7).

El sobrepeso, la obesidad, la diabetes y la hipertensión han llegado a niveles muy elevados en todos los grupos de edades de la población mexicana. Entre los hombres mayores de 20 años de edad, 42.6% presentan sobrepeso y 26.8% obesidad, mientras que en las mujeres estas cifras corresponden a 35.5% y 37.5%, respectivamente (Presidencia de la República, 2013, p. 49).

Esta enfermedad puede afectar a personas de cualquier edad, pero conforme incrementa esta, el riesgo de padecerla es mayor. A diferencia de otras enfermedades la aparición de la diabetes tipo 2 en un individuo es independiente del nivel socioeconómico.

### **2.1.3 Importancia de la evaluación financiera**

La importancia de la evaluación financiera radica en que aunque la mayoría de los pacientes con diabetes tipo 2 son inicialmente tratados en el primer nivel de atención por el médico general o familiar, en México existe un gran número de casos en que el paciente llega al hospital o a una clínica porque después de años con la enfermedad, puede presentar alguno de los siguientes problemas: tener el pie infectado con riesgo de amputación, retinopatía diabética, neuropatía, ya se encuentra discapacitado o presenta algún problema cardiometabólico que le llevará a la muerte en pocos meses, en algunas ocasiones padece de riñones e incluso de insuficiencia renal que requiere diálisis constante (Ramírez Maribel, 2011). Es decir, llegan con algún tipo de enfermedad derivada por este padecimiento.

Lo anterior se debe en gran medida a un desconocimiento de la población de las causas que existen para desarrollarla, además, no se realiza una eficiente y oportuna detección y seguimiento de grupos de factores de riesgo por parte de los servicios de salud. Un retraso de 4 a 7 años en diagnosticar la enfermedad se traduce en que un 20% de los pacientes

---

<sup>6</sup> La prevalencia de una enfermedad el número total personas que presentan síntomas o padecen una enfermedad durante un periodo de tiempo, dividido por la población con posibilidad de llegar a padecer dicha enfermedad. Enciclopedia de salud <http://www.encyclopediasalud.com/>.

<sup>7</sup> Incidencia: El número de nuevos casos de una enfermedad, en una población, en determinado período de tiempo. <http://www.definicion.org/incidencia>

presentarán alguna evidencia de complicación micro-vascular o neuropatía diabética al momento del diagnóstico (SSA, 2013).

Las enfermedades derivadas de este padecimiento son costosas de tratar, lo más irónico es que pueden ser prevenibles. Si el paciente mexicano con diabetes fuera diagnosticado a tiempo, se apegara a su tratamiento y cuidara sus hábitos, el país se ahorraría miles de millones de pesos en estas enfermedades. La importancia de estas enfermedades no es solo en el costo de la atención, sino que también generan trastornos en la calidad de vida, muertes prematuras, incapacidad temprana.

Por lo anterior, el objetivo es hacer un análisis de los casos y costos que presenta esta enfermedad en la Secretaría de Salud, debido a que es necesario conocer su panorama, así como el posible rumbo que pueda tomar, lo anterior con el fin de que las autoridades del sector salud tengan una visión clara del impacto financiero y los riesgos que representa esta enfermedad en un futuro no muy lejano y tomen las medidas necesarias para combatirla, ya sea mediante políticas públicas más efectivas que se enfoquen en esta enfermedad desde la prevención o en su caso de un control efectivo de la misma ya que de no implementar intervenciones oportunas podría llevar a un colapso económico y saturación de los servicios de salud. A continuación se muestra el panorama de esta enfermedad mediante la estadística nacional en salud disponible.

## **2.2 Marco conceptual**

Como el objetivo es calcular los costos futuros que conllevará esta enfermedad para la Secretaría de Salud, es necesario en primera instancia citar los estándares que existen para la identificación de casos de este padecimiento a nivel nacional, así como la información estadística con la que se cuenta y que se usó para este ejercicio.

De esta manera se pueden identificar los casos existentes de acuerdo a cada requerimiento del servicio que pueda presentar la diabetes mellitus tipo 2 que va desde su diagnóstico, hasta complicaciones crónicas.

### **2.2.1 Clasificación Internacional de Enfermedades**

La Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud décima edición CIE-10 es un sistema de categorías a las cuales se les asignan estados de enfermedad de acuerdo con criterios establecidos y su propósito principal es permitir el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos tanto de morbilidad y de mortalidad recolectados en diferentes países, regiones y épocas. Actualmente se ha convertido en una clasificación estándar internacional para propósitos epidemiológicos generales relacionados con la salud, dentro de los que se incluye el análisis de la situación general así como el seguimiento de la incidencia y prevalencia de las enfermedades (OMS, 2003).

Para el análisis en este trabajo se usó esta categorización debido a que es la clasificación estándar que maneja tanto la OMS como la Secretaría de Salud para agrupar las enfermedades con fines estadísticos y para realizar estudios en materia de salud.

De acuerdo a la clasificación CIE-10, la diabetes mellitus se puede encontrar a través de las siguientes claves:

- ❖ E10 Diabetes mellitus insulino dependiente.
- ❖ E11 Diabetes mellitus no insulino dependiente.
- ❖ E12 Diabetes mellitus asociada con desnutrición.
- ❖ E13 Otras diabetes mellitus especificadas.
- ❖ E14 Diabetes mellitus, no especificada.

Para la diabetes mellitus tipo 2 o no insulino dependiente se consideraron a las claves *E11* y de acuerdo al boletín de la Práctica Médica Efectiva (PME) diabetes mellitus tipo 2 se consideró el 90% de los casos reportados de la clave *E14 diabetes mellitus no especificada* para los casos de egresos hospitalarios y urgencias registrados en la DGIS, en estas categorías se pueden encontrar sus subcategorías donde en cada una se puede identificar a su vez en cuatro caracteres en donde el último dígito denota enfermedades derivadas a la diabetes mellitus tipo 2 tal como se presentan a continuación:

❖ **E11.0 y E14.0 Con coma**

Coma:

- Diabético:
    - con o sin cetoacidosis
    - hiperosmolar
    - hipoglicémico
  - Hiperglicémico SAI
- ❖ **E11.1 y E14.1 Con cetoacidosis**
- Acidosis
  - Cetoacidosis diabética
- ❖ **E11.2 y E14.2 Con complicaciones renales**
- Glomerulonefrosis intracapilar (N08.3)
  - Nefropatía diabética (N08.3)
  - Síndrome de Kimmelstiel–Wilson (N08.3)
- ❖ **E11.3 y E14.3 Con complicaciones oftálmicas**
- Catarata (H28.0)
  - Retinopatía (H36.0)
- ❖ **E11.4 y E14.4 Con complicaciones neurológicas**
- Amiotrofia (G73.0)
  - Mononeuropatía (G59.0)
  - Neuropatía autonómica (G99.0)
  - Polineuropatía (G63.2)
  - Autonómica (G99.0)
- ❖ **E11.5 y E14.5 Con complicaciones circulatorias periféricas**

- Angiopatía periférica(I79.2)
- Gangrena diabética
- Úlceras

#### **E11.6 y E14.6 Con otras complicaciones especificadas**

- Artropatía diabética(M14.2)
  - neuropática (M14.6)

- ❖ **E11.7 y E14.7 Con complicaciones múltiples**
- ❖ **E11.8 y E14.8 Con complicaciones no especificadas**
- ❖ **E11.9 y E14.9 Sin mención de complicación**

La clasificación anterior es fundamental para el desarrollo de este trabajo ya que permite identificar a la diabetes mellitus tipo 2 así como las complicaciones que se derivan de esta. En los siguientes puntos se realiza un análisis de este padecimiento basado en esta clasificación.

### **2.2.2 Principales fuentes de información**

Para este trabajo se distinguen dos tipos de información, el primero que involucra las variables demográficas y epidemiológicas que corresponden a los casos de incidencia y morbilidad de esta enfermedad y el segundo contempla las variables económicas, es decir, hace referencia a los costos asociados para cada una de las causas que generan atención médica de este padecimiento.

Para identificar los casos es necesario citar que, aunque en México el Sistema de Información en Salud ha presentado cambios en el proceso de recolección de los datos, su incorporación no ha sido homogénea; es decir, cada institución cuenta con sus propios formatos y criterio de recolección de los mismos (SSA, 2007, p. 59).

La Secretaría de Salud cuenta con un detalle claro del número de casos atendidos por esta enfermedad desde su detección, tratamiento y control hasta del uso de servicios en hospitalización y urgencias. Cabe señalar que se trata de información homogénea, suficiente, y confiable de acuerdo a los estándares de la práctica actuarial (Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. CNSF, 2001) dado que es de una institución en salud reconocida en el país y son cifras oficiales.

A continuación se enuncian las principales fuentes de información para localizar los casos nacionales de morbilidad asociada a la diabetes mellitus tipo 2, así como de la población en México:

- ❖ *Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2014)*. Se usaron las estimaciones de la población del periodo 1990-2010 y las proyecciones de la población del periodo 2010-2030 las cuales contienen a la población por edad y sexo a la mitad del año, debido a que son las estimaciones y proyecciones oficiales más actuales de la población en México.

- ❖ *Dirección General de Información en Salud (SSA, 2014 b)*. Por medio de la Secretaría de Salud es la encargada de coordinar y normar el proceso de recolección, difusión y uso de la información básica en materia de salud. La cual contiene datos estadísticos de: a) Natalidad, mortalidad e invalidez. b) Factores demográficos, económicos, sociales y ambientales vinculados con la salud y c) Recursos físicos, humanos y financieros.

Para el análisis de la diabetes mellitus tipo 2 se usó la información referente a morbilidad dentro de la Secretaría de Salud, la cual se encuentra en las siguientes bases de datos:

- ♦ Egresos hospitalarios 2000-2013.
- ♦ Urgencias 2007-2013.
- ♦ Concentrado estatal 2000-2013.

La información se encuentra en formato de cubos dinámicos en la cual se puede obtener la información del número de casos reportados de diabetes mellitus tipo 2 por medio de la clave CIE-10 E11 y E14 por edad, sexo y entidad y con una periodicidad anual de los pacientes. (Excepto concentrado estatal) en la cual se identifica este padecimiento como control y seguimiento de la diabetes mellitus.

- ❖ *Dirección General de Epidemiología (SSA, 2014 a)*. Los anuarios de morbilidad que contienen los casos nuevos encontrados (incidencia) por año mediante la vigilancia epidemiológica, además considera a todas las instituciones del sector salud en México; en este caso la información se encuentra por sexo y en 11 grupos de edad.

Respecto a los costos de cada una de las fases o estados de la diabetes mellitus tipo 2, se usó como referencia la bibliografía que a continuación se describe:

- ❖ *“Costos directos e indirectos de hospitalización en pacientes con diabetes mellitus tipo 2”* (Quintan María, 2009). El cual es un estudio cuyo propósito fue determinar los costos de hospitalización por diabetes mellitus tipo 2 y sus complicaciones en una institución de salud pública de segundo nivel del estado de Hermosillo. Este trabajo fue realizado a través de un muestreo aleatorio de 102 pacientes hospitalizados en la unidad, el costo incluye el costo total del uso de material de curación, medicamentos, estudios de gabinete, estudios de laboratorio, costo día-cama e interconsultas.

Lo anterior se realizó mediante el expediente clínico de los pacientes desde su ingreso hasta su alta y la factura electrónica lo cual se registró en la cédula de consumos médicos y considerando lo anterior se estimaron los costos en Moneda Nacional (M.N.) de la hospitalización por diabetes mellitus tipo 2 así como de las complicaciones derivadas de este padecimiento tales como: amputación, nefropatía, metabólica, neuropatía e infecciosas.

Este artículo fue recibido para su publicación en enero de 2009, pero no cuenta con una fecha específica de la evaluación de los costos, sin embargo dado que el estudio procede de un muestreo y la revisión de expedientes clínicos se supuso que los costos presentados proceden de un mes inmediato anterior a su entrega, es decir en diciembre de 2008.

- ❖ “*Costos directos de atención médica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en México: un análisis de micro costeo*” (Rodríguez R. 2010). En el cual se estimaron los costos directos de la atención de este padecimiento en el IMSS en 2008, este estudio se basó en una muestra aleatoria de 12 delegaciones del IMSS, las cuales contaban con una unidad de tercer nivel de atención y dos delegaciones que se consideraron de segundo nivel de atención (hospital general o regional). Se seleccionaron a los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que contaban con información completa y organizada de sus expedientes clínicos, con notas de ingreso y egreso hospitalario, notas médicas, de enfermería y con las hojas de procedimientos médicos, laboratorios y quirófano.

Los costos totales se consideraron a partir de los costos unitarios considerando los componentes de costos fijos y variables, los costos de materiales y medicamentos se obtuvieron en base a los precios promedios de compras de la institución en 2008. Finalmente los costos anuales que se estimaron en este artículo son: ambulatoria, urgencias, hospitalización, cuidados intensivos y quirófanos; los cuales se encuentran divididos en si tienen o no complicaciones.

- ❖ *Banco de México (BANXICO) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Para la inflación en salud se consideraron a las estadísticas reportadas del Índice Nacional de Precios al Consumidor en la Clasificación del Consumo Individual por Finalidades (CCIF) que es una parte del Sistema de Cuentas Nacionales 2008 y es utilizada para catalogar los gastos de consumo individual (definido como aquellos realizados en beneficio de individuos u hogares) de tres sectores institucionales: 1) hogares; 2) instituciones no lucrativas; y 3) gobierno.

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) se publica siguiendo la CCIF con objetivo de elevar la comparación internacional del indicador. Esta clasificación está siendo adoptada crecientemente por las agencias estadísticas internacionales y de diversos países.

La CCIF, como su nombre lo indica, ordena y clasifica el gasto de acuerdo a finalidades. La CCIF tiene 14 Divisiones, de las cuales las primeras 12 se refieren a los gastos de consumo de los hogares, la división 13 a los gastos de las instituciones no lucrativas y la última división a los gastos del gobierno. Para los fines del índice de precios, la clasificación relevante es la que se refiere a las primeras 12 divisiones, donde en la sexta división se encuentra el CCIF en salud. Este índice se encuentra



en estas fuentes de información y se encuentra de manera mensual y quincenal el cual resulta fundamental para este trabajo.

En el siguiente punto se describe la forma en la que se obtienen las estimaciones de cada una de las variables que se usaron para este proyecto.

## **2.3 Etapas y costos de la diabetes mellitus 2**

El punto anterior es importante ya que la información sobre el número de casos y costos que existen de esta enfermedad es la base para la estimación de recursos objetivo de este trabajo.

Previo a establecer la metodología para el logro del objetivo es preciso conocer las causas de requerimiento de los servicios en salud que se pueden encontrar en este padecimiento, como son: detección, tratamiento y control, morbilidad hospitalaria y urgencias.

Con lo anterior se pretende estimar los recursos anuales, y de esta forma presupuestar el gasto futuro requerido para la atención de este padecimiento.

El análisis de casos se realiza de manera general; sin embargo, es de interés desarrollar este análisis por grupos de edad, debido a que esta enfermedad afecta de manera diferente a las personas de acuerdo a la edad que tengan, para identificar lo anterior se definen los siguientes grupos de edad:

- ❖ *Menores a 20 años*, de acuerdo con la bibliografía respecto a la diabetes mellitus tipo 2, se espera que en este grupo de edad se encuentren pocos casos a causa de que este tipo de diabetes se desarrolla más en personas adultas.
- ❖ *De 20 a 59 años*, este grupo de edad es importante, debido a que a partir de los 20 años es cuando se comienzan a presentar los casos de este padecimiento y a partir de esta edad se comienzan a incrementar los casos, además es el grupo de la población económicamente activa del país.
- ❖ *Más de 60 años*, en este grupo es donde se espera que se encuentren la mayoría de los casos, a causa de que en este grupo la demanda de servicios ambulatorios está incrementando (SSA, 2007, p. 62) y de acuerdo con el perfil epidemiológico del adulto mayor de la Secretaría de Salud la diabetes mellitus tipo 2 se encuentra dentro de las primeras causas de morbilidad (Tablas 2.1 y 2.2).

Para identificar las causas de requerimiento de servicio por diabetes mellitus tipo 2 se tomara como referencia la siguiente bibliografía:

- ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010 *Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes*.

- ❖ Guía de Práctica Clínica (GPC): *Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2 en el Primer Nivel de Atención*, por el IMSS en su versión de Agosto del 2009.
- ❖ el boletín de la Práctica Médica Efectiva (PME) *diabetes mellitus tipo 2* del Instituto Nacional de Salud Pública en 2006.

Los costos que se muestran en esta sección son en base a los artículos antes mencionados y se actualizaron a diciembre de 2013 con la inflación en salud mensual reportada por el INEGI de la siguiente manera:

En la bibliografía *Costos directos de atención médica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en México: un análisis de micro costeo* se dispone de los costos en dólares en agosto de 2008 por lo cual primero se usó la conversión a pesos mexicanos de acuerdo a la tasa de cambio (1US\$= 11.1536 pesos mexicanos) que fue usada en el artículo, los costos se actualizaron a diciembre de 2013 y calcularon de la siguiente manera:

$$Costo_{Dic2013} = Costo_{Ago2008} * \prod_{m=Ago2008}^{Nov2013} (1 + \pi_m)$$

Donde  $\pi_m$  es la inflación de en salud entre el mes  $m$  y  $m+1$ . En lo que respecta del artículo *Costos directos e indirectos de hospitalización en pacientes con diabetes mellitus tipo 2*, los costos se encuentran en el mes de diciembre del año 2008 y se actualizaron de la misma forma a diciembre de 2013 solo que en este caso  $m$  comienza en diciembre de 2008.

A continuación se presentan los casos históricos de cada uno de los requerimientos de servicios de salud de esta enfermedad y las complicaciones antes mencionadas.

### 2.3.1 Detección o nuevos casos

Previo al diagnóstico de la diabetes mellitus tipo 2 es necesario identificar a los grupos en riesgo de contraerla; de acuerdo con el boletín (PME) diabetes mellitus tipo 2, es importante que se practiquen la prueba de detección las personas que se encuentren dentro de los grupos de riesgo tales como:

- ❖ Antecedentes familiares con diabetes mellitus tipo 2.
- ❖ Edad, sobre todo personas mayores de 45 años.
- ❖ Obesidad, en personas con que presentan un aumento de la circunferencia abdominal.
- ❖ Antecedentes de diabetes gestacional o haber tenido productos que pesaron más de 4 kg. al nacer.
- ❖ Sedentarismo.

Aunque también es necesario que se practiquen la prueba las personas que tengan los siguientes síntomas de manera frecuente: cansancio, pérdida de peso, poliuria, polidipsia, polifagia.

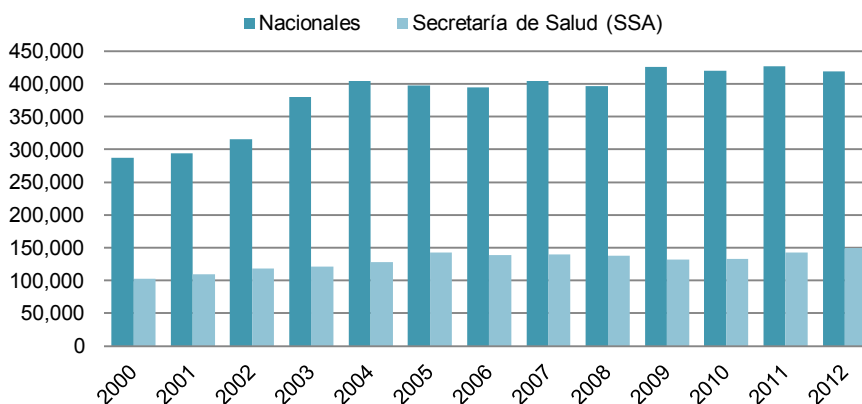
En la NOM se establece el diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 si cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

- ❖ Síntomas típicos de diabetes (poliuria, polidipsia y pérdida de peso por causa desconocida), acompañado de glucemia plasmática casual  $\geq 200$  mg/dl.
- ❖ Glucosa plasmática en ayuno  $\geq 126$  mg/dl.
- ❖ Glucemia  $\geq 200$  mg/dl a las dos hrs. Después de una carga oral de 75 g. de glucosa anhidra disuelta en agua.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en las estadísticas del día mundial de la diabetes (14 de noviembre) de 2010, la incidencia o casos nuevos de diabetes mellitus tipo 2 es reportada por la Dirección General de Epidemiología (DGE) en los anuarios de morbilidad. Esta última reporta que la diabetes mellitus tipo 2 se encuentra dentro de las veinte principales causas de enfermedad nacional.

Al analizar los casos nuevos reportados cada año a nivel nacional en el periodo que comprende de los años 2000 al 2012, se observa en la última década se han ido incrementando. También se observan los casos atendidos en la Secretaría de Salud, los cuales son en promedio el 34% de los casos totales reportados para cada año (Gráfico 2.1).

**Gráfico 2.1: Casos nuevos de diabetes mellitus tipo 2, México**



Fuente: Elaboración propia, con datos de DGE, SSA. Anuarios de morbilidad.

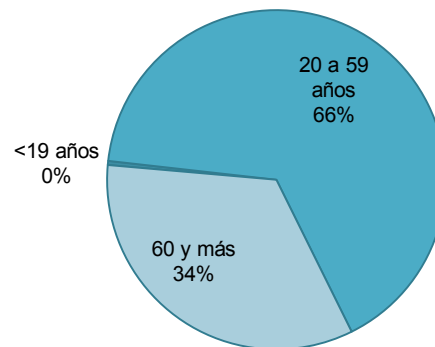
Es importante citar que en el periodo previamente mencionado existe un incremento del 46% del número de nuevos casos pasando de 285,986 casos en el año 2000 a 419,493 en el año 2012. En el caso de la Secretaría de Salud el incremento ha sido de 45% en el mismo periodo pasando de 102,820 a 149,205 nuevos casos de 2000 a 2012.

Las pruebas de detección serían recomendables para las personas mayores de los 20 años que presenten síntomas, debido a que a partir de esta edad se comienza a presentar el mayor número de los casos nuevos de diabetes mellitus tipo 2. Por ejemplo en el año 2012 el registro más actual, la DGE reportó 1,470 casos de personas de menos de 20 años que se les detectó la enfermedad. Para mayores de esa edad se reportó 418,023 casos, el primer

grupo de edad se encuentra por debajo del 1% del total de personas diagnosticadas; debido a que antes de los 20 años es muy poca la población que la padece.

En cuanto a la distribución porcentual por grupo de edad, se ha presentado un patrón similar de la incidencia anual de cada año desde el 2000, por lo cual basta con solo mostrar la distribución porcentual por grupo de edad para el año 2012 (Gráfico 2.2).

**Gráfico 2.2: Distribución porcentual de nuevos casos 2012**



Fuente: Elaboración propia, con datos de DGE, SSA (2014). Anuarios de morbilidad.

Como se puede observar el porcentaje del grupo de edad menores a 20 años no es representativo, el 66% de los casos se concentra en el grupo de edad de 20 a 50 y finalmente en el grupo de edad de mayores de 60 años se encuentra un 34% de los casos.

Sin embargo la DGE no cuenta con los casos nuevos de la Secretaría de Salud por grupos de edad. Por lo que se realizó una estimación que se basa en el supuesto de que estos siguen la misma distribución que los grupos de edad a nivel nacional, es decir se multiplicaron los nuevos casos anuales reportados por la Secretaría de Salud por la proporción de casos nacionales para cada grupo de edad respecto al total de casos nacionales en cada año, mediante la siguiente expresión:

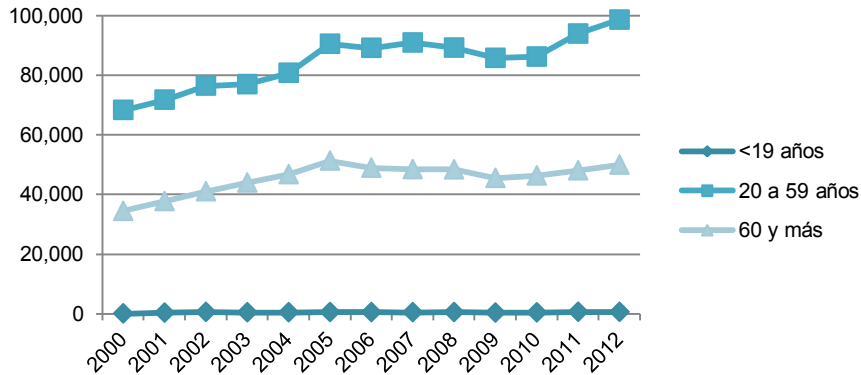
$$NC_{i,j}^{SSA} = NC_{i,T}^{SSA} * \frac{NC_{i,j}^{Nac.}}{NC_{i,T}^{Nac.}}$$

Donde  $NC_{i,j}$  son los nuevos casos para el año  $i$  y grupo de edad  $j = \{< 20, 20 - 59, +60\}$  de la Secretaría de Salud (SSA) y Nacionales (Nac.) respectivamente,  $NC_{i,T}$  son los casos nuevos totales para el  $i$ -ésimo año de la Secretaría de Salud y Nacionales.

De tal manera que en el comportamiento del número de casos nuevos reportados por la Secretaría de Salud por grupos de edad se observa que el grupo de edad que tiene un mayor número de casos repostados es el de 20 a 59 años, y que además tiene una tendencia creciente en la última década, en el caso del grupo de edad mayores de 60 años tiene un menor número de casos y su tendencia es igual creciente; sin embargo, en el grupo

de edad de menores de 19 años el número de casos es muy pequeño en comparación de los otros grupos de edad (Gráfico 2.3).

**Gráfico 2.3: Nuevos casos por grupos de edad SSA**



Fuente: Elaboración propia, con datos de DGE, SSA. Anuarios de morbilidad.

Finalmente, el costo de referencia para este estado de diabetes fue tomado con respecto al artículo: “Costos directos de atención médica en pacientes de diabetes mellitus tipo 2 en México: análisis del micro costeo”, el cual contiene el costo considerando la consulta y las pruebas de laboratorio para su diagnóstico clínico en el segundo nivel de atención. En donde se observa que existe un incremento en el costo de un 22% del costo de 2008 al 2013 (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3: Costos de la detección de la diabetes mellitus tipo 2**

Costo en dólares 2008	Costo en pesos 2008	Costo Dic. 2013
\$352	\$3,926	\$4,801

### 2.3.2 Tratamiento y control

La mayoría de los pacientes son inicialmente tratados en el primer nivel de atención por el médico general o médico familiar con la finalidad de aliviar los síntomas, prevenir complicaciones agudas y crónicas que requieren de un mayor gasto para su atención, mejorar la calidad de vida y reducir la mortalidad. El tratamiento y control de la diabetes consiste principalmente en el establecimiento de metas específicas en el plan no farmacológico, y para el plan farmacológico se enfoca la atención en la educación del paciente, el auto monitoreo, el tratamiento, control, seguimiento y la vigilancia de complicaciones. Las metas básicas del tratamiento son el logro de los niveles adecuados de glucosa, colesterol, triglicéridos, presión arterial, índice de Masa Corporal (IMC) y perímetro de la cintura.

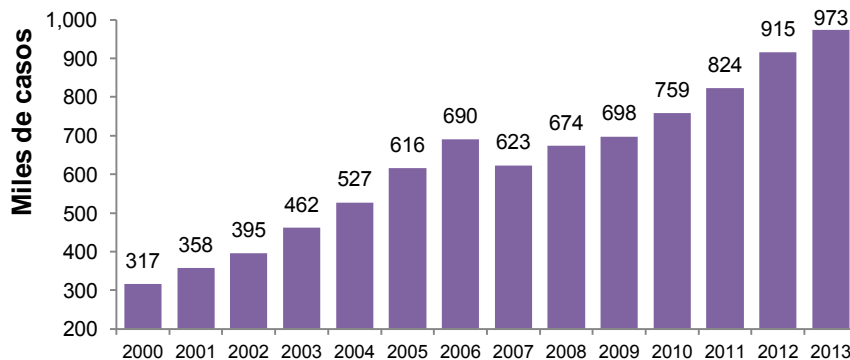
El cubo de prestación de servicios de concentrado estatal de la DGIS contiene a la población sin seguridad social que se encontró en tratamiento y control a causa de diabetes mellitus desde el año 2000 hasta el año 2013.

Del cubo de concentrado estatal, se consideró solo la cifra de diciembre de cada año ya que de acuerdo a la nota técnica sobre el uso de la información para esta base de datos los casos en tratamiento y control de diabetes mellitus no son acumulables, por lo cual los casos anuales son los de diciembre de cada año.

En esta fuente de información se encuentran limitaciones, la fundamental es que el número de casos que contiene corresponden a los de diabetes mellitus, es decir no contiene los casos de diabetes mellitus tipo 2, por lo tanto se estimaron tomando como referencia al “*boletín de PME diabetes mellitus tipo 2*”, donde especifica que el 90% de los casos con diabetes mellitus corresponden a la tipo 2.

Considerando lo expuesto, los casos totales reportados en tratamiento y control de diabetes mellitus tipo 2 en el periodo que comprende del año 2000 al año 2013 presentan una tendencia distinta en el periodo de 2000 a 2006 al del periodo de 2007 al 2013 a causa de que existe un cambio en la notificación de las variables, que es de la siguiente manera: en el periodo que comprende del año 2000 y hasta el año 2006, se encuentran en número de personas que ingresaron a control, reingresaron a control, casos en tratamiento y controlados; sin embargo en el periodo de 2007 a 2013 cambian estos estatus a casos en ingreso a tratamiento, en tratamiento y controlados. (Gráfico 2.4).

**Gráfico 2.4: Casos en tratamiento y control de diabetes mellitus tipo 2**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos concentrado estatal.

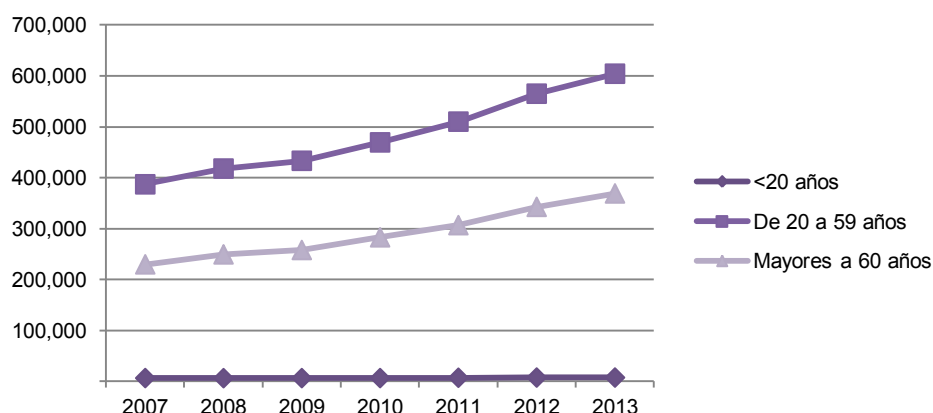
También cambian los grupos de edad, en el primer periodo se encuentran los siguientes grupos de edad: menores de 25 años, de 25 a 49 años, de 50 a 64 años y de mayores de 65 años, para el segundo periodo los casos se dividen en los grupos de edad: menores de 20 años, de 20 a 59 años y mayores de 60 años.

Por lo cual para este trabajo se tomaron los datos a partir del año 2007 para así tener una congruencia en la notificación, y de acuerdo con el estándar de práctica actuarial

trabajar información homogénea, suficiente y confiable (CNSF, 2001). En el siguiente gráfico se muestran los casos en tratamiento y control de diabetes mellitus tipo 2 atendidos por la Secretaría de Salud.

La mayoría de los casos que se han atendido en tratamiento y control en los últimos cinco años se concentran en el grupo de edad de 20 a 59 años, esto es importante, debido a que como se había mencionado las personas que se encuentran en este grupo de edad son las que se encuentran en la edad productiva (Gráfico 2.5).

**Gráfico 2.5: Casos en tratamiento y control por grupos de edad**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos concentrado estatal.

Los costos para el tratamiento y control de diabetes mellitus se determinaron a partir del estudio de: “Costos directos de atención médica en pacientes de diabetes mellitus tipo 2 en México: análisis del micro costeo” en donde en el año 2008 el costo fue \$5,359 y conforme al incremento de la inflación en salud llegó a \$6,554 en diciembre de 2013 (Tabla 2.4):

**Tabla 2.4: Costos anuales del tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2**

Costo en dólares 2008	Costo en pesos 2008	Costo Dic. 2013
\$480.5	\$5,359	\$6,554

### 2.3.3 Causas y costos por hospitalización y urgencias

Muchas de las causas del uso de servicios por hospitalización y urgencias corresponden a alguna complicación de la diabetes mellitus tipo 2. Como se ha venido mencionando, las complicaciones surgen cuando la diabetes no es controlada adecuadamente, esto es que los niveles de azúcar en la sangre están altos. Por eso es tan importante que las personas que se encuentren dentro del grupo de riesgo se practiquen la prueba de detección y las que ya la tienen declarada lleven un control adecuado.

Un paciente que desarrolla alguna complicación aguda o crónica puede requerir los servicios en urgencias o de hospitalización, en este apartado se analizan las causas por las cuales se pueda requerir de los servicios así como los costos.

En hospitalización y urgencias se muestran los casos por utilización del servicio, es decir no son el número de personas como en el caso de la detección y tratamiento y control, debido a que por ejemplo un paciente puede llegar a la hospitalización por nefropatía diabética varias veces.

A continuación se muestran los casos registrados por la Dirección General de Información en Salud (DGIS) en la base de Egresos Hospitalarios (E.H.) y urgencias, donde se identifican a cada uno de los padecimientos que se desarrollan por diabetes mellitus tipo 2 por medio de la clave CIE-10.

#### ❖ **Complicaciones agudas y crónicas**

Las complicaciones de la diabetes mellitus tipo 2 se pueden clasificar en agudas y crónicas, las agudas son en realidad enfermedades metabólicas que son graves en un corto plazo y se pueden prevenir con un control de la hiperglucemia. Sin embargo, las complicaciones crónicas se relacionan con los años de evolución de la enfermedad y el grado de control (Piniés, José. 2008). Dentro de las complicaciones crónicas se encuentran las renales, oftálmicas, neurológicas, circulatorias periféricas y otras complicaciones relacionadas con la diabetes mellitus tipo 2.

Con base en el artículo *“Incidencia y letalidad de las complicaciones agudas y crónicas de la diabetes mellitus en México de Jorge Escobedo de la Peña”* se clasifican la utilización de los servicios de hospitalización y urgencias de las complicaciones que se puedan derivar de acuerdo a la clave CIE-10 según la siguiente tabla:



**Tabla 2.5: Causas de hospitalización y urgencias, clasificación por CIE-10**

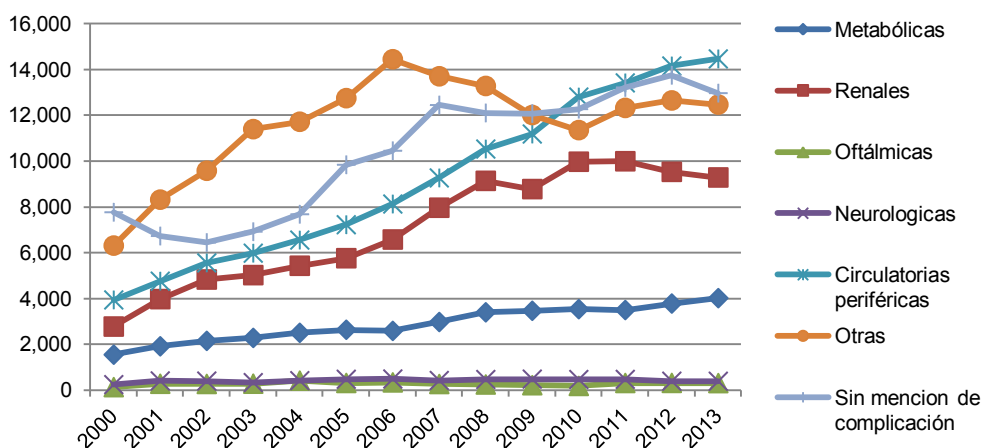
Causas clasificadas por CIE-10	
<b>Metabólicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.0 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con coma</li><li>• E11.1 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con cetoacidosis</li><li>• E14.0 Diabetes mellitus no especificada, con coma.</li><li>• E14.1 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con cetoacidosis</li></ul>
<b>Renales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.2 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con complicaciones renales</li><li>• E14.2 Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones renales</li></ul>
<b>Oftálmicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.3 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con complicaciones oftálmicas</li><li>• E14.3 Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones oftálmicas</li></ul>
<b>Neurológicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.4 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con complicaciones neurológicas</li><li>• E14.4 Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones neurológicas</li></ul>
<b>Circulatorias periféricas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.5 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con complicaciones circulatorias periféricas</li><li>• E14.5 Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones circulatorias periféricas</li></ul>
<b>Otras</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.6 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con otras complicaciones especificadas</li><li>• E11.7 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con complicaciones múltiples</li><li>• E11.8 Diabetes mellitus no insulino dependiente, con complicaciones no especificadas</li><li>• E14.6 Diabetes mellitus no especificada, con otras complicaciones especificadas</li><li>• E14.7 Diabetes mellitus no especificada, con otras complicaciones múltiples</li><li>• E14.8 Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones no especificadas</li></ul>
<b>Sin mención de complicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E11.9 Diabetes mellitus no insulino dependiente, sin mención de complicación</li><li>• E14.9 Diabetes mellitus no especificada, sin mención de complicación</li></ul>

### ❖ **Casos de egresos hospitalarios y urgencias**

Los casos para cada causa de hospitalización se identifican por medio de la clave CIE-10 de los cubos de “Egresos Hospitalarios” (E.H.) de la DGIS en el periodo del 2000 al 2013 de acuerdo con la tabla 2.5. A continuación se muestran los casos atendidos por año para cada causa:

Las principales causas de hospitalización son: circulatorias periféricas, renales, otras y sin mención de complicación, en general presentan una tendencia creciente en la utilización de los servicios. (Gráfico 2.6).

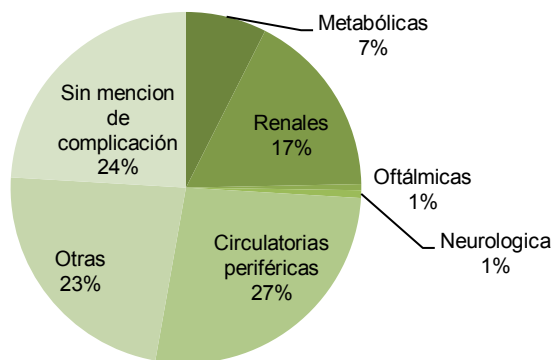
**Gráfico 2.6: Casos de hospitalización por causas específicas 2000-2013**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos egresos hospitalarios.

Al observar la distribución porcentual de las causas por hospitalización del año 2013, se puede ver que las complicaciones que tienen un peso porcentual muy grande son las circulatorias periféricas, las renales, otras complicaciones y las causas de hospitalización por factores desconocidos relacionados con la diabetes mellitus tipo 2, las cuales conforman el 74% de los casos totales atendidos por este padecimiento; en contraste con las complicaciones oftálmicas y neurológicas que corresponden al 1% (Gráfico 2.7).

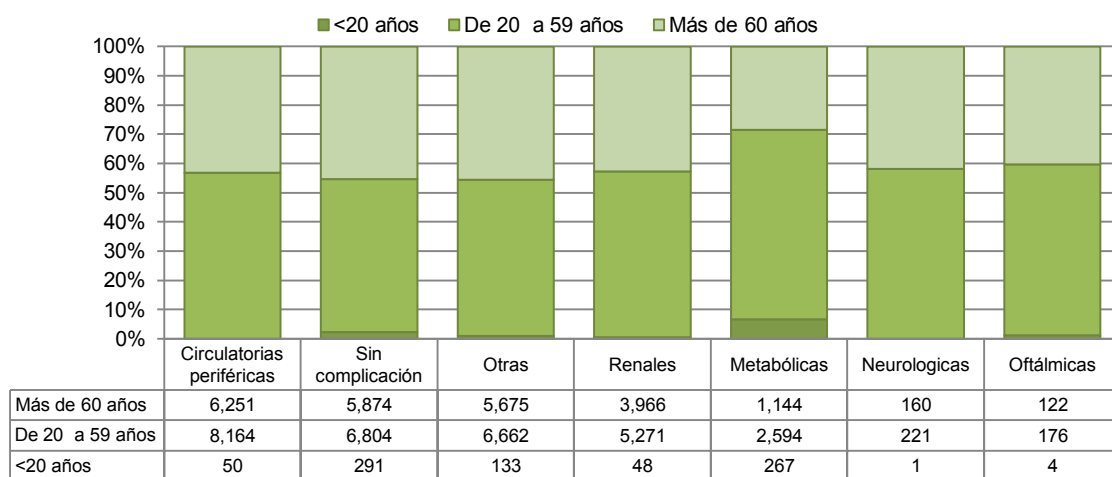
**Gráfico 2.7: Distribución porcentual de las causas de hospitalización 2013**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos egresos hospitalarios.

Respecto a los grupo de edad para todas las causas de hospitalización existe el mayor número de casos en el grupo de edad de 20 a 59 años, seguido por el grupo de edad de mayores de 60 años, en este sentido es necesario establecer metas para el control adecuado de la diabetes mellitus en estos grupos de edad principalmente (Gráfico 2.8).

**Gráfico 2.8: Causas de hospitalización por grupos de edad en el año 2013**

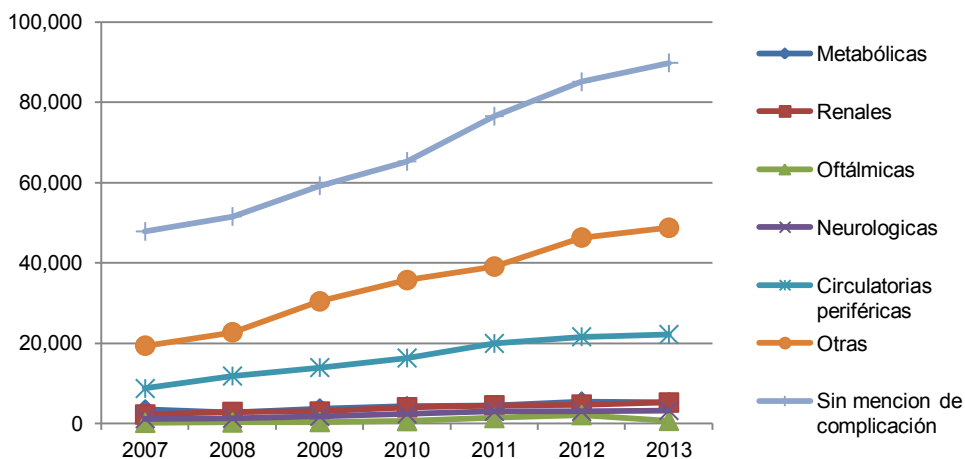


Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos egresos hospitalarios.

Los casos de urgencias sin duda son mayores a los de hospitalización, debido a que muchas veces el paciente llega primero a urgencias para su estabilización. Para identificar los casos de urgencias se utilizó la base de datos de la DGIS de “Urgencias”, que dispone de esta información desde el año 2007 hasta el 2013; al igual que los casos de hospitalización, se identifican cada una de las causas con respecto a la clave CIE-10.

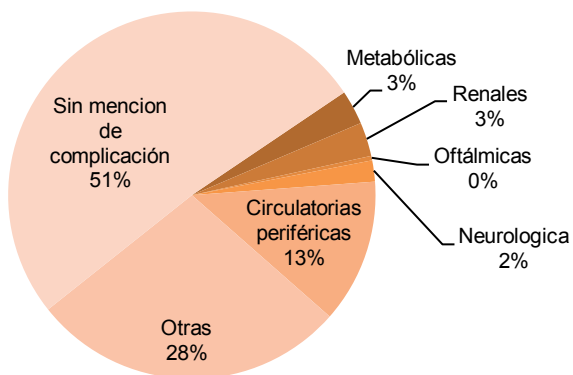
En este caso se puede ver claramente que para todas las causas existe una demanda creciente de servicios para urgencias. Al analizar las causas respecto a su contribución porcentual para el año 2013, se puede observar que en su mayoría se atendió la diabetes mellitus tipo 2 sin mención de complicación. De las complicaciones definidas se encuentra que la más alta es por circulatorias periféricas con el 13% de los casos. Sin embargo las otras complicaciones definidas como es el caso de las metabólicas, renales, circulatorias periféricas, etc. se encuentran a lo más un 3% de los casos totales para cada una (Gráficos 2.9 y 2.10).

**Gráfico 2.9: Casos de urgencias por causas específicas 2007-2013**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos urgencias.

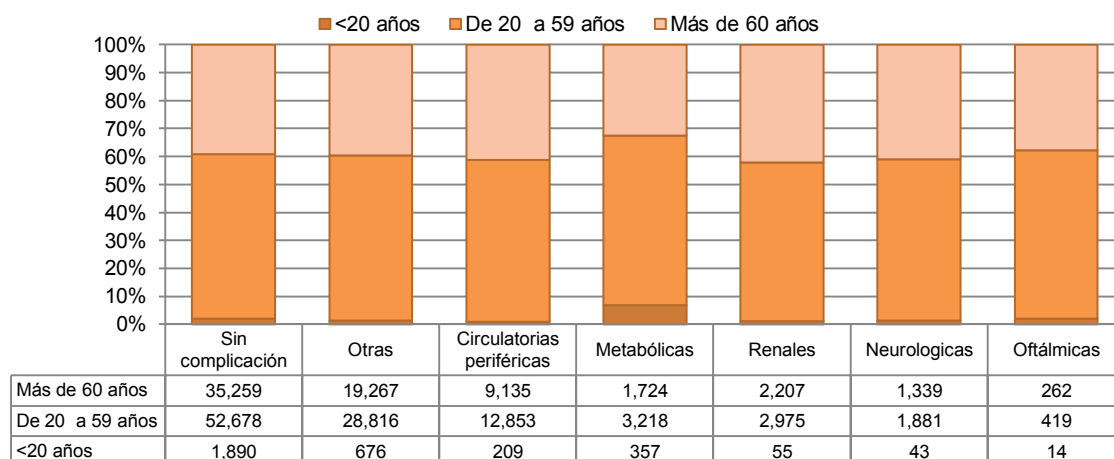
**Gráfico 2.10: Distribución porcentual de las causas de urgencias 2013.**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos urgencias.

Finalmente por grupos de edad se muestra lo mismo que en el caso de hospitalización, la mayoría de los casos se concentran en el grupo de edad de 20 a 59 años de edad seguido por los adultos mayores. En el caso del grupo de edad menores de 20 años existe un porcentaje mínimo de casos con respecto al total, este comportamiento es similar en todas las causas (Gráfico 2.11).

**Gráfico 2.11: Causas de urgencias por grupos de edad en el año 2013.**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos urgencias.

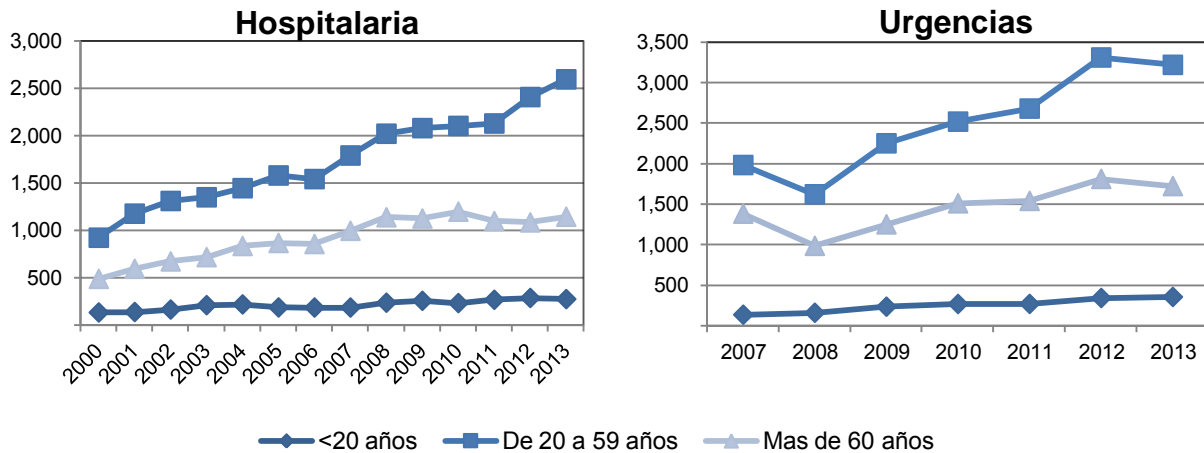
A continuación se hace un análisis de los casos por cada complicación que se presente en los usos de servicios por grupos de edad. En donde E.H. denota “Egresos hospitalarios”.

#### ❖ **Complicaciones metabólicas**

Las complicaciones metabólicas se caracterizan por descompensaciones hiperglucémicas graves dentro de las que se encuentran: la cetoacidosis que se presenta cuando el cuerpo no puede usar el azúcar (glucosa) como fuente de energía, debido a que no hay insulina o es insuficiente. En lugar de eso se utiliza la grasa para obtener energía. La otra complicación aguda es el síndrome diabético hiperosmolar hiperglucémico que es que existen niveles extremadamente altos de azúcar en la sangre (Medline Plus, 2012).

Los siguientes gráficos muestran el número de casos de egresos hospitalarios y urgencias de estas complicaciones respectivamente, en ambos se puede observar que existe una demanda creciente de servicios por esta causa para todos los grupos de edad, además el grupo de edad de 20 a 59 años cuenta con el mayor número de casos para ambas.

**Gráfico 2.12: E.H. y urgencias por complicaciones metabólicas**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

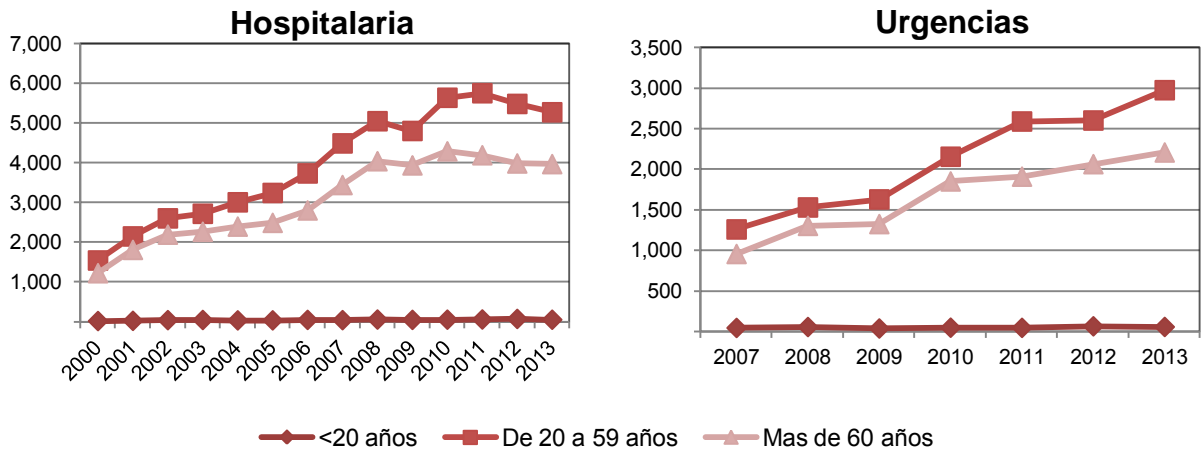
### ❖ **Complicaciones renales**

Las complicaciones renales consisten en un deterioro de la función renal, la cual tiene fases que se encuentran ligadas con el control de la glucemia y el tiempo de la evolución de la enfermedad. Esta complicación se puede prevenir o retrasar su desarrollo con un control estricto de la glucemia (Piniés José, 2008). Sin embargo, si esto no ocurre se puede desarrollar en insuficiencia renal, desafortunadamente muchos pacientes son referidos al nefrólogo en forma tardía cuando no hay mucho que ofrecer para la función de ese órgano más que preparar a los pacientes para el inicio de la diálisis (SSA, 2009).

En egresos hospitalarios como en urgencias el grupo de edad que presenta el mayor número de casos es el de 20 a 59 años, seguido por el de los adultos mayores. La serie de casos de egresos hospitalarios tiene una tendencia creciente del año 2000 al 2010, pero del 2010 al 2013 muestra un comportamiento de forma constante (Gráfico 2.13).

En urgencias al igual que en egresos hospitalarios se observa que el grupo de edad que tiene un mayor número de casos es el de 20 a 59 años y el de mayores de 60 años tiene un menor número de casos. Pero en su serie histórica se observa que existe una tendencia creciente en los casos en el periodo del 2007 al 2013 (Gráfico 2.13).

**Gráfico 2.13: E.H. y urgencias por complicaciones renales**



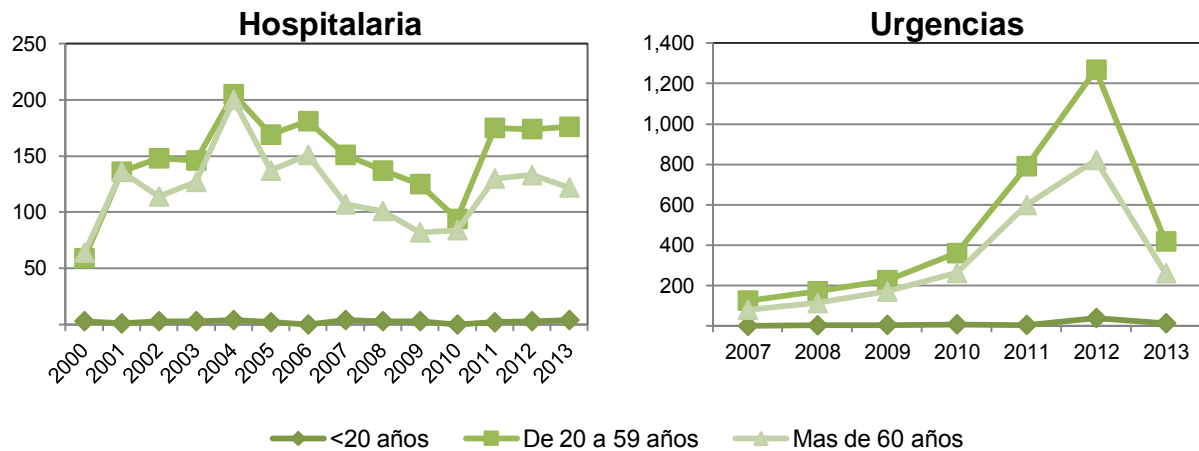
Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

#### ❖ Complicaciones oftálmicas

Dentro de las complicaciones oftálmicas se encuentra principalmente la retinopatía diabética que es una de las principales causas de ceguera. Ocurre cuando la diabetes daña a los pequeños vasos sanguíneos de la retina, que es el tejido sensible a la luz situado en la parte posterior del ojo (National Eye Institute, 2013). Generalmente la retinopatía diabética afecta a los dos ojos, para prevenir el progreso de la retinopatía diabética las personas con diabetes deben controlar los niveles de azúcar en la sangre, la presión arterial y el colesterol. Debido a que esta enfermedad se relaciona principalmente con los años de evolución de la enfermedad y grado de control glucémico.

A continuación muestran los gráficos de los casos de egresos hospitalarios y urgencias. En E.H. se muestra que los casos atendidos no tienen tendencia además no existen muchos casos atendidos por esta enfermedad crónica ya que no superan los 205 casos anuales en cada grupo de edad en el periodo del año 2000 al 2013. Sin embargo, se han atendido más casos en urgencias, se puede observar en el gráfico que la mayoría de los casos se concentran en los grupos de edad de 20 a 59 años, seguido de mayores de 60 años, además se puede observar una tendencia creciente hasta el año 2012 (Gráfico 2.14).

**Gráfico 2.14: E.H. y urgencias por complicaciones oftálmicas**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

#### ❖ **Complicaciones neurológicas**

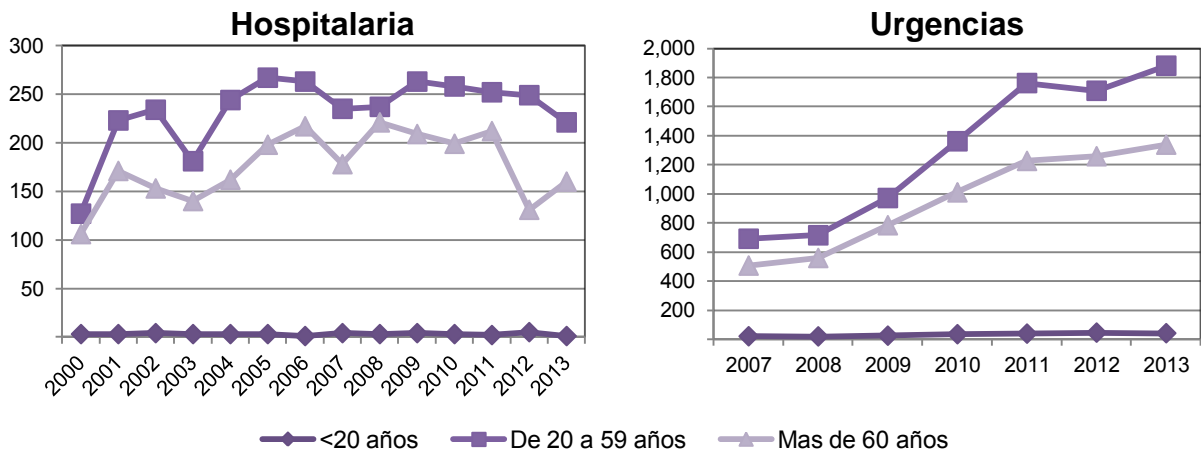
La neuropatía diabética es la complicación más frecuente; sin embargo, es diagnosticada tardíamente, al igual que las anteriores, su evolución y gravedad se relacionan con la duración de la enfermedad y el mal control. La mayoría de los pacientes con neuropatía desarrollan pérdida progresiva de la sensibilidad que puede cursar sin dolor, apenas con una sensación de adormecimiento, entumecimiento o frialdad y que puede originar lesiones del pie que pasan inadvertidas. (Asociación Latinoamericana de Diabetes ALAD, 2006, p. 46)

En el siguiente gráfico se muestran los casos de egresos hospitalarios, análogamente que las complicaciones crónicas anteriores, se puede observar que la mayoría de los casos se encuentran en el grupo de edad de 20 a 59 años seguido por el de los adultos mayores, además cuenta con pocos casos debido a que solo representa el 1% de los casos de egresos hospitalarios totales, además se observa que no existe una tendencia clara (Gráfico 2.15).

En cuanto a los casos atendidos en urgencias por esta complicación, al igual que la complicación oftálmica, existen más casos en urgencias que en egresos hospitalarios, asimismo se puede ver que existe una tendencia creciente en la demanda de servicios para esta complicación en cada uno de los grupos de edad.



**Gráfico 2.15: E.H. y urgencias por complicaciones neurológicas**



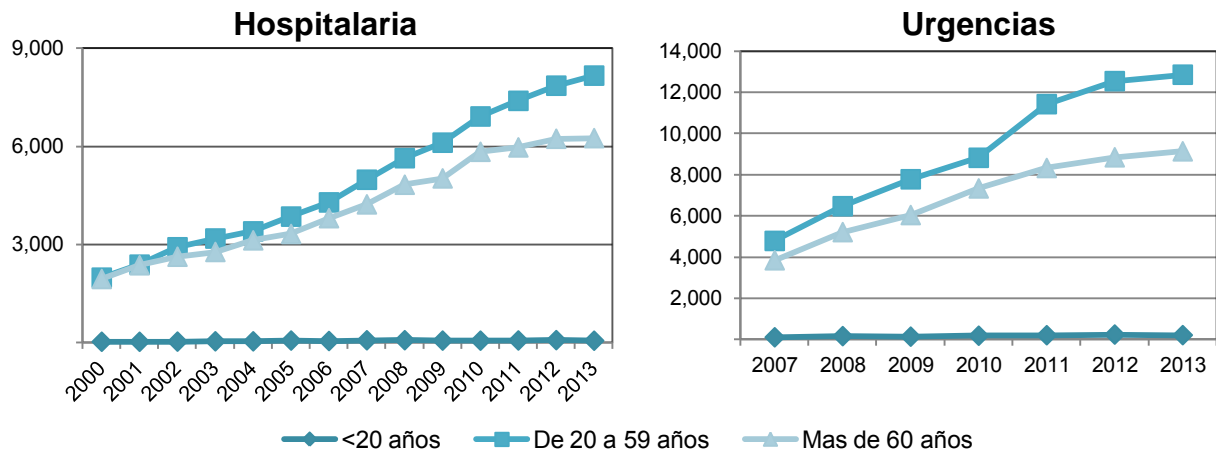
Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

#### ❖ **Complicaciones circulatorias periféricas**

La causa más común de las complicaciones circulatorias periféricas es el pie diabético el cual se identifica como una lesión con pérdida de continuidad de la piel (úlceras), el pie diabético es un factor de riesgo para la amputación de la extremidad, es producida como consecuencia de la neuropatía; cabe señalar que los hombres tienen más probabilidad de desarrollarla, además se desarrolla en personas con una larga duración de la diabetes y con un mal control glucémico (ALAD, 2006, p.50).

En los siguientes gráficos se puede ver que tanto en egresos hospitalarios como en urgencias existe una tendencia creciente en el número de casos atendidos, además de que esta es una de las mayores causas de atención. Al igual que en las anteriores complicaciones el grupo de edad en el que se concentran la mayoría de los casos es el de 20 a 59 años, seguido por el de más de 60 años (Gráfico 2.16).

**Gráfico 2.16: E.H. y urgencias por complicaciones circulatorias periféricas**



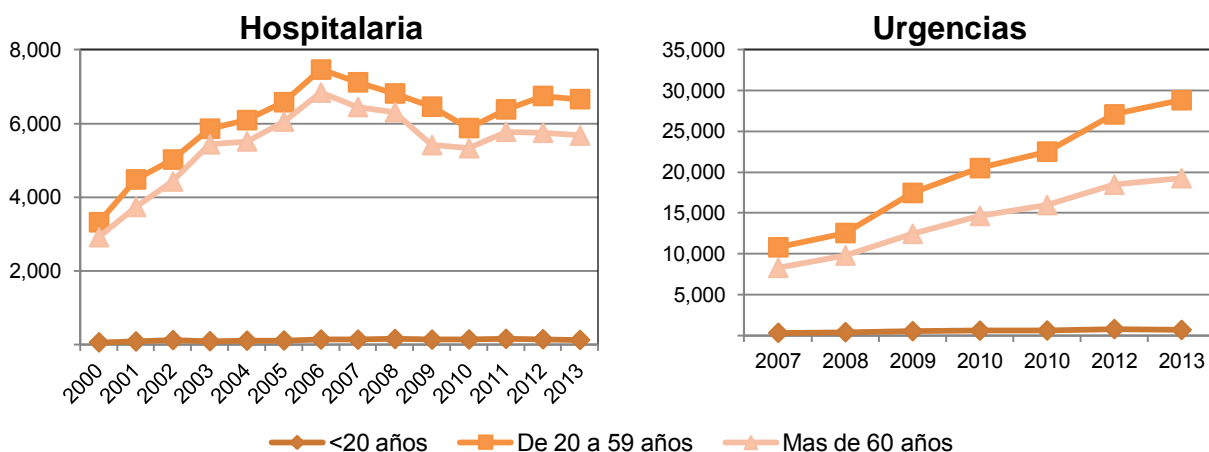
Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

❖ **Otras causas y sin especificación**

En otras causas de hospitalización se tienen las complicaciones múltiples, en las que el paciente presenta dos o más de las complicaciones antes mencionadas o presenta alguna complicación no especificada. En el siguiente se observan los casos de egresos hospitalarios de otras complicaciones por grupos de edad donde a partir del año 2000 al 2006 presenta una tendencia creciente, sin embargo a partir del año 2006 al 2010 la tendencia se modifica y decrece, la cual comienza a crecer nuevamente para el año 2011, esto se presenta para los grupos de edad de 20 a 59 años y los mayores de 60 años, en el caso del grupo de edad menores a 20 años los casos son muy pocos que no se alcanzan a visualizar en el gráfico a comparación de los otros.

En el caso de urgencias se presentan más casos que de egresos hospitalarios, y la tendencia que presentan los grupos de edad de 20 a 50 años y mayores de 60 años es creciente (Gráfico 2.17).

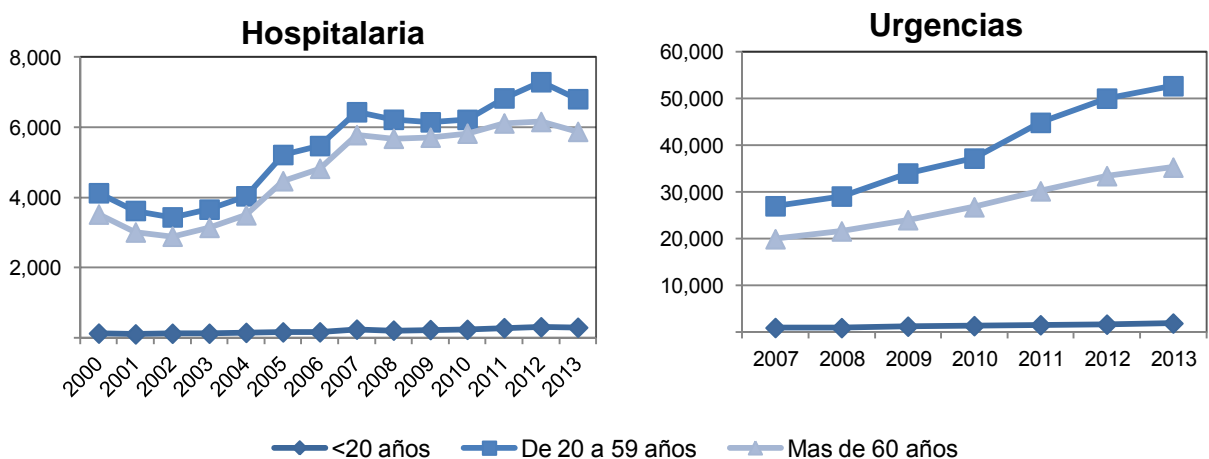
**Gráfico 2.17: E.H. y urgencias de otras complicaciones**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

En el caso de los sin mención de complicación, trata de pacientes los cuales solo se sabe que han llegado a la hospitalización o urgencias por alguna causa derivada de diabetes mellitus tipo 2, en el siguiente gráfico se muestra que tanto para egresos hospitalarios como en el caso de urgencias, para los grupos de edad de 20 a 59 años y mayores de 60 años, existe un incremento de los casos en la última década. En ambos casos el grupo de edad de menores de 20 años no ha presentado tantos casos como los dos previamente mencionados (Gráfico 2.18).

**Gráfico 2.18: E.H. y urgencias sin mención de complicación**



Fuente: Elaboración propia, con datos del DGIS, SSA. Base de datos E.H. y urgencias.

Como se observa en la mayoría de las causas de requerimiento de servicio se muestra una tendencia constante o creciente para todos los grupos de edad. A continuación se presentan los costos de hospitalización y urgencias.

### ❖ Costos por hospitalización y urgencias

Una vez identificado cada uno de los casos por los cuales un paciente requiera los servicios médicos ya sea desde la detección hasta urgencias y hospitalización es preciso conocer los costos de estas últimas. Los precios se actualizaron conforme a lo expresado en la pág. 20.

Los costos para cada una de las causas por hospitalización se obtuvieron del artículo “*Costos directos e indirectos de hospitalización en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.*” En la siguiente tabla se muestran los costos de este artículo y los actualizados a diciembre de 2013:

**Tabla 2.6: Costos de hospitalización**

Causa	Costo	Costo Dic. 2013
Metabólica	\$15,331	\$18,748
Renales	\$12,846	\$15,709
Neurológicas	\$13,614	\$16,649
Circulatorias periféricas	\$15,000	\$18,344
Otras complicaciones	\$13,889	\$16,985
Sin mención de complicación	\$13,555	\$16,577

Fuente: Elaboración propia actualización con datos de INEGI.

El costo que se tomó para las complicaciones renales, fue el costo de nefropatía, en neurológicas el costo de neuropatía, circulación periférica el costo por amputación y en otras el promedio ponderado de todos los costos de las complicaciones mostrados en el artículo. En el caso de sin mención de complicación y complicación oftálmica se usó el costo promedio de la hospitalización de diabetes mellitus tipo 2 del mismo artículo.

En el caso de los costos de urgencias, la fuente de información es el artículo “*Costos directos de atención médica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en México: un análisis de micro costeo*”; sin embargo, esta fuente de información solo dispone de los costos de urgencias sin complicaciones y con complicaciones. En la siguiente tabla se muestran los costos del artículo así como los costos actualizados para diciembre de 2013:

**Tabla 2.7: Costos de urgencias**

Causa	Costo 2008	Costo Dic. 2013
Sin complicaciones	\$5,772	\$7,134
Con complicaciones	\$7,064	\$8,731

Fuente: Elaboración propia actualización con datos de INEGI.

En este caso se considera el costo de “*con complicaciones*” para las complicaciones metabólicas, renales, neurológicas, periféricas, oftálmicas y otras complicaciones, y el costo de “*sin complicaciones*” para los casos de sin mención de complicación.

## **2.4 Conclusiones**

En el capítulo se analizó la importancia de la diabetes mellitus tipo II en el país, así como las posibles causas de requerimiento de servicio ocasionadas por esta enfermedad. Se definieron las variables epidemiológicas y económicas que se son fundamentales para los modelos que se proponen en el siguiente capítulo para determinar los recursos que se requerirán para esta enfermedad.

También en base a la estadística de la DGIS y la DGE se mostró el panorama de los casos atendidos por la Secretaría de Salud en donde se observó que por grupos de edades existe diferencia en el número de casos, donde el grupo de edad de 20 a 59 años tiene el mayor número de casos atendidos de incidencia, tratamiento y control, hospitalización y urgencias en todas las complicaciones. A pesar de que la diabetes mellitus tipo 2 es una de las principales causas de atención de los servicios para el grupo de edad mayores de 60 años se observa que existe un menor número de casos con respecto al de 20 a 59 años.

El grupo de edad de menores de 20 años tiene un número muy pequeño de casos en todas las causas de requerimientos de servicios esto se debe a que esta enfermedad tiene un mayor desarrollo en las edades adultas. Además se mostró que existe una tendencia creciente en los servicios según la serie histórica de casos para los grupos de edad.

De tal forma que se tienen las bases para realizar el planteamiento de los modelos para realizar las estimaciones y proyecciones necesarias para la estimación de recursos que se necesitarían para hacer frente a esta preocupante epidemia presente al día de hoy en México.



## Capítulo 3: Modelos para la proyección de casos y costos

El planteamiento de modelos para realizar las proyecciones de recursos en enfermedades como la diabetes mellitus tipo 2 son de gran importancia, debido a que pueden servir para realizar análisis financieros y de medición de riesgos en la salud tales como: el análisis de los costos de la enfermedad, planeación e implementación de políticas públicas o para realizar la programación del presupuesto así como el impacto financiero en el corto y largo plazo.

Este capítulo describe la metodología que se emplea para la proyección de los recursos. Por lo que para alcanzar el objetivo, la proyección se divide en dos partes, la primera parte consiste en plantear el modelo para la proyección de los casos de esta enfermedad y la segunda radica en plantear el modelo para la proyección del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) de la Clasificación del Consumo Individual por Finalidades (CCIF) en salud, el cual sirve para calcular la inflación en salud y obtener los costos para los próximos años.

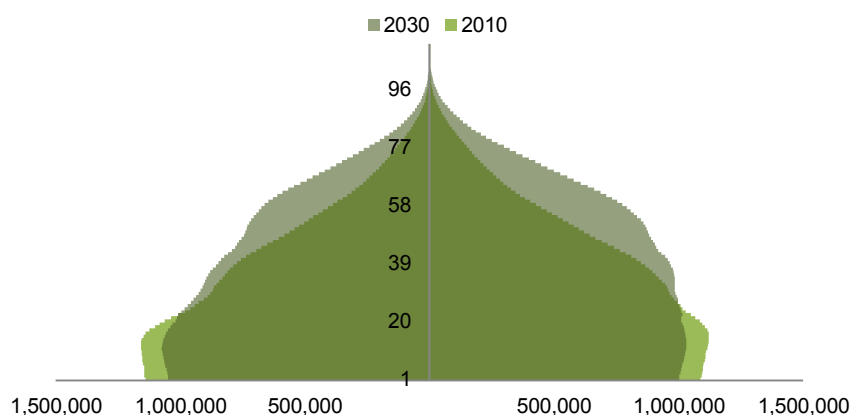
Previo a establecer el planteamiento del modelo para la proyección de casos, es importante analizar la relación que existe entre el comportamiento demográfico del país y la diabetes mellitus tipo 2. En el capítulo anterior se mencionó que esta enfermedad es consecuencia de la transición epidemiológica que se ha ido desarrollando en el país en los últimos años, sin embargo, esta se encuentra estrechamente relacionada a la transición demográfica que se explica a continuación.

### 3.1 Población en México

La población en México de acuerdo con el artículo: *“Evolución de la situación demográfica nacional a 35 años de la Ley General de Población de 1974”* (CONAPO, 2009, p. 14) atraviesa por la transición demográfica en la cual la población mexicana ha modificado paulatinamente la estructura de la edad de la población, con una clara tendencia hacia el envejecimiento; en la cual se espera que para el año 2050 la población de adultos mayores represente poco más de la cuarta parte de la población.

En el siguiente gráfico se puede ver la comparación de las pirámides poblacionales en el 2010 y 2030 de acuerdo con las proyecciones de la población de CONAPO realizadas con el censo 2010:

**Gráfico 3.1: Pirámide poblacional 2010, 2030**



Fuente: Elaboración propia, con datos de las proyecciones de la población 2010-2050 CONAPO.

Como se observa la pirámide en el año 2030 muestra un cambio notable con respecto a la del año 2010, debido a que en el año 2030 se comienza a ver el aumento de la población en edades mayores, así como un decremento en la base de la pirámide poblacional que se deriva del decremento de la fecundidad.

En este contexto es importante destacar que el proceso del envejecimiento de la población, como el deceso de la fecundidad, la mejora de las condiciones de vida así como una nueva cultura de cuidado y salud, han modificado el perfil de la mortalidad del país, tanto en su estructura por edad como en sus causas. Por lo que actualmente las defunciones de los adultos mayores representan más de la mitad de las muertes observadas (CONAPO 2009, p. 14).

De lo anterior se puede deducir que las consecuencias de una vida más larga y saludable se reflejan no sólo a nivel individual, sino también en términos de la sociedad. Si bien el cambio en la estructura por edad de la población presagia un escenario envejecido en los próximos años, uno de los efectos del envejecimiento de la población es el incremento de las necesidades en salud, que se asocian con una mayor demanda y utilización de servicios de consulta externa, hospitalización y rehabilitación principalmente por enfermedades como la diabetes mellitus tipo 2. Lo cual representa un desafío en materia de salud, además es importante tomar en cuenta estos cambios para contemplarlos en la oferta de servicios en salud de los próximos años.

Por esta razón es necesario conocer el comportamiento de la población por grupos de edad, en especial de la población no derechohabiente.



### 3.1.1 Población no derechohabiente

Para este trabajo es de interés conocer la población que puede requerir de los servicios de la Secretaría de Salud. Como se mencionó en el primer capítulo esta institución se encarga de la población no derechohabiente del país; sin embargo, es importante señalar que ésta se encuentra sujeta a la movilidad laboral del país por lo que resulta complejo contar con un registro en salud actualizado que permita conocer la condición de aseguramiento de todos los mexicanos (INSP, 2012, p. 33).

Para la construcción de los modelos propuestos se requiere conocer la población no derechohabiente en el periodo 2000-2030 por grupos de edad ya que como se mencionó anteriormente, existe una relación entre la transición demográfica con la diabetes.

Para su estimación y proyección se utilizaron: las proyecciones de la población por condición de derechohabiencia del 2010-2015 de la DGIS donde se encuentra la población no derechohabiente por grupos de edad quinquenales desde menores de 1 año hasta mayores de 85 años en cada año, además también fueron usadas las proyecciones de la población de México 1990-2030 de CONAPO.

Debido a que solo se dispone de la población no derechohabiente en el periodo de 2010 a 2015 por grupo de edad, la población no derechohabiente del periodo 2000 a 2030 fue estimada con la tasa de crecimiento de la población nacional estimada por CONAPO para cada grupo de edad ya que el crecimiento de la población no es igual, por ejemplo: para los grupos de edad menores a los 15 años las tasas de crecimiento son negativas y a medida de que aumenta la edad las tasas de crecimiento son cada vez mayores a causa del envejecimiento poblacional.

Por tanto la estimación de esta población se divide en dos, la primera es la estimación del periodo 2000-2009 y la segunda del periodo 2016-2030. Para estimar la población no derechohabiente del año 2000 a 2009 se usó como base la población no derechohabiente de DGIS (2010-2015) y se estimaron de la siguiente forma:

$$PND_x^j = \frac{PND_{2010}^j}{(1 + r_{x,2010}^j)}$$

Donde  $PND_x^j$  es la población no derechohabiente del año  $x = 2000, \dots, 2009$  y el grupo de edad  $j$  y  $r_{x,2010}^j = \left( \frac{PT_{2010}^j}{PT_x^j} - 1 \right)$  es la tasa de crecimiento de la población del año  $x$  al año 2010.

En el caso de la proyección de la población de 2016 a 2030 se realizó con base en el crecimiento de la población nacional proyectada por CONAPO por grupo de edad según la siguiente expresión:

$$PND_x^j = PND_{2015}^j * (1 + r_{2015,x}^j)$$

Donde  $PND_x^j$  es la población no derechohabiente del año  $x = 2016, \dots, 2030$  y el grupo de edad  $j$  y  $r_{2015,x}^j = \left( \frac{PT_x^j}{PT_{2015}^j} \right) - 1$  es la tasa de crecimiento de la población del año 2015 al año  $x$ .

En la siguiente tabla se muestran los casos estimados de la población no derechohabiente de tres grupos de edad del periodo del año 2000 al año 2030 quinquenalmente. En donde se observa que la población para menores de 20 años decrece esto se refleja en la tasa de crecimiento donde de 2010-2015 comienza a ser menor que cero. Para los grupos de edad de 20 a 59 años y mayores de 60 años hay un aumento de la población sin seguridad social; sin embargo, la tasa de crecimiento para el grupo de edad de mayores de 60 años es superior ya que se encuentra entre 13.74% y 19.33% quinquenalmente mientras que para la población de 20 a 59 años es decreciente ya que mientras en el periodo 2000-2005 mostró una tasa de crecimiento del 9.22% en el periodo de 2025-2030 mostrará una tasa del 2.7%.

**Tabla 3.1: Población no derechohabiente por grupos de edad 2000-2030 <sup>8</sup>**

Año	Menores de 20		De 20 a 59 años		Mayores de 60	
	Población	Tasa*	Población	Tasa*	Población	Tasa*
<b>2000</b>	27,344,237		26,290,481		3,359,981	
<b>2005</b>	27,503,077	0.58%	28,715,380	9.22%	3,898,294	16.02%
<b>2010</b>	27,701,611	0.72%	31,414,771	9.40%	4,552,884	16.79%
<b>2015</b>	27,497,888	-0.74%	34,223,025	8.94%	5,178,268	13.74%
<b>2020</b>	27,188,391	-1.13%	36,351,606	6.22%	6,179,323	19.33%
<b>2025</b>	26,915,697	-1.00%	37,900,826	4.26%	7,353,207	19.00%
<b>2030</b>	26,644,440	-1.01%	38,922,319	2.70%	8,719,007	18.57%

Fuente: Elaboración propia, Estimación con la proyección de la población CONAPO 2010-2050 y la población no derechohabiente DGIS 2010-2015.

Los cambios de la población reflejados en el cambio de tasas de crecimiento, son el principal resultado del envejecimiento poblacional, y como se mencionó con anterioridad, en los próximos años la población de mayores de 60 años aumentará y esto tendrá un impacto directo en el gasto de los servicios de salud para la atención de la diabetes mellitus tipo 2.

En los siguientes puntos se proponen dos modelos, el primero es el de las “tasas de participación” mientras que el segundo modelo propuesto se basa en la “graduación de tasas” en ambos modelos se toma en cuenta el número de casos de cada una de las afecciones por grupo de edad así como a la población no derechohabiente la cual refleja el efecto de la transición demográfica.

<sup>8</sup> Tasas\* denota las tasas de crecimiento para cada grupo de edad que fueron calculadas quinquenalmente.

En el capítulo anterior se mostraron los casos de egresos hospitalarios y de incidencia en el periodo de 2000 a 2013, de urgencias, tratamiento y control en el periodo de 2007 a 2013. A continuación se describen las bases, supuestos y metodología de cada modelo para la proyección de casos para finalmente realizar una comparación de los resultados obtenidos de cada uno.

### **3.2 Proyección de casos mediante el modelo de las tasas de participación**

En el capítulo anterior, se analizaron los casos atendidos por la Secretaría de Salud en cada una de las etapas que se pueden presentar en la diabetes mellitus tipo 2 considerando tres grupos de edad, donde se encontró que en todas las etapas la mayor parte de casos se concentran en el grupo de edad de 20 a 59 años.

De acuerdo con el artículo "*Population projections*" (Siegel, Jacob. 2004) las proyecciones en salud basadas en información gubernamental como es el caso de la información reportada por la DGE y la DGIS, se encuentran clasificadas como proyecciones socioeconómicas debido a que la demanda de servicios en salud se encuentra estrechamente asociada con los cambios demográficos, en el caso de este padecimiento se aprecia claramente que tiene relación con el envejecimiento de la población, a causa de que en edades más avanzadas es más probable desarrollarla, esto implica el aumento en la demanda de atención médica en todos los niveles de atención para los grupos de edad superiores a los 20 años.

Los métodos de proyección de la población que fueron citados pueden ser usados para las proyecciones socioeconómicas; sin embargo, es importante considerar que las proyecciones socioeconómicas son directamente afectadas por las decisiones políticas; en el caso de diabetes mellitus tipo 2 los casos proyectados pueden ser afectados por causas como: el cambio de la situación demográfica, que se logre un mejor control de la enfermedad, mayor eficacia en los programas de prevención, el descubrimiento de algún medicamento que evite desarrollar alguna enfermedad crónica, etc.

El mencionado artículo sugiere la aplicación del modelo de "*la tasa de participación*" debido a que es usualmente usado para la proyección de casos en salud para este tipo de información, ya que contempla tanto los casos históricos de la morbilidad en los servicios de salud como la captación del comportamiento demográfico de la población que hace uso de estos. Este modelo ha sido usado para las proyecciones de incidencia y prevalencia de diabetes mellitus como: "*Projection of Diabetes Burden Through 2050*" (Boyle James, 2001).

Las variables que se consideran en este modelo son: las series históricas del número de casos de incidencia, egresos hospitalarios y urgencias atendidas en unidades de la Secretaría de Salud por diabetes mellitus tipo 2 y complicaciones derivadas de ella, como fueron descritas en el punto 2.3 del capítulo 2 y las estimaciones de la población no

derechohabiente ambas por grupo de edad. Sin embargo, para la construcción del modelo se consideran las siguientes hipótesis:

- I. La población que utilizó el servicio de atención médica en clínicas de la Secretaría de Salud corresponde estrictamente a la población objetivo de esta institución (*la población no derechohabiente*).
- II. La población objetivo para cada una de las tasas se considera a mitad del año.
- III. La proyección se basa en el análisis retrospectivo de los casos reportados para cada una de las fases que pueda presentar esta enfermedad. Por lo que no se contemplan los casos en que se encuentre una cura para la enfermedad o cambio en las formas de llevar atención para los próximos años, o en nuevas metas en la reducción de casos o por la introducción de la introducción de nuevas metodologías médicas para su atención.

En este modelo la proyección se realiza en cuatro pasos. El primero consiste en el cálculo de la *tasa de participación* que en este trabajo se le nombró como “*tasa de utilización de servicios*”, donde el numerador es el número de casos atendidos para cada uno de los requerimientos de servicios derivados por diabetes mellitus tipo 2 por grupo de edad. Y el denominador queda representado por la población no derechohabiente del país también con su respectivo grupo de edad para cada año.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el cálculo de la tasa es de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Tasa_{g,t}^k = \frac{\text{Número de casos ocurridos en el grupo de edad } g \text{ por la causa } k \text{ en el año } t}{\text{Población del grupo de edad } g \text{ en riesgo de requerir el servicio en el año } t} * 100,000$$

Donde  $k$  es la causa de requerimiento de servicio por diabetes mellitus tipo 2 la cual puede tomar los valores de: incidencia, tratamiento y control, egresos hospitalarios, urgencias o complicaciones en el año  $t$ .

En el segundo paso se proyecta cada una de estas tasas usando una o más técnicas para la proyección. Finalmente el tercer paso es para conocer el número de casos que se atenderán para cada una de las causas en los siguientes años para la Secretaría de Salud, la cual se obtiene multiplicando las tasas proyectadas por la población no derechohabiente proyectada (que se estimó previamente) dividido entre 100,000.

Para la proyección de casos se usó la cota superior, en la que como máximo aumentarán los casos un 400% en 2030 con respecto a los casos reportados en 2013. Debido a los siguientes factores:

- El Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018 establece que el modelo con el que fueron concebidas las instituciones del sector ha estado enfocada hacia lo curativo y no a la

prevención (Presidencia de la República, 2013). Esto conlleva a que la tendencia de los casos siga en aumento, ya que aunque actualmente se establezcan mecanismos para prevenir la diabetes mellitus tipo 2 estos solo frenan un poco su crecimiento pero aún se muestran los efectos de la transición demográfica y epidemiológica (IMSS, 2007, p. 23).

- Debido a que la diabetes mellitus tipo 2 está ligada con el sobrepeso y la obesidad, también fue relevante considerar el comportamiento de estas enfermedades ya si no se frenan las tendencias actuales de pre obesidad y obesidad en el año 2020 se estima que 9 de cada 10 adultos padecerán un problema del corazón, serán diabéticos o desarrollarán una enfermedad vascular cerebral (Instituto Carlos Slim, 2013, p. 17). Además los costos estimados para la obesidad en 2017 será el 250% del costo en 2011 lo cual es originado por el aumento de casos (González Mónica, 2011).
- Por lo anterior se estableció la cota superior en 2030 el 400% de los casos de 2013 para dar un margen de seguridad, ya que alrededor de un 30% a un 50% de las personas no sabe que tiene este padecimiento por meses o años (SSA, 2008) y si en los próximos años solicitan servicios de salud se correría el riesgo de que haya un mayor número de casos a los estimados.

### **3.2.1 Aplicación del modelo**

#### **❖ Cálculo de tasas**

Haciendo una comparación con el número de casos de cada uso de servicios mostrados en el apartado 2.4, se muestra una diferencia al calcular las tasas ya que considerar la estructura de la población por grupos de edad y el cambio de la población a través del tiempo, se encuentra la tasa más alta en mayores de 60 años. Lo anterior corrobora lo citado en la bibliografía respecto a esta enfermedad: a medida que la edad avanza el riesgo de contraerla es mayor.

En las tablas 3.2 y 3.3 se muestran las causas del requerimiento de los servicios de salud en donde se ve que para casi todos los grupos de edad existe un incremento en las tasas del año 2000 al 2013. Se puede observar que en la mayoría de las causas de atención ya sea de hospitalización, urgencias o de tratamiento y control, existe una tendencia creciente en las tasas.

Esto se puede observar en que existe una tasa de crecimiento en el periodo 2000-2013 mayor a cero en la mayoría de las causas de hospitalización. En algunos casos como de incidencia para los grupos de edad de 20 a 59 y mayores de 60 se muestra una tasa negativa, lo mismo sucede en la hospitalización por complicación oftálmica y neurológica para el grupo de edad: menores de 20 años y mayores de 60 años respectivamente. Sin embargo aunque estas sean negativas se realiza un análisis de estos casos posteriormente.

En el caso de tratamiento y control y urgencias mostradas en la tabla 3.3 se muestra una tasa de crecimiento positiva para todas las causas y grupos de edad, lo que confirma la tendencia creciente.

**Tabla 3.2: Tasas de incidencia y hospitalización por causas 2000-2013**

Grupos de edad	Tasa*	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Incidencia</b>															
<20 años	3948%	0.051	0.997	1.868	1.428	1.484	1.716	1.624	1.555	1.674	1.050	1.314	2.025	2.073	-
De 20 a 59 años	-1%	260.014	268.105	280.468	277.132	286.011	315.392	305.586	306.287	294.943	278.137	274.616	293.657	258.645	-
Más de 60 años	-26%	1025.184	1091.400	1151.553	1197.558	1236.257	1317.038	1219.764	1170.699	1133.199	1032.996	1018.234	1031.635	756.459	-
<b>Hospitalización</b>															
<b>Metabólicas</b>															
<20 años	112%	0.486	0.504	0.598	0.765	0.793	0.676	0.672	0.671	0.853	0.924	0.837	0.964	1.034	0.992
De 20 a 59 años	111%	3.507	4.391	4.801	4.855	5.114	5.499	5.279	6.025	6.673	6.737	6.691	6.648	7.387	7.852
Más de 60 años	56%	14.524	17.170	18.855	19.524	22.065	22.240	21.316	24.033	26.643	25.517	26.291	23.560	22.706	23.505
<b>Renales</b>															
<20 años	380%	0.051	0.073	0.135	0.149	0.113	0.116	0.156	0.134	0.188	0.159	0.177	0.195	0.246	0.174
De 20 a 59 años	187%	5.854	8.009	9.529	9.772	10.631	11.280	12.780	15.103	16.669	15.554	17.941	17.968	16.820	15.956
Más de 60 años	130%	36.280	52.203	61.447	61.622	63.234	63.797	69.725	83.066	94.562	89.230	94.182	89.886	83.411	81.486
<b>Oftálmicas</b>															
<20 años	-1%	0.011	0.004	0.011	0.011	0.015	0.007	0.000	0.015	0.011	0.011	0.000	0.007	0.011	0.014
De 20 a 59 años	138%	0.224	0.508	0.542	0.525	0.726	0.589	0.620	0.508	0.453	0.405	0.299	0.547	0.534	0.533
Más de 60 años	46%	1.905	3.931	3.199	3.458	5.285	3.514	3.760	2.584	2.365	1.860	1.845	2.789	2.786	2.507
<b>Neurológicas</b>															
<20 años	65%	0.011	0.011	0.015	0.011	0.011	0.011	0.004	0.015	0.011	0.014	0.011	0.007	0.018	0.004
De 20 a 59 años	58%	0.483	0.833	0.858	0.651	0.864	0.930	0.901	0.791	0.783	0.852	0.821	0.787	0.764	0.669
Más de 60 años	-13%	3.155	4.943	4.293	3.812	4.281	5.079	5.404	4.299	5.174	4.740	4.371	4.549	2.744	3.287
<b>Circulatorias</b>															
<20 años	273%	0.066	0.062	0.080	0.117	0.113	0.200	0.149	0.228	0.235	0.191	0.184	0.206	0.246	0.181
De 20 a 59 años	220%	7.527	8.876	10.661	11.438	12.019	13.404	14.671	16.753	18.622	19.803	22.009	23.094	24.108	24.714
Más de 60 años	126%	57.709	68.245	73.568	75.346	82.525	85.089	94.652	102.027	112.964	113.840	128.117	128.059	130.541	128.433
<b>Otras</b>															
<20 años	121%	0.245	0.336	0.463	0.357	0.407	0.429	0.523	0.511	0.571	0.509	0.527	0.585	0.542	0.481
De 20 a 59 años	64%	12.640	16.747	18.413	21.095	21.560	22.911	25.568	23.960	22.517	20.927	18.711	19.948	20.711	20.167
Más de 60 años	39%	86.875	108.076	124.240	148.051	145.733	155.273	170.353	155.721	147.684	122.822	117.069	123.960	120.466	116.599
<b>Sin mención</b>															
<20 años	143%	0.453	0.373	0.438	0.441	0.528	0.578	0.581	0.859	0.756	0.812	0.837	1.007	1.102	1.053
De 20 a 59 años	43%	15.686	13.513	12.593	13.162	14.287	18.158	18.734	21.650	20.538	19.916	19.784	21.329	22.368	20.597
Más de 60 años	23%	104.673	86.889	80.975	85.448	92.381	114.589	120.076	139.610	132.911	129.468	127.897	131.170	128.949	120.687

Fuente: Elaboración propia, tasa por cada 100, 000 no derechohabientes.

\* La tasa que se muestra es la tasa de crecimiento del periodo 2000-2013 salvo a la incidencia que es la tasa del periodo 2000-2012.

**Tabla 3.3: Tasas de tratamiento y control y urgencias por causas 2007-2013**

Grupos de edad	Tasa*	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Tratamiento y control</b>								
<20 años	16%	23.605	22.931	23.266	23.410	25.808	27.262	27.308
De 20 a 59 años	40%	1,302.541	1,380.318	1,403.600	1,493.670	1,593.326	1,733.319	1,828.568
Más de 60 años	37%	5,551.594	5,839.244	5,851.467	6,214.281	6,582.439	7,178.042	7,582.407
<b>Urgencias</b>								
<b>Metabólicas</b>								
<20 años	158%	0.500	0.586	0.855	0.975	0.978	1.243	1.292
De 20 a 59 años	46%	6.675	5.358	7.294	8.015	8.370	10.155	9.741
Más de 60 años	6%	33.429	23.108	28.398	33.188	33.066	37.956	35.421
<b>Renales</b>								
<20 años	28%	0.156	0.195	0.130	0.166	0.159	0.228	0.199
De 20 a 59 años	113%	4.234	5.051	5.276	6.857	8.089	7.982	9.006
Más de 60 años	97%	23.067	30.483	30.031	40.634	40.962	43.213	45.345
<b>Oftálmicas</b>								
<20 años	1298%	0.004	0.014	0.022	0.032	0.022	0.145	0.051
De 20 a 59 años	199%	0.424	0.568	0.736	1.149	2.471	3.891	1.268
Más de 60 años	175%	1.956	2.669	3.879	5.777	12.853	17.218	5.383
<b>Neurológicas</b>								
<20 años	95%	0.080	0.076	0.094	0.130	0.144	0.170	0.156
De 20 a 59 años	144%	2.329	2.365	3.150	4.336	5.505	5.245	5.694
Más de 60 años	124%	12.270	13.111	17.805	22.206	26.328	26.372	27.511
<b>Circulatorias</b>								
<20 años	99%	0.381	0.582	0.487	0.653	0.744	0.860	0.757
De 20 a 59 años	142%	16.100	21.367	25.198	28.073	35.688	38.485	38.908
Más de 60 años	102%	92.872	122.025	137.021	161.085	178.612	185.275	187.688
<b>Otras</b>								
<20 años	112%	1.157	1.443	1.891	2.126	2.184	2.830	2.447
De 20 a 59 años	140%	36.353	41.452	56.579	65.256	70.367	83.099	87.231
Más de 60 años	98%	200.044	229.370	282.433	321.664	342.762	386.868	395.860
<b>Sin mención</b>								
<20 años	101%	3.397	3.294	4.399	4.819	5.487	5.984	6.841
De 20 a 59 años	76%	90.833	96.029	110.165	118.365	140.091	153.499	159.465
Más de 60 años	50%	481.463	505.774	544.476	588.067	647.760	700.318	724.432

Fuente: Elaboración propia, tasa por cada 100, 000 no derechohabientes.

\* La tasa que se muestra es la tasa de crecimiento del periodo 2007-2013.



## ❖ Modelos matemáticos para la proyección de tasas

El segundo paso consiste en proyectar las tasas, para esto se pueden usar métodos de extrapolación que son *modelos matemáticos* que involucran datos históricos.

La ventaja de usar este tipo de modelos es principalmente el bajo costo y que los datos históricos requeridos para la proyección son pocos. De acuerdo con el artículo "*Population projections*" (Siegel, Jacob. 2004) existen distintos métodos con los cuales se pueden hacer proyecciones mediante los datos históricos y se clasifican en las siguientes categorías:

1. *Métodos de extrapolación simples*: En los cuales se requiere de por lo menos dos datos y se encuentran: cambio lineal, cambio geométrico y cambio exponencial.
2. *Métodos de extrapolación compleja*: Requieren de un mayor número de datos en diversos años, los cuales pueden ser ajustados a una recta, a un polinomio, a una curva logística o a una serie de tiempo ARIMA.

A diferencia de los métodos simples, los métodos complejos de extrapolación son contruidos a partir de un año base para datos mayores a dos. Además podrían ajustarse mejor en una población cuyo cambio no es lineal.

Estos métodos ofrecen bases cuantitativas para construir medidas para proyectar, porque se usa estadística para determinar sus parámetros. Sin embargo, esas características no garantizan que los métodos de extrapolación complejos provean de más confiabilidad que las proyecciones con los métodos de extrapolación simples (Siegel, Jacob, 2004).

La certeza de las proyecciones sobre el tamaño y composición de la población futura, está directamente relacionada con la exactitud de la información proveniente de las fuentes citadas. Sin embargo, la complejidad de sus operaciones, la "cultura estadística" de los habitantes y la experiencia de las oficinas de estadísticas en la recopilación de datos, son los aspectos que más inciden en la calidad de la información en salud.

Se analizaron los métodos de proyección compleja donde se encuentran los modelos matemáticos *de regresión* y *ARIMA*, la diferencia entre estos dos, es que el primero, muestra a las tasas de una forma determinística, es decir, trata de explicar a las tasas como función del tiempo ya sea lineal, exponencial, polinómica, etc.; sin embargo, el segundo es un modelo dinámico en donde las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado, modelo que se ajusta mejor para efectos de nuestro estudio. Por tal razón se elige el modelo ARIMA.

La principal hipótesis para la proyección de tasas, es que crecen o permanecen constantes, y se encuentra basado en estudios como las proyecciones de la Federación Internacional de Diabetes (IDF) donde el número de personas en México de entre 20 y 70 años con este padecimiento aumentará en casi un 80% del año 2013 al 2035 pasando de 8,723.4 a 15,683.6 miles de personas respectivamente (IDF, 2013), por su parte la OMS

establece que la diabetes mellitus mostrará un incremento en el doble de casos a nivel mundial de 2005 a 2030 (OMS, 2013).

Existen series de tasas donde hay un mayor número de años de recolección de datos según las fuentes de información como son las de hospitalización e incidencia, pero en tratamiento y control así como en urgencias existe muy poca información. Por lo que la hipótesis previamente citada es vital para el desarrollo del trabajo. Esto se debe principalmente porque al aumentar la incidencia aumenta el caso de tratamiento y control así como a su vez las tasas de urgencias y hospitalización. En la serie histórica de los casos del capítulo 2 se mostró que la mayoría de los casos de requerimiento de servicio muestran una tendencia creciente.

El modelo elegido para la proyección de tasas fue el ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) que es un modelo paramétrico que permite obtener la representación de la serie en términos de los valores pasados de  $Y_t$  y/o su posición en relación con el tiempo. Los modelos teóricos que se encuentran en las series ARIMA para series estacionarias son: Autorregresivos de orden  $p$  AR( $p$ ), medias móviles de orden  $q$  MA( $q$ ), Autorregresivos con medias móviles ARMA( $p,q$ ) y para series no estacionarias que presentan tendencia ARIMA( $p,d,q$ ) donde  $d$  denota la diferencia, con  $p, d, q \geq 0$ . En el anexo A de este trabajo se muestran algunos ejemplos de estos modelos.

La forma tradicional de encontrar el mejor ajuste de una serie a un modelo ARIMA es con la metodología empleada por Box-Jenkins (1976) la cual consiste en cuatro pasos, se comienza por elegir apropiadamente los valores  $p, d, q$  del modelo ARIMA( $p,d,q$ ) dada la serie de las tasas según la causa y grupo de edad (*identificación*), donde ( $p$ ) denota el orden del componente autoregresivo AR, ( $d$ ) la diferencia en casos donde la serie no sea estacionaria y ( $q$ ) el orden de la componente de promedios móviles MA. El siguiente paso es estimar los parámetros  $p$  y  $q$  del modelo ARIMA( $p,d,q$ ) identificado (*ajuste*); para posteriormente revisar que tan apropiado resulto el modelo ajustado (*validación*) y mejorarlo si es necesario para posteriormente obtener pronósticos en términos probabilísticos de los valores futuros de las tasas (*predicción*). Por lo que con algunas iteraciones se llega al mejor modelo que describe la serie.

Para este objetivo se usó el programa estadístico R 2.10 con las librerías TSA, stats, forecast. A continuación se describe cada paso.

**Identificación:** A partir de la representación grafica de la serie se identifica si es estacionaria; que sea estacionaria debe de cumplir dos requisitos: el primero es que la media sea aproximadamente constante, en el tiempo esto se visualiza gráficamente como que los valores de la serie oscilen alrededor de la media, que no presente tendencia o que no presente una media distinta por tramos; el segundo es que tenga una varianza constante en el tiempo es decir gráficamente se ve cuando las oscilaciones alrededor de la media son constantes en el tiempo.

Si la serie  $Y_t$  no es estacionaria en media se puede transformar en una serie estacionaria tomando diferencias es decir para una serie que tiene tendencia se toma  $d=1$   $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ , si la tendencia persiste se toma  $d=2$   $\Delta^2 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1}$  y así sucesivamente hasta eliminarla. Además se puede tomar la prueba de raíces unitarias o de Dickey-Fuller<sup>9</sup>.

En caso de que la varianza no sea constante se puede transformar la serie en otra que tenga varianza relativamente constante, una transformación para esto es tomar el logaritmo de la serie o bien la transformación Box-Cox<sup>10</sup>.

Después de haber identificado el orden de diferenciación  $d$  y de realizar la transformación de la serie a una serie estacionaria que se denotará como  $W_t$ , esta puede ser representada como un proceso ARMA( $p, q$ ) por lo que lo siguiente es determinar los órdenes de  $p$  y  $q$  de tal forma que se encuentre un proceso que pueda reproducir características de la serie estacionaria y de analizar la conveniencia de la incorporación del parámetro asociado a la media  $\delta$ .

La inclusión del término  $\delta$  (*deriva*) de la serie depende de que los valores de la serie fluctúen alrededor del cero o no; en las series estacionarias  $E(W_t) = 0$  es decir la media es cero. Para elegir si se incluye el término cuando la diferencia sea  $d > 0$  se calculará una aproximación del intervalo de confianza del 95% (IC95%) de la media  $\delta$  debido a que son series que tienen menos de 30 datos el intervalo es calculado como:

$$IC_{95\%}(\delta) = \left( \delta - t_{n-1}^{0.975} * \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}, \delta + t_{n-1}^{0.975} * \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \right)$$

Donde  $n$  denota el número de años que tiene la serie y  $t_{n-1}^{0.975}$  es el cuantil de la distribución t-student con  $n-1$  grado de libertad. Si el intervalo de confianza contiene el valor de cero no se incluye el término  $\delta$ . Salvo que los valores de la serie de la diferencia la mayor parte sean mayores que cero.

Para la identificación de los órdenes  $p$  y  $q$  el instrumento básico que se utilizó fue la función de auto correlación muestral que es comparada con la función de auto correlación teórica de los modelos ARMA para encontrar el que mejor describe a la serie estacionaria  $W_t$ .

<sup>11</sup>. Si el correlograma muestral de la serie  $W_t$  presenta un corte a partir del retardo  $j$

<sup>9</sup> Dickey-Fuller test:  $H_0$ : La serie no es estacionaria Vs.  $H_a$ : La serie es estacionaria.

<sup>10</sup> La transformación Box-Cox: 
$$g(x) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & \text{para } \lambda \neq 0 \\ \log(x) & \text{para } \lambda = 0 \end{cases}$$

<sup>11</sup> En el anexo A se muestran algunos ejemplos de la función de auto correlación teórica para algunos modelos ARMA

correspondería con un FAC de un MA(j). En el caso de que el correlograma muestral no presente ningún corte sino que decrezca rápidamente siguiendo una forma como la función exponencial, seno o coseno; la identificación ya no es tan clara sino que podría ser un AR o un ARMA.

En estos casos se utiliza la función de auto correlación parcial (PACF) de orden  $k$  denotado por  $\rho_k$  que mide el grado de asociación lineal existente entre la variable  $W_t$  y  $W_{t-k}$  una vez ajustado el efecto lineal de todas las variables intermedias.

Comparando la estructura de las funciones de auto correlación simple y parcial estimadas con las características básicas de las funciones de auto correlación teóricas en la siguiente tabla se puede identificar el o los procesos que podrían haber generado la serie.

Modelo	Patrón típico ACF	Patrón típico PACF
<b>AR(p)</b>	Cae de forma exponencialmente o de forma sinusoidal convergente, o ambos	Picos significativos hasta el rezago p
<b>MA(q)</b>	Picos significativos hasta el rezago	Cae exponencialmente
<b>ARMA(p,q)</b>	Cae exponencialmente	Cae exponencialmente

En caso de que se tengan varios modelos propuestos es decir en los valores de  $p$ ,  $d$  y  $q$  se utilizó el criterio de AIC (Akaike's Information Criterion)<sup>12</sup> en donde se elige el modelo que tiene el menor AIC.

**Estimación de los parámetros:** Después de identificar el modelo ARIMA lo siguiente es estimar los parámetros desconocidos del modelo es decir  $p$  y  $q$ . Estos pueden ser calculados por el método de momentos, mínimos cuadrados o de máxima verosimilitud. Se eligió el método de máxima verosimilitud.

Para la serie estacionaria  $W_1, W_2, \dots, W_n$  si la función de verosimilitud  $L$  es definida como la función de probabilidad conjunta obtenida de los valores observados, y es una función de  $\phi$ 's,  $\theta$ 's,  $\mu$  y  $\sigma_e^2$  dadas las observaciones. Los estimadores máximos verosímiles son entonces definidos como aquellos parámetros que maximizan esta función. El supuesto más común es que los términos del ruido blanco son variables aleatorias independientes, con distribución normal, media cero y varianza  $\sigma_e^2$ ; cuya densidad está dada por:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_e^2}} * \exp\left(-\frac{e_t^2}{2\sigma_e^2}\right) \text{ con } -\infty < e_t < \infty$$

<sup>12</sup> Akaike's Information Criterion (AIC) dice que se selecciona el modelo que minimice:

$$AIC = -2 * \log(L) + 2k$$

Donde  $L$  es el máximo valor de la función de probabilidad,  $k=p+q+1$  si contiene intercepto o el termino constante o deriva  $k=p+q$ .

El modelo ARMA (p, q) puede ser expresado como  $e_t = W_t - \delta - \sum_{i=1}^p \phi_i W_{t-i} - \sum_{i=1}^q \theta_i e_{t-i}$  de tal forma que se sustituye en la expresión anterior donde se eligen los parámetros que maximicen esta función.

**Validación:** Consiste en analizar los residuos que son la diferencia entre los valores estimados  $\hat{Y}_t$  y la serie original  $Y_t$ . Lo cual radica en analizar si estos tienen un comportamiento de ruido blanco con distribución normal.

Mediante el gráfico de los residuales se puede observar si se comportan como ruido blanco, es decir, no se debe observar ninguna tendencia o ciclo además estos deben oscilar alrededor del cero y tener varianza constante.

Para la normalidad se usó el test de Shapiro cuya hipótesis nula es que los datos se distribuyen normales mientras que la alternativa es que los datos no se distribuyen normales. También para la normalidad se examinará el gráfico de Normal QQ-plot o de la comparación entre los cuantiles teóricos y muestrales.

Para la independencia de los residuales utilizó la prueba de Box–Pierce y Box-Ljung que, para cada coeficiente de la función de auto correlación simple, permite contrastar la hipótesis nula de que todos los coeficientes anteriores, hasta el correspondiente, son nulos. La interpretación es, si el nivel de significancia crítico o el p-value es menor que  $\alpha$  se rechazará la hipótesis nula al nivel de significancia  $\alpha$ , caso contrario se aceptaría que los residuos tienen un comportamiento independiente, aleatorio o de ruido blanco. También se usó el gráfico del ACF de los residuales en el que un valor fuera de los límites de confianza de los retardos iniciales debe ser considerado como un indicio claro que el modelo no es correcto.

En el caso de que los residuales tengan anomalías en estos supuestos se elige otro modelo donde nuevamente se estiman los parámetros y se valida los supuestos de los residuales para ver si ese si resulta adecuado para modelar la serie.

**Predicción:** Al elegir un modelo definitivo el cual cumpla satisfactoriamente con los criterios establecidos lo siguiente es proyectar tomando la esperanza del modelo propuesto  $\hat{Y}_t(l) = E[Y_{t+l} | Y_1, Y_2, \dots, Y_t]$  donde  $l$  representa los periodos futuros.

Posteriormente se calculó el intervalo de confianza que es la precisión de las predicciones. La varianza del error de la predicción viene dada por:

$$Var(e_t(l)) = \sigma_e^2 \sum_{j=0}^{l-1} \psi_j^2$$

En la práctica  $\sigma_e^2$  es estimada de la serie de tiempo observada y los pesos  $\psi$  son funciones de las  $\theta$ 's y  $\phi$ 's dependiendo del modelo. Por lo que para obtener un intervalo de confianza del 95% para la futura observación  $\hat{Y}_t(l)$  se obtiene según la siguiente expresión:

$$IC_{95\%} \hat{Y}_t(l) = \left( \hat{Y}_t(l) - 1.96\sqrt{\text{Var}(e_t(l))}, \hat{Y}_t(l) + 1.96\sqrt{\text{Var}(e_t(l))} \right)$$

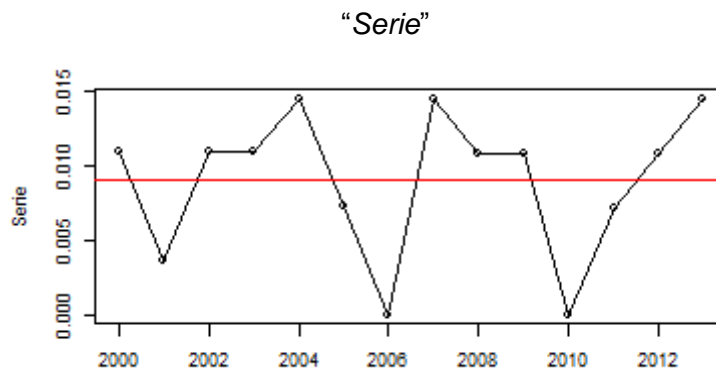
### ❖ Resultados de la proyección de tasas

La serie de las tasas de utilización para cada servicio se denotará como  $Y_t$  con  $t = 1, 2, \dots, 14$  o  $t = 1, 2, \dots, 7$  según la fuente de información 2000-2013 o 2007-2013. Al aplicar la metodología Box-Jenkins a las series de las tasas para modelarlas con un ARIMA se encontraron dos casos principales que a continuación se describen:

#### • Primer caso:

Se encuentran las series que al ser graficadas sus valores se encuentran oscilando alrededor de una media de forma constante, sin embargo se pueden encontrar dos tipos:

El primer tipo consiste en aquellas en donde las tasas se comportan de una forma aleatoria alrededor de la media, es decir no tienen ninguna clase de tendencia y la varianza es aparentemente constante. Un ejemplo claro es el de la tasa de hospitalización por complicación oftálmica para el grupo de edad menores de 20 años, al graficar la serie se encontró que es estacionaria debido a que no presenta tendencia es decir, que las observaciones de cada año oscilan alrededor de la media de forma constante. A continuación se muestra el gráfico de la tasa.

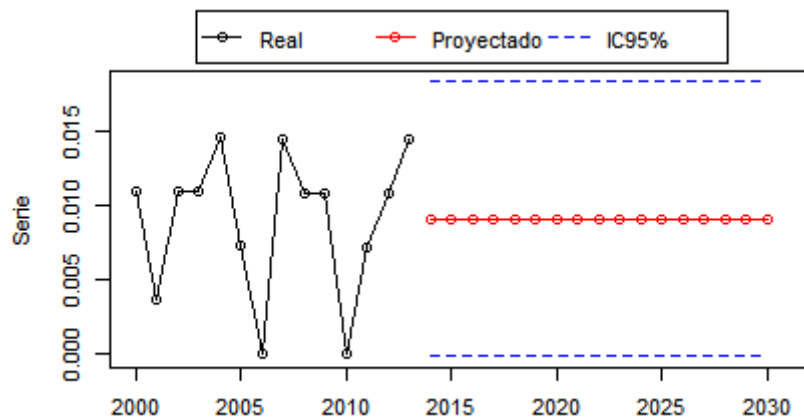


Para este tipo de series al revisar el ACF y PACF se encontró que no existe ningún valor significativo lo cual indica que no existe una correlación significativa en las observaciones. Por lo que se eligió un modelo ARIMA (0,0,0) con media distinta de cero. En este caso el modelo ARIMA propuesto se representa según la siguiente expresión:

$$Y_t = 0.0091 + e_t \quad \text{con } e_t \sim N(0, \sigma_e^2)$$

Con  $\hat{\sigma}^2 = 2.209e-05$  y  $AIC = -91.71$ . Donde el valor de 0.0091 corresponde a la media muestral y  $\hat{\sigma}^2$  corresponde a la varianza muestral. Una vez seleccionado el modelo se siguió con la validación que consiste inspeccionar los residuales que como se mencionó se aplicó la prueba de Shapiro, Box–Pierce en donde no se rechazó la normalidad e independencia respectivamente. Esto mismo se corroboró con el gráfico de cuantiles y el ACF de los residuales. Por tanto para cada año  $l = 1, \dots, 17$  el valor de la tasa es  $\hat{Y}_l(l) = 0.0091$ , es decir, la tasa desde el año 2014 hasta el año 2030 permanecerá constante. En el siguiente gráfico se muestran los valores proyectados con un intervalo de confianza del 95%.

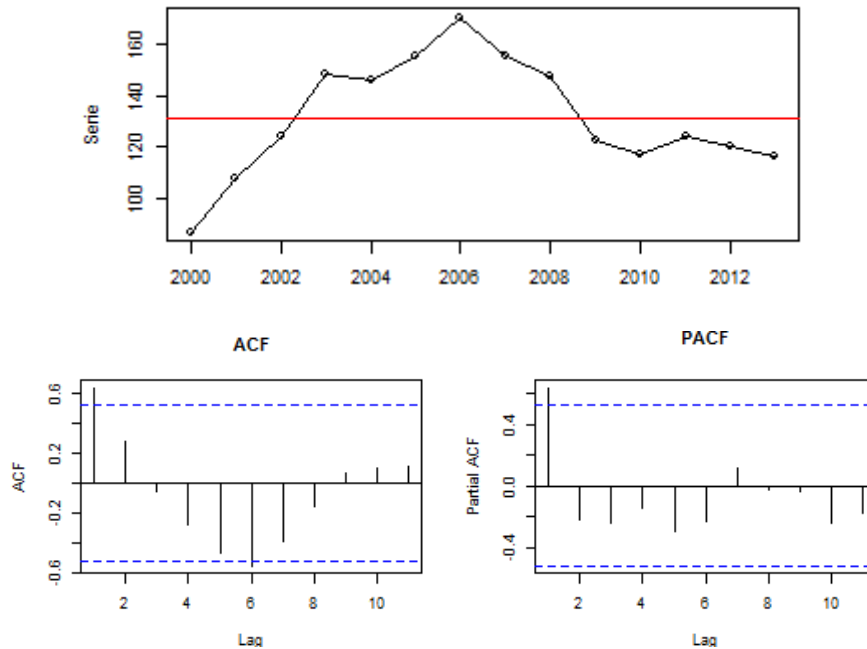
“Serie proyectada”



Las series que fueron modeladas con un ARIMA (0,0,0) al igual que la que se presentó son de la forma:  $Y_t = \mu + e_t$  donde  $\mu = \bar{Y}$  con  $\bar{Y}$  el promedio de las tasas observadas en la serie.

El segundo tipo de series corresponde a aquellas donde a pesar de que las observaciones se encuentran alrededor de la media existen partes donde crece o decrece, pero después cambian es decir decrecen y crecen respectivamente; sin embargo, esto se observa alrededor de la media. Para ilustrarlo se muestra la tasa de hospitalización por otras complicaciones para el grupo de edad mayores de 60 años en donde al graficarla en el tiempo se comporta según la siguiente figura:

“Serie”



Para esta serie se puede observar en el ACF y PACF que existe un valor significativo en ambos por lo que dado el patrón de estos y con forme a la tabla de selección se eligió primero un ARIMA (1,0,0) o AR(1) con AIC= 117.8. El cual es de la forma:

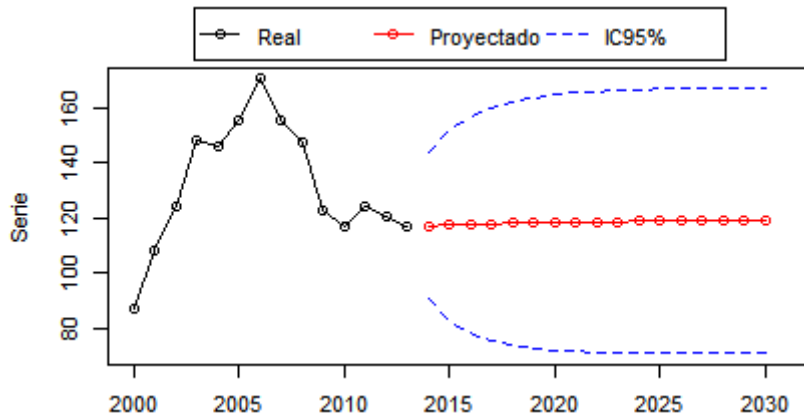
$$Y_t - \mu = \phi(Y_{t-1} - \mu) + e_t \quad \text{con } e_t \sim N(0, \sigma_e^2)$$

En este caso el valor de  $\phi = 0.8358$ ,  $\mu = 119.0491$  o intercepto y  $\hat{\sigma}^2 = 182.9$  de tal modo que simplificando se obtiene lo siguiente:  $Y_t = 0.8358 \cdot Y_{t-1} + 19.5478 + e_t$

Al igual que el anterior después de elegir el modelo se hizo el análisis de residuales donde después de aplicar las pruebas y revisar los gráficos de cuantiles y ACF no se rechazó ni la normalidad ni la independencia. En el siguiente gráfico se muestra la proyección obtenida.



“Serie proyectada”

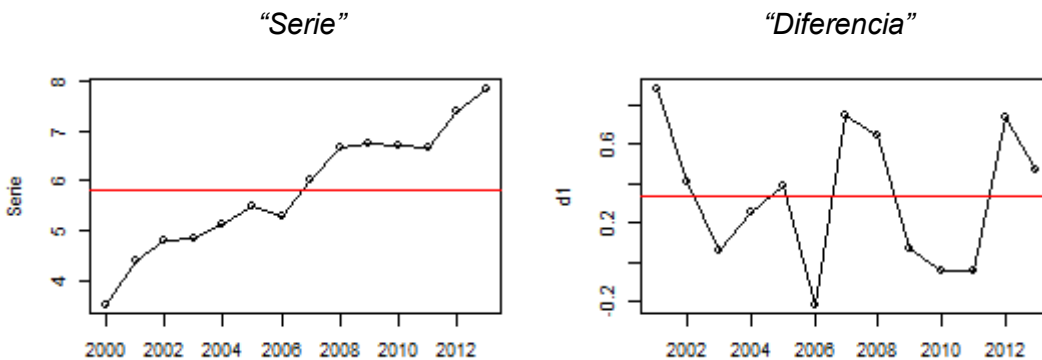


- Segundo caso:

En este se encuentra la mayoría de las tasas debido a que presentan una tendencia creciente la cual es congruente debido al desarrollo de esta enfermedad en el país en los últimos años.

Las series muestran una tendencia creciente en su mayoría de forma lineal misma que se ve reflejada en que conforme aumenta el tiempo también las tasas. Este tipo de series no son estacionarias en la media por lo que es necesario tomar la diferencia para eliminar la tendencia.

Para ilustrar este caso se toma como ejemplo la tasa de hospitalización por complicación metabólica para el grupo de edad de 20 a 59 años. Al realizar el grafico de la serie que se muestra del lado izquierdo se puede ver claramente la tendencia lineal creciente por tanto la serie no es estacionaria, por lo que se tomó la diferencia que se presenta en el segundo gráfico en el que se observa que los valores se encuentran en torno a la media  $\delta = 0.3343$  de una forma constante lo cual indica que esta serie es estacionaria.



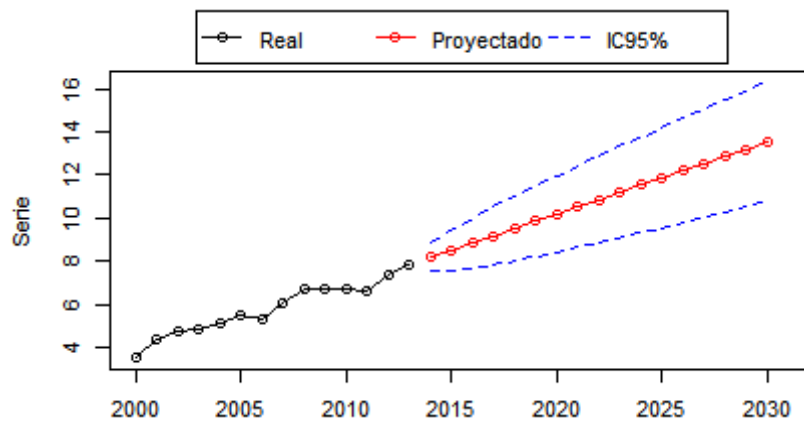
Para ver si se agrega la *deriva*  $\delta$  de la diferencia se calculó el intervalo de confianza que fue (0.12,0.54), como se puede observar el intervalo de confianza no contiene el cero por lo que se incluyó este término. La inclusión de este término define la tendencia de la serie, después se revisó el ACF y el PACF de la diferencia de la serie y no se encontraron valores

significativos. Por eso se eligió el modelo ARIMA (0,1,0) con *deriva* o drift que es un paseo aleatorio con *deriva* y tiene la siguiente expresión:

$$Y_t = Y_{t-1} + \delta + e_t$$

Donde  $\delta = 0.3343$ ,  $\hat{\sigma}^2 = 0.1162$  y AIC= 10.91. Al igual que los ejemplos expresados en el primer caso, después de proponer el modelo se continúa con la evaluación de los residuales que comprende en los test y el diagrama de cuantiles para la normalidad y el ACF de los residuos donde no se encuentran anomalías para rechazar la normalidad e independencia por tanto se toma como valido el modelo propuesto. En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos para esta tasa, donde se puede ver como se mantiene la tendencia creciente para los próximos años.

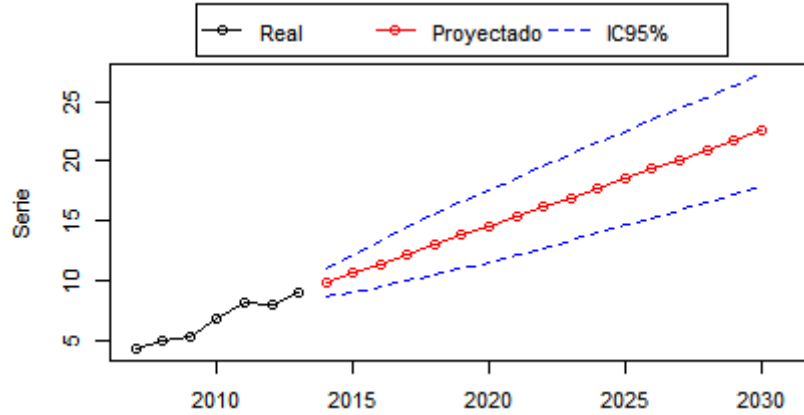
“Serie proyectada”



En las series de tasas de urgencias y tasas de tratamiento y control como son las series pequeñas, se realizó de la misma forma que las anteriores, en la mayoría de los casos se seleccionó un modelo ARIMA(0,1,0) con *deriva* para modelar la serie debido a que en los siete años disponibles (de 2007 a 2013) se observó una tendencia creciente por la hipótesis de que los casos van en aumento, se tomó la diferencia y después de revisar el ACF se seleccionó tal modelo el cual no presentó problemas en la validación.

Para mostrar un ejemplo claro se tiene la tasa de urgencias por complicación renal para el grupo de edad de 20 a 59 años donde aplicando la metodología esta serie se eligió un ARIMA (0,1,0) con *deriva* o caminata aleatoria con *deriva* donde no se rechazó la normalidad e independencia en los residuales, como se observa al elegir este modelo se muestra una tendencia creciente en las tasas para los próximos años.

### “Serie proyectada”



En la tabla 3.4 se muestra el resumen de los modelos que fueron usados para cada serie de las tasas del requerimiento de servicio por grupo de edad. Como se muestra en la mayoría de las tasas a lo más se aplicó la primera diferencia para eliminar la tendencia. La columna de *deriva* solo contempla los casos en los que se aplicó la diferencia y si se incluyó el término  $\delta$ . Los modelos ARIMA que fueron usados se muestran en el anexo A.

**Tabla 3.4: Modelo ARIMA ajustado para las tasas por grupo de edad**

Grupos de edad	Modelo ARIMA	Deriva	Grupos de edad	Modelo ARIMA	Deriva
<b>Incidencia</b>			<b>Tratamiento y control</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,0,0)		Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si
De 20 a 59	ARIMA(0,0,1)		De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(1,0,0)		Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si
<b>Hospitalización</b>			<b>Urgencias</b>		
<b>Metabólica</b>			<b>Metabólica</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si	Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si
De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si	De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si	Más de 60	ARIMA(0,1,0)	No
<b>Renal</b>			<b>Renal</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si	Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	No
De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	No	De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(0,1,0)	No	Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si
<b>Oftálmica</b>			<b>Oftálmica</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,0,0)		Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	
De 20 a 59	ARIMA(0,0,0)		De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	
Más de 60	ARIMA(0,0,0)		Más de 60	ARIMA(0,1,0)	
<b>Neurológica</b>			<b>Neurológica</b>		
Menores de 20	ARIMA(1,0,0)		Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si
De 20 a 59	ARIMA(0,0,0)		De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(0,0,0)		Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si
<b>Circulatoria</b>			<b>Circulatoria</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si	Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si
De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si	De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si	Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si
<b>Otras complicaciones</b>			<b>Otras complicaciones</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si	Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si
De 20 a 59	ARIMA(1,0,0)		De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(1,0,0)		Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si
<b>Sin mención</b>			<b>Sin mención</b>		
Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si	Menores de 20	ARIMA(0,1,0)	Si
De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si	De 20 a 59	ARIMA(0,1,0)	Si
Más de 60	ARIMA(0,1,0)	No	Más de 60	ARIMA(0,1,0)	Si

### ❖ Proyección de casos

Después de realizar la estimación futura de cada una de las tasas con el intervalo de confianza, para obtener los casos para grupo de edad mediante el modelo de las tasas de participación se realizó el producto de las tasas proyectadas así como de los intervalos de confianza por la población no derechohabiente para cada grupo de edad y para cada año desde 2014 hasta el año 2030.

En las siguientes tablas se muestran los casos proyectados de 2014 a 2030 los cuales fueron calculados como la suma de los tres grupos de edad, los intervalos de confianza se calcularon de forma similar. Como se ve en la tabla los casos de cada afección aumentarán en los próximos años.

**Tabla 3.5: Casos proyectados de *incidencia* y *hospitalización* modelo 1, 2014-2030**

Causas	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b><i>Incidencia</i></b>																	
<b>Casos totales</b>	148,381	150,697	154,188	157,791	161,381	164,950	168,489	171,997	175,489	178,986	182,497	186,027	189,574	193,139	196,731	200,338	207,537
ICInf 95%	135,029	133,772	136,048	138,713	141,531	144,426	147,354	150,289	153,231	156,190	159,166	162,159	165,167	168,189	171,229	174,280	180,357
ICSup 95%	161,733	167,621	172,328	176,868	181,231	185,473	189,624	193,705	197,746	201,783	205,828	209,894	213,980	218,090	222,232	226,395	234,717
<b><i>Hospitalización</i></b>																	
<b>Metabólica</b>	4,258	4,499	4,749	5,004	5,265	5,530	5,800	6,075	6,355	6,640	6,931	7,227	7,528	7,834	8,146	8,462	8,782
ICInf 95%	3,821	3,869	3,961	4,076	4,206	4,348	4,498	4,656	4,822	4,994	5,172	5,355	5,543	5,737	5,935	6,138	6,343
ICSup 95%	4,695	5,129	5,536	5,932	6,323	6,712	7,102	7,493	7,888	8,287	8,690	9,099	9,513	9,932	10,357	10,787	11,221
<b>Renal</b>	9,518	9,733	9,963	10,195	10,429	10,665	10,901	11,138	11,378	11,621	11,867	12,117	12,369	12,625	12,883	13,144	13,404
ICInf 95%	7,767	7,201	6,789	6,445	6,140	5,860	5,596	5,343	5,099	4,860	4,625	4,393	4,161	3,929	3,696	3,461	3,224
ICSup 95%	11,269	12,265	13,137	13,945	14,719	15,470	16,206	16,933	17,657	18,382	19,109	19,841	20,577	21,321	22,070	22,826	23,585
<b>Oftálmica</b>	321	328	336	344	353	361	369	377	386	394	403	412	421	430	439	448	458
ICInf 95%	147	151	154	158	161	164	168	171	175	179	182	186	190	193	197	201	205
ICSup 95%	495	506	519	531	544	557	570	583	596	610	624	638	652	666	681	696	711
<b>Neurológica</b>	492	501	514	525	538	550	562	574	587	599	612	625	638	651	665	678	692
ICInf 95%	364	369	378	386	395	403	412	420	428	437	446	454	463	472	481	490	499
ICSup 95%	621	633	650	665	681	697	713	729	745	762	779	796	813	831	849	867	885
<b>Circulatoria</b>	15,546	16,631	17,773	18,952	20,168	21,419	22,703	24,024	25,383	26,782	28,221	29,701	31,223	32,787	34,392	36,037	37,717
ICInf 95%	14,714	15,426	16,258	17,158	18,111	19,108	20,145	21,221	22,336	23,491	24,685	25,918	27,189	28,499	29,846	31,230	32,645
ICSup 95%	16,378	17,837	19,287	20,746	22,225	23,729	25,262	26,827	28,429	30,072	31,757	33,485	35,257	37,075	38,938	40,844	42,789
<b>Otras complicaciones</b>	12,731	12,977	13,250	13,533	13,824	14,121	14,423	14,731	15,047	15,370	15,702	16,040	16,386	16,740	17,099	17,464	17,830
ICInf 95%	10,100	9,437	9,102	8,932	8,865	8,867	8,917	9,004	9,118	9,254	9,407	9,575	9,754	9,943	10,140	10,343	10,550
ICSup 95%	15,362	16,518	17,399	18,134	18,782	19,374	19,928	20,459	20,976	21,487	21,996	22,506	23,019	23,536	24,058	24,584	25,110
<b>Sin mención</b>	13,429	13,872	14,340	14,817	15,300	15,788	16,280	16,777	17,281	17,791	18,308	18,831	19,361	19,897	20,438	20,983	21,529
ICInf 95%	11,211	10,664	10,317	10,061	9,858	9,688	9,542	9,411	9,293	9,185	9,083	8,985	8,889	8,794	8,698	8,601	8,499
ICSup 95%	15,647	17,080	18,364	19,573	20,743	21,888	23,019	24,143	25,268	26,397	27,533	28,678	29,833	31,000	32,177	33,365	34,559

Notas: Los casos totales así como los Intervalos de confianza corresponden a la suma de cada grupo de edad respectivamente.

**Tabla 3.6: Casos proyectados *tratamiento y control* y *urgencias* modelo 1, 2014-2030**

Causas	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b><i>Tratamiento y control*</i></b>																	
Casos totales	10,511	11,213	11,949	12,708	13,489	14,291	15,113	15,958	16,825	17,717	18,633	19,573	20,539	21,530	22,546	23,586	24,647
IClnf 95%	10,106	10,628	11,216	11,842	12,499	13,182	13,890	14,622	15,379	16,160	16,966	17,797	18,652	19,533	20,437	21,365	22,313
ICSup 95%	10,916	11,799	12,682	13,574	14,479	15,399	16,337	17,293	18,271	19,273	20,299	21,350	22,425	23,527	24,655	25,808	26,981
<b><i>Urgencias</i></b>																	
<b>Metabólica</b>	5,626	5,946	6,275	6,609	6,948	7,289	7,633	7,980	8,330	8,682	9,038	9,395	9,755	10,116	10,478	10,842	11,204
IClnf 95%	4,262	3,976	3,808	3,699	3,623	3,569	3,531	3,505	3,487	3,474	3,533	3,649	3,769	3,893	4,020	4,151	4,283
ICSup 95%	6,990	7,916	8,742	9,520	10,272	11,009	11,735	12,455	13,173	13,890	14,609	15,330	16,054	16,781	17,511	18,245	18,978
<b>Renal</b>	5,783	6,337	6,918	7,519	8,140	8,780	9,439	10,118	10,816	11,536	12,278	13,041	13,825	14,632	15,461	16,311	17,180
IClnf 95%	4,988	5,187	5,475	5,812	6,187	6,596	7,030	7,486	7,965	8,465	8,986	9,527	10,088	10,669	11,270	11,889	12,524
ICSup 95%	6,578	7,487	8,361	9,225	10,093	10,970	11,860	12,764	13,688	14,631	15,597	16,585	17,596	18,632	19,692	20,776	21,881
<b>Oftálmica</b>	790	887	988	1,092	1,201	1,312	1,428	1,546	1,669	1,795	1,925	2,060	2,198	2,340	2,486	2,636	2,790
IClnf 95%	54	12	12	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	26	27	29	30
ICSup 95%	1,590	2,044	2,439	2,807	3,163	3,511	3,856	4,200	4,545	4,893	5,245	5,602	5,963	6,330	6,703	7,083	7,467
<b>Neurológica</b>	3,663	4,070	4,497	4,940	5,399	5,873	6,362	6,867	7,388	7,927	8,482	9,056	9,647	10,256	10,883	11,528	12,189
IClnf 95%	3,107	3,268	3,495	3,758	4,051	4,367	4,704	5,061	5,437	5,831	6,245	6,676	7,126	7,594	8,080	8,583	9,103
ICSup 95%	4,218	4,871	5,499	6,121	6,746	7,379	8,020	8,673	9,340	10,022	10,720	11,435	12,167	12,918	13,686	14,473	15,275
<b>Circulatoria</b>	24,699	27,239	29,897	32,647	35,486	38,411	41,420	44,516	47,703	50,984	54,360	57,831	61,397	65,062	68,822	72,676	76,612
IClnf 95%	22,397	23,917	25,744	27,753	29,905	32,178	34,559	37,044	39,632	42,321	45,111	47,998	50,984	54,068	57,247	60,519	63,874
ICSup 95%	27,002	30,561	34,050	37,540	41,066	44,643	48,281	51,988	55,775	59,647	63,609	67,663	71,811	76,056	80,397	84,834	89,351
<b>Otras complicaciones</b>	54,498	60,327	66,427	72,744	79,272	86,005	92,940	100,082	107,443	115,029	122,843	130,886	139,162	147,675	156,421	165,397	174,575
IClnf 95%	50,127	54,022	58,547	63,460	68,685	74,182	79,928	85,913	92,139	98,603	105,307	112,246	119,421	126,834	134,479	142,353	150,431
ICSup 95%	58,868	66,631	74,308	82,028	89,858	97,827	105,952	114,252	122,748	131,454	140,378	149,526	158,902	168,516	178,362	188,440	198,720
<b>Sin mención</b>	98,036	106,307	114,961	123,898	133,108	142,580	152,309	162,302	172,578	183,143	194,004	205,159	216,612	228,370	240,424	252,769	265,364
IClnf 95%	92,746	98,686	105,453	112,717	120,385	128,402	136,737	145,384	154,346	163,623	173,216	183,119	193,331	203,858	214,687	225,815	237,202
ICSup 95%	103,326	113,928	124,469	135,078	145,831	156,758	167,880	179,221	190,810	202,663	214,792	227,200	239,893	252,882	266,160	279,723	293,526

Notas: Los casos totales así como los Intervalos de confianza corresponden a la suma de cada grupo de edad respectivamente.

\* Los casos de tratamiento y control se muestran en cientos.

### 3.3 Proyección de casos mediante el modelo de la graduación de tasas

La graduación de tasas se define como los principios y métodos por los que un conjunto de probabilidades observadas o brutas se ajustan para proporcionar una base suavizada. La graduación se clasifica en dos tipos que son: la paramétrica y la no paramétrica; la forma paramétrica pretende encontrar una función matemática de manera que los datos se ajusten a esta mientras que la otra solo realiza un suavizado. Para este trabajo se consideró la paramétrica que es la que más frecuentemente se usa porque tiene varias ventajas debido a que facilita las comparaciones a lo largo del tiempo.

Este método ha sido aplicado frecuentemente en estudios sobre la mortalidad, pero también se ha usado en estudios de epidemiología específicamente en la proyección de la incidencia y prevalencia diabetes mellitus en el mundo, dentro de los que se pueden citar: “*Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030*” (Shaw J.E, 2011), “*The International Diabetes Federation Atlas methodology for estimation global and national prevalence of diabetes in adults*”(Guariguata L., 2011), “*Global Burden of Diabetes 1995-2015 Prevalence, numerical estimates and projections*”(King H., 1998).

En el capítulo anterior se mostraron como variables los casos reportados para cada caso de requerimiento de los servicios a causa de la diabetes mellitus en tres grupos de edad: menores de 20 años, de 20 a 59 años y mayores de 60 años. Sin embargo para este modelo se necesita por lo menos cuatro grupos de edad (Guariguata L., 2011) para cada una de las causas por las que se soliciten los servicios pero si se cuenta un mayor número de grupos de edad es mejor, por lo que se realizó una división nuevamente de los grupos de edad según la fuente de información como se presenta a continuación:

- ❖ En el caso de la incidencia registrada por la DGE dado que cuenta con 11 grupos de edad, se tomaron 7 grupos de edad que son los siguientes: Menores de 20 años, de 20 a 24 años, de 25 a 44 años, de 45 a 49 años, de 50 a 59 años de 60 a 64 años y mayores a 65 años.
- ❖ En los casos de tratamiento y control de esta enfermedad encontrados en la base concentrado estatal de la DGIS solo se encuentran tres grupos de edad que son: menores de 20 años, de 20 a 59 años y mayores de 60 años, por lo que se hizo una excepción y se consideraron los casos proyectados del modelo de “*la tasa de participación*” que se realizó en el punto anterior, debido a que es innecesario aplicar este modelo con tan pocos grupos de edad.
- ❖ Los casos de las complicaciones tomadas de Egresos Hospitalarios y Urgencias de la DGIS, cuentan con 22 grupos de edad quinquenales que van desde menores de un año hasta mayores de 100 años. En este caso se toman los siguientes grupos de edad: menores de 20 años, de los 20 a los 80 años se formaron 12 grupos quinquenales de

edad y el último se tomó como el de mayores de 80 años, formando un total de 14 grupos de edad.

Como se observa las edades inferiores a 20 años se juntaron en un grupo, debido a que en todas las causas de requerimiento de servicios el número registrado de casos es muy pequeño en consideración a la población expuesta para ese grupo de edad. En el caso de mayores de 80 años, a pesar de que se cuente con los grupos quinquenales hasta los 100 años fue necesario agruparlos debido a que después de esa edad llegan a existir problemas en la declaración de edad.

Las hipótesis a considerar son similares a las del primer modelo propuesto como a continuación se enumeran:

- I. Debido a que los casos fueron atendidos en clínicas y hospitales de la Secretaría de Salud, se supone que la población en riesgo de requerir los servicios para cada año es la población no derechohabiente del país como se definió en el punto 3.1.1 considerada a la mitad del año con su respectivo grupo de edad.
- II. Al igual que el modelo anterior, la proyección de casos mediante este modelo se basa en el análisis retrospectivo de los casos por grupo de edad. Por lo que no se consideraron mejoras en los tratamientos para esta enfermedad.
- III. El número de personas que requieren el servicio es una variable aleatoria, es decir, que la probabilidad de requerir el servicio no depende de cualquier otra persona lo haga.

La proyección de casos mediante el método paramétrico se puede hacer mediante dos métodos que son estructurales y no estructurales, el primero considera que la influencia del tiempo solo afecta a los parámetros mientras que la otra incorpora al tiempo como variable en la función. En este trabajo se usa el método estructural, a continuación se describen los pasos del modelo.

El modelo consiste en 5 pasos, en el primer paso se realizó el cálculo de las tasas por afección y por grupo de edad para cada año de la misma forma que en el primer modelo, con la modificación de los grupos de edad que se describieron; dado que las tasas son muy pequeñas fueron multiplicadas por la constante  $c=100$ .

El segundo paso consiste en graduar las tasas mediante el método paramétrico que como se mencionó se basa en la hipótesis de que la tasa de utilización de servicios procede de una función que depende de la edad  $x$ , por lo que en este paso se pretende encontrar a la función  $f_{\alpha}(x)$  con  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)$  los parámetros a estimar.

Al usar este método se busca encontrar una función que permita un buen ajuste de las tasas con el menor número de parámetros, a causa de que al usar una función con un número muy grande de parámetros aunque tendría un mejor ajuste a las tasas podría ser perjudicial, debido a que al comparar las series de los parámetros se pueden encontrar cambios dramáticos que dificulten la proyección futura. Es por eso que existe una fuerte



relación entre la sobreparametrización y la inestabilidad de los parámetros a lo largo del tiempo, por lo que se prefieren funciones con pocos parámetros aun a costa de ligeras pérdidas de bondad de ajuste.

El tercer paso es la proyección de las tasas que como se explicó se usó el método estructural que se basa en la hipótesis de que las tasas son ajustadas a función que depende de la edad  $x$  de forma de que la función del ajuste sea la misma a lo largo de los años históricos y que depende del tiempo a través de sus parámetros es decir  $f(\alpha_1(t), \alpha_2(t), \dots, \alpha_k(t), x)$ . De esta manera los valores de los parámetros  $\alpha_1(t), \alpha_2(t), \dots, \alpha_k(t)$  forman una serie temporal la cual puede ser proyectada al igual que el modelo de "las tasas de participación" con un modelo ARIMA.

En el cuarto paso consiste en que una vez proyectados los parámetros, se evalúan en la función  $f(\alpha_1(t), \alpha_2(t), \dots, \alpha_k(t), x)$  con su respectivo valor de las  $\alpha_1(t), \alpha_2(t), \dots, \alpha_k(t)$  al año proyectado  $t$ .

Finalmente, para encontrar los casos para los próximos años primero se dividen las tasas proyectadas entre la constante por la que fueron multiplicados, es decir,  $c=100$  y posteriormente se multiplica este resultado por la proyección de la población no derechohabiente que se describió en la sección 3.2.1.

### 3.3.1 Aplicación del modelo

En este modelo el primer paso consiste en el cálculo de las tasas para cada grupo de edad, las cuales se obtuvieron como el número de casos atendidos para cada una de las afecciones por grupo de edad y año, entre el número de personas sin seguridad social por grupo de edad y año respectivamente, al igual que en el modelo anterior.

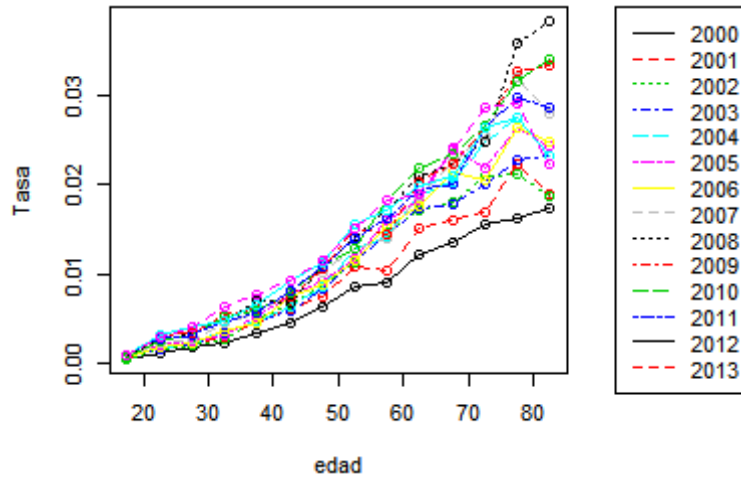
#### ❖ Ajuste de las tasas a las funciones

Como los datos se encuentran por grupo de edad y lo que se desea es encontrar una función  $f_a(x)$ , la cual depende de la edad  $x$ , el valor de  $x$  se define como el punto medio o marca de clase de cada grupo de edad que se obtiene sumando el límite inferior y superior del intervalo entre dos, por ejemplo en el caso del grupo de edad de 20 a 24 años  $x = (20+24.9)/2=22.5$  aplicando redondeo. En el caso de los extremos que son los grupos de edad menores de 20 años y mayores de 80 años aunque agrupen 20 años se supuso que la tasa es del quinquenio anterior a los 20 años y posterior a los 80 años debido a que la mayoría de los casos reportados se encuentran en las edades cercanas a las edades límites de forma que los valores de  $x$  son 17.5 y 82.5 respectivamente.

Al definir el valor de  $x$  con el programa estadístico R 2.0 se calcularon las tasas y se realizaron gráficos de dispersión de los datos donde en el eje de las abscisas  $X$  se encuentra la edad  $x$  y en el eje de las ordenadas  $Y$  se encuentra la tasa  $tasa_{i,t}$  de la causa  $i$  en el año

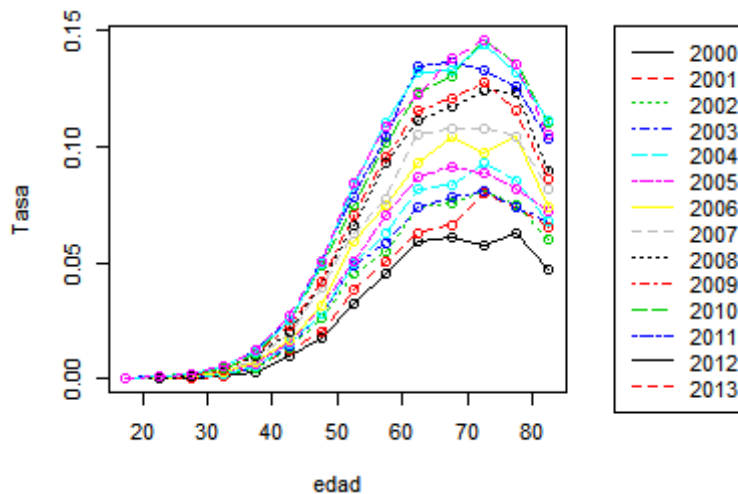
$t$ -ésimo, las tasas se encuentran por cada 100 no derechohabientes. En el gráfico de dispersión de la tasa de Egresos Hospitalarios (E.H.) por complicaciones metabólicas se observa que para cada año existe un mismo patrón es decir en que a medida que aumenta el valor en  $x$  también aumenta el valor de la tasa. Además, se observa que el valor máximo de la tasa se encuentra en el último grupo de edad (Figura 2).

**Figura 2: Tasas de E. H. por complicación metabólica 2000-2013**



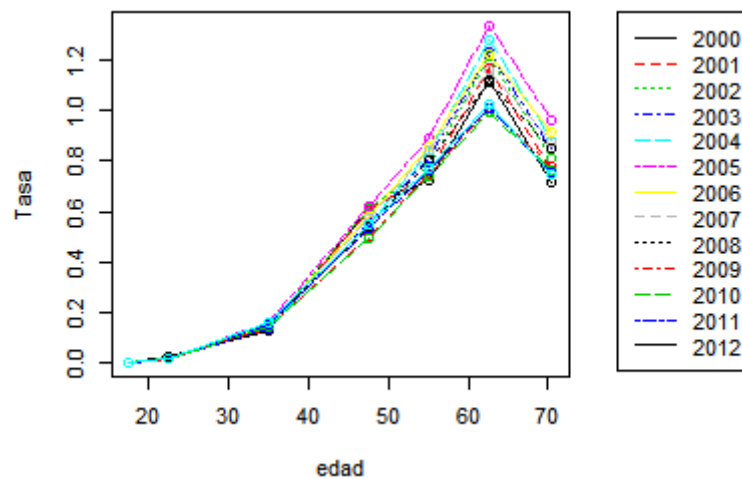
Sin embargo, la mayoría de las causas por hospitalización y urgencias tienen un comportamiento en el que mientras aumenta el valor de la edad  $x$  aumenta el valor de la tasa hasta que alcanza un punto máximo y después comienza a decrecer, en la mayoría de los casos el punto máximo se encuentra entre las edades de 65 y 80 años. Esto se observa en el caso de la tasa de E. H. por complicación circulatoria donde la tasa alcanza el valor máximo entre las edades de 65 a 75 años, además se observa que mientras transcurre el tiempo las tasas son mayores (Figura 3).

**Figura 3: Tasa de E. H. por complicación circulatoria 2000-2013**



En el caso de la información de la incidencia que procede de la DGE, dado que cuenta con un menor número de grupos de edad y estos no tienen la misma amplitud, es decir, mientras que algunos grupos de edad se componen de hasta 20 edades otros solo cuentan con 5, se consideró pertinente tomar los grupos de edad tal como aparecen en la fuente de información porque al analizar el gráfico de dispersión de las tasas para cada año se observó que su comportamiento es similar al de varias tasas de complicaciones de hospitalización o urgencias como se observa a continuación. En este caso la edad  $x$  también se tomó como la marca de clase previamente descrita; sin embargo, en este caso dado que el último grupo de edad es de mayores de 65 años se supuso como de 65 a 75 años por lo que  $x$  tiene el valor 70.5 (Figura 4).

**Figura 4: Tasa de incidencia 2000-2012**



Como el objetivo de este modelo es ajustar los datos mediante una curva paramétrica que dependa de la edad para cada año y cada causa, de tal forma que permita encontrar los valores futuros de los parámetros como se mencionó al inicio, es conveniente elegir funciones que tengan el menor número de parámetros aunque con esto se pierda un poco la bondad y ajuste.

La mayoría de las complicaciones de cada requerimiento de servicio muestra un comportamiento similar de las tasas a los dos últimos gráficos por tanto una forma de ajustar los datos sería mediante un polinomio pero debido a la forma que tienen las tasas se necesitaría al menos uno de tercer grado el cual tiene cuatro parámetros, sin embargo se pueden encontrar funciones de tres parámetros que aunque han sido usadas para efecto de ajuste de las tasas de fertilidad tienen la misma forma que las tasas de diabetes, algunas de estas son funciones de distribución probabilísticas que han sido multiplicadas por una constante. A continuación se describen:

- ❖ *Función Hadwiger* propuesta por (Hadwiger, 1940, Gilje, 1972), cuenta con tres parámetros desconocidos  $a$ ,  $b$ , y  $c$ , esta función es frecuente utilizada para graduar tasas de fecundidad los parámetros no tienen una interpretación demográfica. Sin embargo se puede observar que los parámetros  $b$  y  $c$  determinan la forma mientras

que la  $a$  es un escalar que solo alarga o disminuye los valores de la tasa conservando la forma.

$$f(x) = \frac{ab}{c} \left(\frac{c}{x}\right)^{3/2} \exp\left\{-b^2\left(\frac{c}{x} + \frac{x}{c} - 2\right)\right\}$$

- ❖ *Función gamma*, como función de densidad probabilística cuenta con 2 parámetros  $b$  y  $c$  donde representan la forma y la escala respectivamente, además mediante ciertos valores de los parámetros puede adoptar la forma de una campana; sin embargo, la que se propone se le agrega el parámetro  $R$  el cual solo alarga o aplana el valor de la tasa y se expresa de la siguiente forma:

$$f(x) = R \frac{1}{\Gamma(b)c^b} x^{b-1} \exp\left\{-\frac{x}{c}\right\}$$

- ❖ *Función Weibull* esta también se encuentra como una función de densidad de probabilidad, esta función tiene la forma de campana dependiendo del valor de los parámetros  $a$  y  $b$  donde el primero es el parámetro de forma y el segundo de escala que son los que proporcionan gran flexibilidad a esta función, el parámetro  $d$  que solo alarga o aplana la forma según sea el caso.

$$f(x) = d \left(\frac{a}{b}\right) \left(\frac{x}{b}\right)^{a-1} \exp\left\{-\left(\frac{x}{b}\right)^a\right\}$$

- ❖ *Función Normal*, al igual que el anterior como función de densidad de probabilidad tiene la forma de una campana y cuenta con dos parámetros  $m$  y  $s$ , las cuales son la esperanza y varianza respectivamente, esta función también fue multiplicada por un escalar  $R$ .

$$f(x) = R \frac{1}{\sqrt{2\pi s^2}} \exp\left\{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}\right\}$$

- ❖ *Función Peristera-Kostaki*, esta función es frecuentemente usada en la graduación de tasas de fertilidad, esta función cuenta con 3 parámetros  $c$ ,  $\mu$ , y  $s$  donde los últimos dos indican la forma, la curva es similar a la normal, es decir toma la forma de campana y se expresa:

$$f(x) = c * \exp\left[-\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2\right]$$

Las funciones propuestas para la graduación de datos cuentan con tres parámetros y no son lineales, el problema de ajustar las tasas a estas funciones se puede representar según la siguiente expresión, que muestra los valores de las tasas como una función que depende de las edades y de los parámetros:

$$Tasa_{i,i} = f(x_i, \theta) + \varepsilon_i \text{ con } i = 1, 2, \dots, G$$

Existen diferentes métodos para la estimación de los parámetros en el caso de las que pertenecen a las funciones de densidad de probabilidad los más nombrados son el de

máxima verosimilitud y el de momentos; sin embargo, se tienen que ajustar la otras curvas como la función Hadwiger y la Peristera por lo que para que el ajuste sea de una forma homogénea el método que se utilizó fue el de regresión no lineal.

El ajuste de los parámetros se realizó por medio del método de mínimos cuadrados no lineales, donde las tasas se expresan como funciones de las edades de tal manera que la suma de los residuales al cuadrado se expresa de la siguiente forma:

$$S(\boldsymbol{\theta})_t = \sum_{n=1}^G \left( tasa_{t,n} - f_t(x_n, \boldsymbol{\theta}) \right)^2$$

Donde  $G$  es el número de grupos de edad que depende de la fuente de información,  $x_n$  es la marca de clase de cada grupo de edad como se definió y  $\boldsymbol{\theta}$  representa los parámetros. Los parámetros estimados se denotan como  $\hat{\boldsymbol{\theta}}$  que son los que minimizan la suma de residuales al cuadrado.

Para encontrar los valores que minimicen la función se usó el método de mínimos cuadrados no lineales debido a que las funciones propuestas no son lineales, al igual que en su forma lineal se deriva la función con respecto a los parámetros y se igualan a cero, sin embargo resolver ese problema en muchos casos es difícil ya que no se encuentra una forma analítica para calcularlos. Por lo que se requieren de métodos iterativos como el de Gauss Newton el cual mediante valores iniciales emplea aproximaciones numéricas a su derivada.

Para calcular los parámetros que minimicen  $S(\boldsymbol{\theta})$  se utilizó el programa estadístico R que contiene la función nls (por sus siglas en inglés Non-Linear-Squares o Mínimos Cuadrados No Lineales). Una vez aplicado este algoritmo para cada una de las funciones propuestas, el criterio de elección fue aquella función que tuviera el menor valor de la suma de los residuales al cuadrado  $S(\boldsymbol{\theta})$  o SRC para cada año.

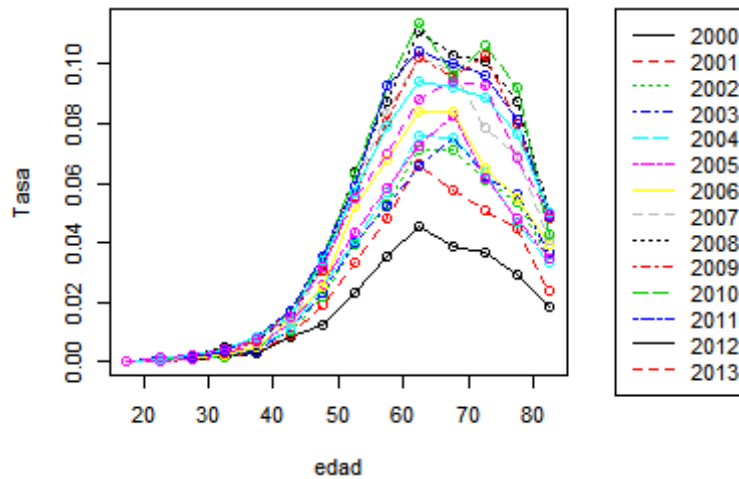
En las tablas de las próximas páginas se muestran para cada una de las causas de atención la curva que se eligió según el criterio previamente descrito con la serie histórica de la estimación del parámetro según la curva. Se puede observar que en la mayoría de los casos se eligió la función Weibull que se puede relacionar con el color azul marino de las tablas, la función Gamma relacionada con el color verde y Normal con azul cielo.

Se observó que al realizar el ajuste de la función Normal y Peristera arroja el mismo valor del SRC debido a que estas dos funciones tienen una expresión similar, sin embargo se eligió la función normal debido a que las propiedades de esta función de probabilidad son más conocidas.

En la mayoría de las tasas no existió ningún inconveniente al momento de ajustar; sin embargo, en la tasa de hospitalización por complicación metabólica el valor de los parámetros en 2008 y 2009 no fueron congruentes con el resto debido a que existió un aumento muy grande de los parámetros con respecto a los otros años, en este caso se tomó el valor de estos parámetros como el valor del año 2007.

Una segunda causa por la que se necesitó revisar el valor de los parámetros fue que al realizar el ajuste se encontró que en ciertos años la curva tenía ligeras modificaciones con respecto al resto de los años. Por ejemplo el gráfico de dispersión de la tasa de E.H. por complicación renal en donde se observa que principalmente para el año 2010 existe un decrecimiento de la tasa para el grupo de edad 11 que es el de 65 a 70 años el cual hace que difiera al resto de la forma de las curvas porque en el resto de los años se muestra un solo punto máximo, por lo que se hizo un re ajuste de la curva pero quitando el grupo de edad 11 (Figura 5).

**Figura 5: Tasas de E. H. complicación renal 2000-2013**



Al igual que esta tasa existen otras que presentan el mismo problema, en las siguientes tablas se pueden identificar con color verde los años para los que se realizó el reajuste.

**Tabla 3.7: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de incidencia, E.H. por complicación metabólica y renal**

Año	Incidencia					Metabólicas					Renales				
	Weibull					Normal					Normal				
Parámetros iniciales	d	a	b	SRC	R2	c	m	s	SRC	R2	c	m	s	SRC	R2
	40	8	65			1	65	8			2	65	10		
2000	36.4626	5.9811	63.7647	4.44E-02	0.9740	1.2202	87.0138	27.6337	1.82E-06	0.9961	1.3450	65.9868	12.3994	4.29E-05	0.9880
2001	37.5267	6.1735	64.0581	4.16E-02	0.9779	1.3944	85.4349	27.3413	1.69E-05	0.9743	1.9056	65.9718	12.1282	1.00E-04	0.9868
2002	38.8088	6.2969	64.2180	3.96E-02	0.9807	1.1323	75.8202	22.1358	3.64E-06	0.9952	2.3003	66.9020	12.7870	4.49E-05	0.9955
2003	38.7219	6.6117	64.4347	1.87E-02	0.9914	1.5368	84.5522	26.5740	3.96E-06	0.9954	2.3744	67.4114	13.2038	5.30E-05	0.9948
2004	39.1673	6.8492	64.3769	1.97E-02	0.9917	1.4541	80.2440	23.0905	1.60E-05	0.9859	2.3210	65.9755	12.2242	3.74E-05	0.9965
2005	42.7543	6.5681	64.4406	2.63E-02	0.9900	1.5023	80.3069	23.9177	1.57E-05	0.9859	2.3901	65.9684	12.4629	9.09E-05	0.9918
2006	40.1836	6.4411	64.4261	1.61E-02	0.9928	1.6734	84.8424	26.2467	1.15E-05	0.9890	2.6597	65.6950	12.6559	1.30E-04	0.9904
2007	39.2140	6.3677	64.2315	1.43E-02	0.9932	2.2895	91.3201	28.7141	2.43E-05	0.9825	3.1195	65.6042	12.2262	1.60E-04	0.9919
2008	37.5063	6.4137	64.3812	1.47E-02	0.9925	9.6786	139.3272	44.6096	2.81E-05	0.9852	3.6187	66.8857	12.8662	2.23E-04	0.9909
2009	34.5445	6.3496	64.3050	1.04E-02	0.9936	3.9544	108.0920	35.8511	1.49E-05	0.9905	3.4046	67.2065	12.8629	1.81E-04	0.9917
2010	33.7818	6.4237	64.2896	1.13E-02	0.9928	2.9308	96.6249	31.2768	7.07E-06	0.9957	3.7228	66.6216	12.0924	2.08E-04	0.9910
2011	35.0293	6.2498	64.1544	1.25E-02	0.9923	2.3958	92.4595	30.4858	1.35E-05	0.9896	3.5302	66.4577	13.0528	1.76E-04	0.9922
2012	35.5120	6.2281	64.1991	1.41E-02	0.9915	1.6571	79.7718	26.0773	1.89E-05	0.9822	3.3271	66.9803	13.5969	8.19E-05	0.9956
2013	-	-	-	-	-	2.8958	96.1781	33.3181	9.40E-06	0.9914	3.1840	67.2907	13.3738	5.77E-05	0.9967

Nota: Las tasas que se usaron para el ajuste es de 1 por cada 100 no derechohabientes del país.  
En la incidencia no se encuentra información para el año 2013.

- Años atípicos.
- Tasas reajustadas por datos atípicos.

**Tabla 3.8: Curva de ajuste y parámetro de las tasas de E.H. por complicación oftálmica, neurológica y circulatoria**

Año	Oftálmicas					Neurológicas					Circulatorias				
	Weibull					Weibull					Gamma				
Parámetros iniciales	d	a	b	SRC	R2	d	a	b	SRC	R2	k	B	c	SRC	R2
	3	8	70			1	8	70			20	70	1		
2000	0.0593	7.1710	69.4892	5.74E-07	0.9404	0.1198	5.6007	71.8757	2.86E-06	0.8923	2.6398	19.6725	3.7558	3.92E-05	0.9951
2001	0.1391	6.2625	70.8047	1.24E-06	0.9701	0.1826	5.8469	71.7825	4.41E-06	0.9278	3.5578	16.0131	4.8738	6.83E-05	0.9946
2002	0.1100	6.8379	67.2766	2.03E-06	0.9364	0.1833	5.2514	72.8123	3.64E-06	0.9287	3.4122	17.8250	4.1553	5.68E-05	0.9959
2003	0.1528	5.0622	75.1465	3.70E-06	0.8970	0.2140	4.5853	83.5660	1.25E-06	0.9686	3.6863	16.1910	4.6405	3.40E-05	0.9977
2004	0.1993	6.7503	73.3549	4.72E-06	0.9492	0.1783	5.2797	71.7550	3.79E-06	0.9251	3.8563	17.9279	4.1515	7.92E-05	0.9956
2005	0.1304	5.8641	70.1037	1.73E-06	0.9481	0.2246	5.1796	74.8485	2.04E-06	0.9714	3.9065	17.9334	4.0884	1.61E-05	0.9991
2006	0.1371	6.2757	69.9377	1.21E-06	0.9704	0.2114	5.8414	74.2603	2.49E-06	0.9674	4.3669	18.3636	4.0137	1.93E-04	0.9919
2007	0.0981	6.4301	68.6645	1.57E-06	0.9323	0.1628	5.8751	72.5471	1.19E-06	0.9739	4.7283	17.5685	4.1933	9.77E-05	0.9963
2008	0.0899	5.8744	69.7846	1.34E-06	0.9181	0.2396	5.2168	79.8834	4.75E-07	0.9932	5.3063	17.8990	4.1364	2.08E-04	0.9939
2009	0.0712	6.3144	67.8061	7.08E-07	0.9405	0.1768	6.5251	73.4310	2.54E-06	0.9598	5.1716	18.6835	3.8894	1.27E-04	0.9963
2010	0.0653	6.1245	70.5872	9.16E-07	0.9014	0.2163	4.7476	79.2528	2.93E-06	0.9438	6.3551	16.3017	4.6332	1.51E-04	0.9965
2011	0.0989	6.9747	67.0153	3.35E-07	0.9875	0.2048	5.0623	77.9700	4.45E-06	0.9195	5.8843	17.6668	4.1329	6.78E-05	0.9984
2012	0.1000	6.6229	67.9241	1.10E-06	0.9564	0.1317	4.8841	73.2799	1.71E-06	0.9243	6.3129	16.5609	4.4774	1.18E-04	0.9973
2013	0.0942	5.8726	68.9314	5.70E-07	0.9669	0.1321	5.4078	72.9448	6.45E-07	0.9757	6.2949	16.5035	4.4999	1.96E-04	0.9955

Nota: Las tasas que se usaron para el ajuste es de 1 por cada 100 no derechohabientes del país.

Tasas reajustadas por datos atípicos.



**Tabla 3.9: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de E.H. otras complicaciones y sin mención de la complicación**

Año	Otras complicaciones					Sin mención de la complicación				
	Weibull					Weibull				
Parámetros iniciales	d	a	b	SRC	R2	d	a	b	SRC	R2
	3	8	75			3	8	70		
2000	3.7254	5.3102	76.4972	1.34E-04	0.9931	4.5692	5.3354	77.1669	1.48E-04	0.9948
2001	4.4582	5.4781	75.1991	1.87E-04	0.9937	4.1577	4.9541	79.6139	1.04E-04	0.9946
2002	5.5467	5.2483	77.9396	1.85E-04	0.9954	3.6810	5.1303	78.3819	5.61E-05	0.9966
2003	6.4747	5.3714	77.7604	2.46E-04	0.9957	3.9890	5.0444	79.1288	1.04E-04	0.9945
2004	6.3132	5.3667	77.3083	2.41E-04	0.9956	4.0943	5.2952	77.9105	8.27E-05	0.9963
2005	6.9188	5.3100	78.1226	3.25E-04	0.9949	5.1028	5.1829	77.7149	1.81E-04	0.9946
2006	7.1396	5.3940	76.7157	2.32E-04	0.9963	5.6265	5.1919	79.4272	1.50E-04	0.9961
2007	6.5164	5.6015	76.3777	2.65E-04	0.9959	6.4315	5.2569	79.3404	2.11E-04	0.9959
2008	6.2168	5.6045	77.0015	1.39E-04	0.9976	6.3230	5.3280	80.5550	1.87E-04	0.9962
2009	5.3614	5.2864	76.9604	1.54E-04	0.9960	5.8133	5.5193	79.0456	1.82E-04	0.9961
2010	5.1436	5.4494	78.0234	5.13E-05	0.9986	6.0815	5.4506	80.7829	1.61E-04	0.9965
2011	5.5985	5.3433	78.7941	7.87E-05	0.9981	6.1065	5.4084	80.0196	1.09E-04	0.9977
2012	5.3461	5.4076	77.7151	1.56E-04	0.9960	6.6698	4.9767	82.2992	6.23E-05	0.9986
2013	5.7672	5.1461	80.6419	2.86E-04	0.9926	6.0302	5.1983	81.5967	1.28E-04	0.9969

Nota: Las tasas que se usaron para el ajuste es de 1 por cada 100 no derechohabientes del país.

7.1396 Tasas reajustadas por datos atípicos.

**Tabla 3.10: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de urgencias por complicación metabólica, renal, oftálmica y neurológica**

Año	Metabólicas					Renales				
	Normal					Normal				
Parámetros iniciales	c	m	s	SRC	R2	c	m	s	SRC	R2
	2	70	8			2	70	10		
2007	1.6635	73.4934	18.4261	1.06E-05	0.9959	0.9776	69.7376	15.0399	1.92E-05	0.9859
2008	1.3515	76.9318	20.9371	8.65E-06	0.9931	1.2423	69.9178	14.1954	4.56E-05	0.9817
2009	1.8396	78.8601	23.2756	1.87E-05	0.9896	1.1998	69.0906	13.8129	4.44E-05	0.9815
2010	1.8446	75.3920	20.4840	9.02E-06	0.9963	1.5170	68.1822	13.0783	5.95E-05	0.9857
2011	2.0773	78.1997	22.1412	2.37E-05	0.9908	1.7077	68.8410	14.9023	3.95E-05	0.9906
2012	2.1458	74.5313	20.8268	3.33E-05	0.9895	1.7438	68.8267	14.4395	1.97E-05	0.9958
2013	2.1538	76.3954	21.5972	7.19E-05	0.9756	1.9268	69.2021	15.2122	3.10E-05	0.9940

Año	Oftálmicas					Neurológicas				
	Gamma					Weibull				
Parámetros iniciales	R	b	c	SRC	R2	d	A	b	SRC	R2
	100	70	1			3	5	70		
2007	0.0815	19.7876	3.4465	6.02E-07	0.9377	0.5144	5.2336	74.3529	1.93E-06	0.9947
2008	0.1044	26.9894	2.4719	3.57E-07	0.9826	0.5727	5.1017	75.8713	6.56E-06	0.9848
2009	0.1825	17.6827	4.1425	3.18E-06	0.9246	0.6731	6.0652	72.6320	5.33E-06	0.9935
2010	0.3204	13.8118	5.6320	1.79E-06	0.9798	0.8780	5.7049	72.8637	1.94E-05	0.9846
2011	0.5872	17.5858	4.1347	6.07E-06	0.9852	1.0698	5.6673	73.2028	3.86E-05	0.9789
2012	0.8746	14.8431	4.9946	3.11E-06	0.9958	1.0723	5.6076	73.6701	3.13E-05	0.9827
2013	0.2197	22.7248	2.9431	6.33E-06	0.9245	1.1179	5.5266	73.0086	1.06E-05	0.9945

Nota: Las tasas que se usaron para el ajuste es de 1 por cada 100 no derechohabientes del país

Tasas reajustadas por datos atípicos

**Tabla 3.11: Curva de ajuste y parámetros de las tasas de urgencias por complicación circulatoria, otras complicaciones y sin mención de la complicación**

Año	Circulatorias					Otras complicaciones				
	Gamma					Weibull				
Parámetros iniciales	k	b	c	SRC	R2	d	a	b	SRC	R2
	100	70	1			3	5	75		
2007	4.6804	15.5408	4.8631	3.08E-04	0.9863	8.3535	5.3467	74.7368	3.08E-04	0.9969
2008	5.3468	18.6052	3.8684	1.72E-04	0.9946	9.8635	5.3386	75.9500	9.05E-04	0.9933
2009	6.2562	18.3747	3.9477	2.87E-04	0.9941	12.7620	5.0174	76.4660	7.94E-04	0.9960
2010	7.3234	17.6552	4.1636	8.63E-05	0.9984	14.4418	5.0082	76.1709	1.56E-03	0.9939
2011	8.3394	17.1175	4.2259	1.12E-04	0.9986	15.2307	5.0401	75.7967	1.41E-03	0.9951
2012	8.6714	16.9885	4.2435	1.16E-04	0.9987	17.0653	5.1849	75.0106	5.47E-04	0.9983
2013	9.0072	16.0070	4.5773	2.78E-04	0.9964	17.4735	5.1502	74.7259	7.16E-04	0.9979

Año	Sin mención de la complicación				
	Weibull				
Parámetros iniciales	d	a	b	SRC	R2
	20	5	72		
2007	20.3678	5.3204	74.7466	3.67E-03	0.9937
2008	21.9195	5.2437	75.5267	3.25E-03	0.9950
2009	23.9692	5.1246	75.5664	3.19E-03	0.9957
2010	25.4251	5.2044	75.3040	2.76E-03	0.9968
2011	28.4629	5.0794	74.8897	5.24E-03	0.9949
2012	31.1345	5.0567	75.2265	5.56E-03	0.9954
2013	33.0872	4.9723	76.2058	6.89E-03	0.9947

Nota: Las tasas que se usaron para el ajuste es de 1 por cada 100 no derechohabientes del país

Tasas reajustadas por datos atípicos

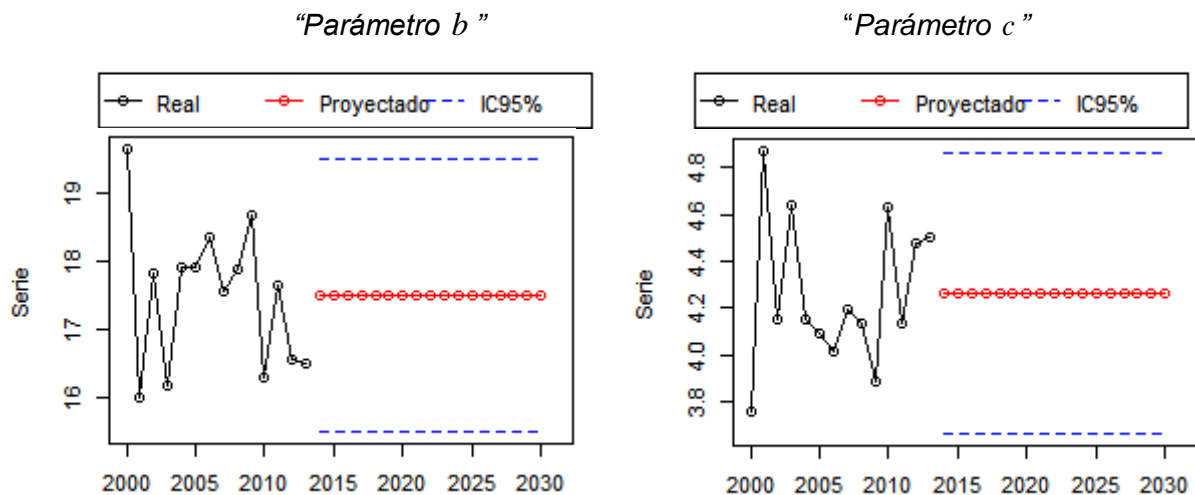
## ❖ Proyección de parámetros

Después de la elección de las curvas y de la estimación de los parámetros se formaron series históricas con los parámetros estimados. El siguiente paso consiste en proyectar los parámetros para lo cual se utilizó al igual que en el “*modelo de la tasa de participación*” la metodología Box-Jenkins.

En la serie de parámetros se observó que existen principalmente dos tipos. El primer tipo son los que determinan la forma de la curva elegida que se nombraron como “*parámetros de forma*”, por ejemplo en la distribución Normal son  $m$  y  $s$ , en el de la función gamma  $b$  y  $c$ , etc. La serie de cada parámetro se representa como  $Y_t$ .

En los *parámetros de forma* estimados se observó que la mayoría de las series a través del tiempo son estacionarias debido a que no muestran tendencia y en general las series oscilan alrededor de la media de forma constante además existen casos en que la serie de los parámetros estimados se encuentra en intervalos muy pequeños, tal es el caso de las tasas de hospitalización por complicaciones circulatorias que fueron ajustadas por la función gamma la cual tiene los *parámetros de forma*  $b$  y  $c$ .

En la siguiente figura se muestra del lado derecho la serie del parámetro  $b$  en color negro, como se observa la serie del parámetro tomó valores en el intervalo [16, 19.7] además esta no tiene tendencia ni ciclo. Al aplicar la metodología Box Jenkins se modeló con un ARIMA (0,0,0) con media distinta de cero según la siguiente expresión  $Y_t = 17.5079 + e_t$ . Al aplicar las pruebas para la validación del modelo no se encontró evidencias para rechazar la normalidad y la independencia de los residuales, por lo que la proyección del parámetro fue  $Y_t(l) = 17.5079$  de 2014 hasta 2030.



La situación del parámetro  $c$  de esta tasa es similar, en el lado derecho se observa que la serie que no tiene tendencia, ni presenta ciclos al igual que el otro parámetro. En este caso el valor del parámetro oscila entre [3.7, 4.9] al aplicar la metodología Box-Jenkins se

eligió un ARIMA (0,0,0) en dónde  $Y_t = 4.2601 + e_t$ . Para la validación se analizaron los residuales donde no se rechaza ni la normalidad ni independencia. Por lo que se proyectó con  $Y_t(l) = 4.2601$  de 2014 hasta 2030. Mismo que se muestra en la figura con su intervalo de confianza donde los límites son menores a la unidad con respecto al valor proyectado.

La mayoría de los *parámetros de forma* de las curvas ajustadas para las tasas de incidencia, hospitalización y urgencias fueron proyectados con un ARIMA (0,0,0), esto quiere decir que en los últimos años no ha existido un cambio drástico de las tasas en su estructura por edad, lo que implica que la forma de la curva ha mantenido constante en el tiempo y que se espera que así continúe.

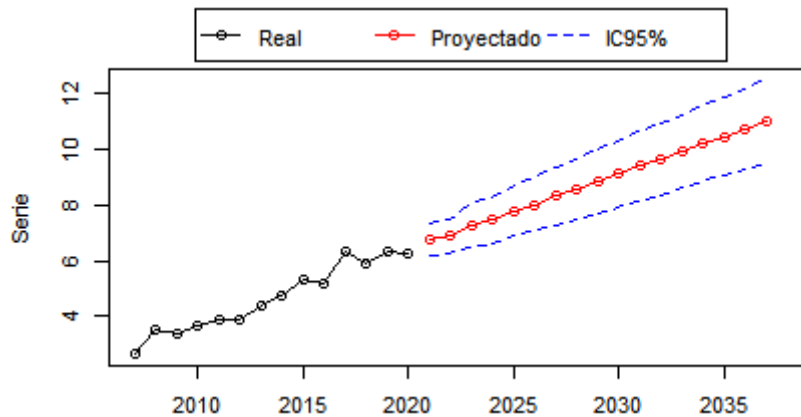
El segundo tipo son los “*parámetros escalares*” que reflejan que tanto se alarga, se reduce o permanece constante la altura de las tasas en el tiempo, por ejemplo cuando el escalar aumenta implica que las tasas también aumentan o si se encuentra constante las tasas se han permanecido constantes manteniendo siempre la misma forma con respecto a los grupos de edad. En la función normal el *parámetro escalar* es  $c$ , en la función gamma  $k$ , etc.

Los *parámetros escalares* fueron proyectados usando la metodología Box-Jenkins y también al igual que en el “*modelo de la tasa de participación*” se observaron principalmente dos casos para modelarlos con un ARIMA tal como se mostro en la pág. 56. Continuando con el ejemplo las tasas de hospitalización por complicación circulatoria que ajustada a la función gamma, el *parámetro escalar* es  $k$  después de usar la metodología se eligió un ARIMA(1,1,0) con *deriva* que tiene la siguiente expresión:

$$\Delta Y_{t-1} - \mu = \phi(\Delta Y_{t-1} - \mu) + e_t .$$

También puede ser escrito como:  $Y_t = (1 + \phi)Y_{t-1} - \phi Y_{t-2} + (1 - \phi)\mu + e_t$  donde  $\phi = -0.7382$  y  $\mu = 0.2694$ , en la que no se encontró ninguna razón para rechazarlo en el análisis de residuales. En la siguiente figura se muestra la proyección con este modelo; como se puede ver muestra una tendencia creciente la cual indica que existe un aumento en las tasas el cual se refleja como un aumento en casos.

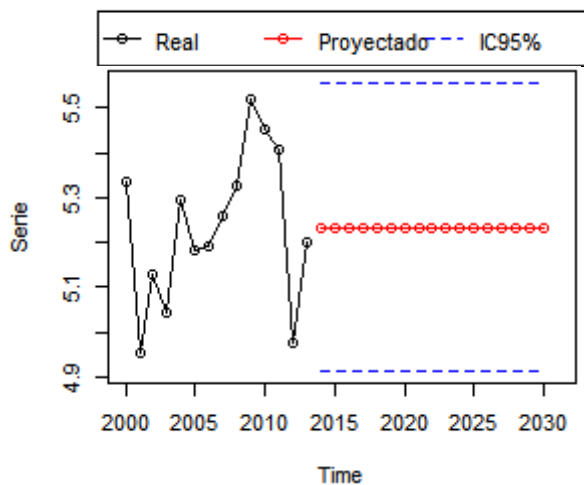
“Parámetro  $k$ ”



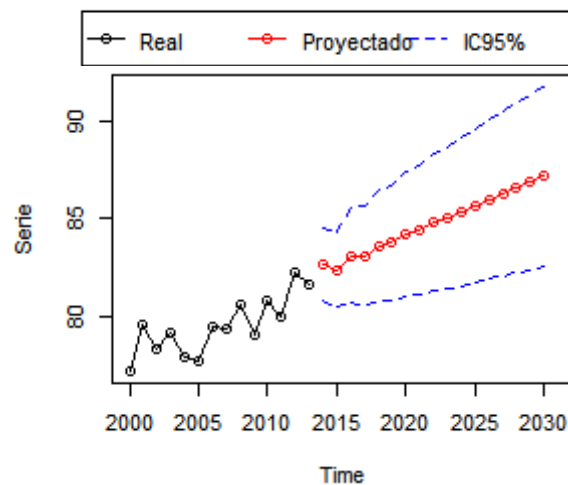
Los únicos casos en donde los *parámetros de forma* tuvieron tendencia fueron el de la tasa de hospitalización metabólica, sin mención de la complicación y la tasa de urgencias sin mención de la complicación.

Una tendencia en los *parámetros de forma* genera un cambio de la curva en su estructura por edad, esto se puede ver con la tasa de hospitalización sin mención de la complicación que fue ajustada por la curva Weibull donde sus *parámetros de forma* son  $a$  y  $b$ , en las siguientes gráficas se muestra la serie y el intervalo de confianza del 95% del lado izquierdo del parámetro  $a$  fue modelado con un ARIMA(0,0,0) debido a que no presentó una tendencia, en cambio el parámetro  $b$  que se observa en el lado derecho fue modelado con un ARIMA(1,1,0) con *deriva* debido a que presenta una tendencia.

“Parámetro  $a$ ”

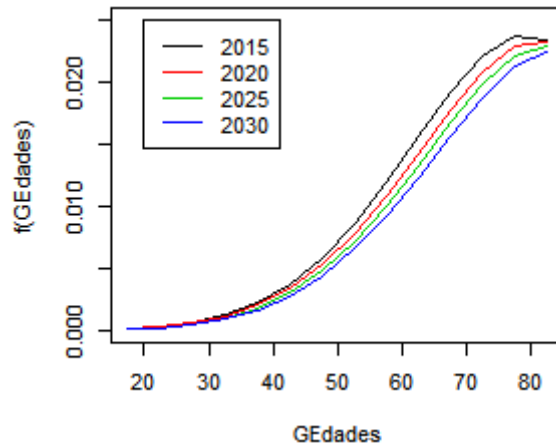


“Parámetro  $b$ ”



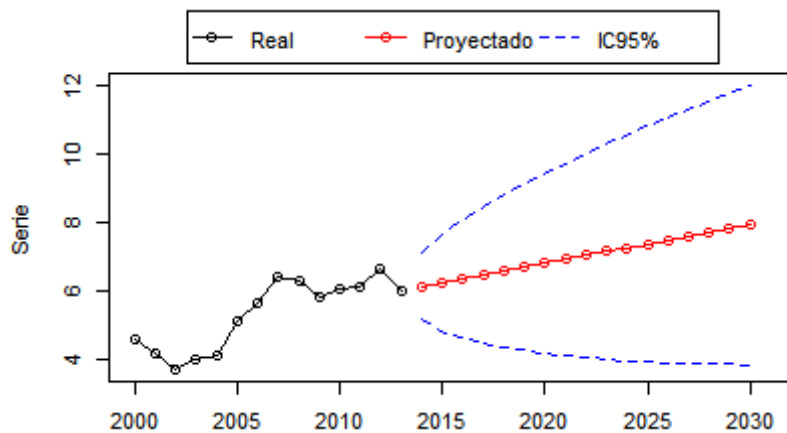
Como se observa la serie que tiene tendencia es la del parámetro  $b$ . Considerando la proyección para cada uno de los *parámetros de forma* de la función Weibull, los cambios de la curva en el tiempo serían como los que se muestran en la siguiente figura.

“Cambio de la función de densidad Weibull 2015-2030”



Al ser creciente el parámetro  $b$  se observa que a medida de que transcurre el tiempo existe una ligera inclinación hacia las edades mayores, además la probabilidad de la función weibull de los grupos de edad mayores a los 50 años son menores para los años más próximos a 2030 con respecto al año 2015, por tanto el *parámetro escalar  $d$*  en este caso no expresa en su totalidad el crecimiento de la tasa para este servicio. Finalmente el parámetro  $d$  fue modelado con un ARIMA (0,1,0) con *deriva*, en la siguiente figura se muestra la proyección.

“Parámetro  $d$  “



En la siguiente tabla se muestran los modelos ARIMA elegidos para cada parámetro según la función ajustada a las tasas para cada caso de requerimiento de servicios:

**Tabla 3.12: Modelo ARIMA de los parámetros según la función de ajuste**

Parámetros	Modelo ARIMA	Deriva	Parámetros	Modelo ARIMA	Deriva
<b>Incidencia</b>					
	<b>Weibull</b>				
d	ARIMA(1,0,0)				
a	ARIMA(0,0,0)				
b	ARIMA(0,0,0)				
<b>Hospitalización</b>			<b>Urgencias</b>		
<b>Metabólicas</b>		<b>Normal</b>	<b>Metabólicas</b>		<b>Normal</b>
c	ARIMA(0,1,0)	Si	c	ARIMA(0,1,0)	Si
m	ARIMA(0,1,0)	No	m	ARIMA(0,0,0)	
s	ARIMA(0,1,0)	No	s	ARIMA(0,0,0)	
<b>Renales</b>		<b>Normal</b>	<b>Renales</b>		<b>Normal</b>
c	ARIMA(0,1,0)	Si	c	ARIMA(0,1,0)	Si
m	ARIMA(0,0,0)		m	ARIMA(0,0,0)	
s	ARIMA(0,0,0)		s	ARIMA(0,0,0)	
<b>Oftálmicas</b>		<b>Weibull</b>	<b>Oftálmicas</b>		<b>Gamma</b>
d	ARIMA(0,0,0)		k	ARIMA(0,1,0)	
a	ARIMA(0,0,0)		b	ARIMA(0,0,0)	
b	ARIMA(0,0,0)		c	ARIMA(0,0,0)	
<b>Neurológicas</b>		<b>Weibull</b>	<b>Neurológicas</b>		<b>Weibull</b>
d	ARIMA(0,0,0)		d	ARIMA(0,1,0)	Si
a	ARIMA(0,0,0)		a	ARIMA(0,0,0)	
b	ARIMA(0,0,0)		b	ARIMA(0,0,0)	
<b>Circulatorias</b>		<b>Gamma</b>	<b>Circulatorias</b>		<b>Gamma</b>
k	ARIMA(1,1,0)	Si	k	ARIMA(0,1,0)	Si
b	ARIMA(0,0,0)		b	ARIMA(0,0,0)	
c	ARIMA(0,0,0)		c	ARIMA(0,0,0)	
<b>Otras complicaciones</b>		<b>Weibull</b>	<b>Otras complicaciones</b>		<b>Weibull</b>
d	ARIMA(1,0,0)		d	ARIMA(0,1,0)	Si
a	ARIMA(0,0,0)		a	ARIMA(0,0,0)	
b	ARIMA(0,0,0)		b	ARIMA(0,0,0)	
<b>Sin mención</b>		<b>Weibull</b>	<b>Sin mención</b>		<b>Weibull</b>
d	ARIMA(0,1,0)	Si	d	ARIMA(0,1,0)	Si
a	ARIMA(0,1,0)	No	a	ARIMA(0,1,0)	Si
b	ARIMA(1,1,0)	Si	b	ARIMA(0,1,0)	Si

### ❖ Proyección de casos

Los casos proyectados se obtuvieron evaluando para cada año futuro la marca de clase de cada grupo de edad junto con los parámetros proyectados en la función que se eligió para su ajuste, multiplicada por la población no derechohabiente proyectada para cada grupo de edad dividido entre el escalar  $c=100$ ; de tal forma que se obtuvo el número de casos para cada grupo de edad ya sea 7 y 14 grupos de edad dependiendo de la fuente de información.

Los intervalos de confianza se calcularon evaluando el valor límite del intervalo de confianza superior e inferior del *parámetro escalar* de cada función por ejemplo en el caso de la función normal se evaluó el límite del intervalo de confianza del parámetro  $c$ , mientras que en los parámetros de forma solo fueron evaluados los valores que resultaron de su



proyección, que en su mayoría como se mencionó correspondió al promedio de la serie después al igual que los casos se multiplicó por la población y se dividió entre  $c=100$ .

Después se agruparon en tres grupos de edad (menores de 20 años, de 20 a 59 años y mayores de 60 años). De esto se obtuvo que el grupo de edad de menores de 20 años fuera el que tuvo mayores cambios después del ajuste de la curva debido a que existieron casos donde el ajuste produjo que este grupo de edad careciera de casos. Por ejemplo en los casos de hospitalización por complicaciones renales en el año 2013 existieron 48 casos pero los proyectados fueron cero casos. Esto se pudo observar en las tablas del anexo B.

Para los grupos de edad mayores a 20 años fueron cercanos los casos de la proyección de 2014 con los del 2013. Por tanto no existió inconveniente en el modelo debido a que el grupo de edad de menores de 20 años como se expresó desde el inicio del trabajo no está tan expuesto a esta enfermedad como lo están los otros grupos.

En la siguiente tabla se muestran los casos totales para cada caso de requerimiento de servicio en donde los casos totales corresponden a la suma de los casos por cada grupo de edad lo mismo ocurre con el intervalo de confianza.

**Tabla 3.13: Casos proyectados de *incidencia y hospitalización* modelo 2, 2014-2030**

Causas	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b><i>Incidencia</i></b>																	
Casos totales	148,288	153,622	158,803	163,812	168,696	173,482	178,180	182,794	187,333	191,804	196,215	200,554	204,802	208,951	213,009	216,982	220,855
ICInf 95%	131,984	135,421	139,364	143,460	147,595	151,720	155,804	159,832	163,802	167,716	171,578	175,377	179,095	182,726	186,277	189,753	193,142
ICSup 95%	164,592	171,822	178,241	184,165	189,796	195,244	200,556	205,756	210,863	215,892	220,852	225,731	230,508	235,175	239,740	244,210	248,568
<b><i>Hospitalización</i></b>																	
<b><i>Metabólica</i></b>	4,660	4,956	5,266	5,584	5,912	6,248	6,594	6,948	7,311	7,683	8,064	8,454	8,852	9,258	9,673	10,096	10,527
ICInf 95%	3,152	2,781	2,546	2,380	2,257	2,166	2,098	2,050	2,019	2,001	1,996	2,003	2,020	2,046	2,082	2,126	2,178
ICSup 95%	6,168	7,132	7,986	8,789	9,567	10,331	11,089	11,845	12,603	13,364	14,131	14,904	15,684	16,471	17,265	18,067	18,876
<b><i>Renal</i></b>	9,691	9,979	10,284	10,593	10,907	11,224	11,544	11,866	12,189	12,514	12,839	13,164	13,488	13,809	14,128	14,444	14,757
ICInf 95%	7,832	7,272	6,867	6,529	6,229	5,950	5,685	5,428	5,175	4,923	4,671	4,417	4,159	3,898	3,632	3,361	3,086
ICSup 95%	11,550	12,686	13,701	14,657	15,585	16,498	17,403	18,304	19,204	20,105	21,008	21,912	22,817	23,720	24,624	25,527	26,429
<b><i>Oftálmica</i></b>	360	370	381	392	403	415	426	438	449	461	473	485	496	508	519	531	542
ICInf 95%	125	129	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	173	177	181	185	188
ICSup 95%	594	611	630	648	667	685	704	723	743	762	781	801	820	839	858	877	896
<b><i>Neurológica</i></b>	517	531	546	561	576	592	608	624	640	656	672	688	705	721	737	754	770
ICInf 95%	320	328	338	347	357	366	376	386	396	406	416	426	436	446	456	466	476
ICSup 95%	714	733	754	775	796	818	840	862	884	906	928	951	973	996	1,018	1,041	1,063
<b><i>Circulatoria</i></b>	15,289	16,002	17,415	18,397	19,790	20,954	22,375	23,682	25,157	26,586	28,132	29,669	31,288	32,918	34,611	36,327	38,095
ICInf 95%	13,961	14,589	15,568	16,405	17,486	18,469	19,623	20,726	21,951	23,161	24,462	25,770	27,145	28,537	29,984	31,458	32,977
ICSup 95%	16,616	17,415	19,262	20,388	22,093	23,438	25,127	26,638	28,363	30,011	31,801	33,568	35,432	37,298	39,237	41,197	43,214
<b><i>Otras complicaciones</i></b>	14,344	14,578	14,861	15,167	15,492	15,835	16,193	16,564	16,947	17,340	17,743	18,153	18,569	18,989	19,413	19,840	20,268
ICInf 95%	11,478	10,751	10,404	10,249	10,213	10,257	10,357	10,498	10,670	10,865	11,077	11,303	11,539	11,783	12,032	12,285	12,542
ICSup 95%	17,209	18,405	19,318	20,085	20,772	21,414	22,029	22,630	23,224	23,816	24,409	25,003	25,599	26,196	26,794	27,394	27,994
<b><i>Sin mención</i></b>	12,536	13,267	13,446	14,082	14,374	14,943	15,307	15,838	16,248	16,759	17,201	17,703	18,164	18,661	19,133	19,628	20,107
ICInf 95%	10,506	10,283	9,808	9,758	9,524	9,512	9,397	9,407	9,362	9,390	9,391	9,436	9,468	9,526	9,580	9,652	9,722
ICSup 95%	14,567	16,251	17,084	18,406	19,224	20,374	21,217	22,268	23,134	24,128	25,010	25,971	26,861	27,795	28,687	29,604	30,493

Notas: Los casos totales así como los Intervalos de confianza corresponden a la suma de cada grupo de edad respectivamente. 2013 son casos reales salvo a la incidencia.

**Tabla 3.14: Casos proyectados de urgencias modelo 2, 2014-2030**

Causas	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Urgencias</b>																	
<b>Metabólica</b>	5,389	5,721	6,070	6,431	6,804	7,188	7,583	7,990	8,408	8,837	9,277	9,729	10,191	10,662	11,144	11,636	12,137
ICInf 95%	4,240	4,057	3,982	3,961	3,975	4,015	4,076	4,155	4,248	4,355	4,475	4,606	4,747	4,898	5,059	5,229	5,407
ICSup 95%	6,537	7,384	8,158	8,902	9,633	10,361	11,091	11,825	12,567	13,318	14,080	14,852	15,634	16,426	17,229	18,043	18,867
<b>Renal</b>	5,764	6,380	7,034	7,718	8,433	9,179	9,955	10,762	11,600	12,469	13,368	14,297	15,255	16,241	17,254	18,295	19,362
ICInf 95%	5,087	5,395	5,792	6,242	6,735	7,266	7,831	8,429	9,058	9,719	10,409	11,129	11,876	12,650	13,451	14,278	15,130
ICSup 95%	6,440	7,364	8,275	9,194	10,131	11,092	12,080	13,096	14,142	15,219	16,327	17,466	18,634	19,832	21,058	22,313	23,595
<b>Oftálmica</b>	509	574	643	716	793	873	957	1,044	1,136	1,231	1,330	1,432	1,538	1,648	1,762	1,879	1,999
ICInf 95%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICSup 95%	1,182	1,555	1,882	2,191	2,493	2,792	3,091	3,393	3,698	4,008	4,324	4,644	4,970	5,302	5,639	5,981	6,329
<b>Neurológica</b>	3,562	3,962	4,386	4,829	5,291	5,773	6,275	6,796	7,336	7,896	8,476	9,076	9,694	10,330	10,984	11,656	12,345
ICInf 95%	3,133	3,339	3,601	3,897	4,220	4,568	4,937	5,328	5,740	6,171	6,621	7,091	7,579	8,084	8,607	9,147	9,703
ICSup 95%	3,991	4,586	5,171	5,761	6,363	6,979	7,612	8,263	8,933	9,622	10,331	11,061	11,809	12,575	13,361	14,165	14,987
<b>Circulatoria</b>	23,351	25,817	28,435	31,174	34,036	37,021	40,127	43,355	46,704	50,175	53,768	57,480	61,305	65,240	69,286	73,442	77,704
ICInf 95%	21,933	23,753	25,831	28,077	30,472	33,003	35,665	38,453	41,363	44,396	47,549	50,820	54,202	57,692	61,290	64,996	68,805
ICSup 95%	24,769	27,881	31,040	34,271	37,600	41,038	44,589	48,257	52,044	55,954	59,987	64,140	68,408	72,789	77,282	81,889	86,603
<b>Otras complicaciones</b>	53,358	59,166	65,312	71,725	78,409	85,366	92,597	100,098	107,874	115,925	124,254	132,854	141,715	150,832	160,204	169,832	179,702
ICInf 95%	48,978	52,807	57,309	62,231	67,508	73,109	79,012	85,205	91,680	98,435	105,466	112,765	120,322	128,130	136,187	144,493	153,035
ICSup 95%	57,737	65,525	73,316	81,219	89,310	97,624	106,181	114,992	124,068	133,416	143,042	152,942	163,108	173,534	184,221	195,171	206,369
<b>Sin mención</b>	98,058	106,401	115,187	124,285	133,697	143,422	153,451	163,779	174,406	185,329	196,549	208,055	219,828	231,862	244,153	256,702	269,489
ICInf 95%	94,951	101,904	109,545	117,615	126,064	134,866	144,001	153,454	163,218	173,286	183,657	194,318	205,250	216,443	227,896	239,608	251,558
ICSup 95%	101,165	110,898	120,829	130,956	141,331	151,977	162,900	174,104	185,594	197,372	209,441	221,791	234,407	247,280	260,410	273,796	287,420

Notas: Los casos totales así como los Intervalos de confianza corresponden a la suma de cada grupo de edad respectivamente. Los casos 2013 son reales.

### 3.4 Comparación de los casos obtenidos de los modelos propuestos

En la metodología propuesta para la estimación de recursos de esta enfermedad, la proyección de casos y costos se calcularon de forma independiente. Razón por la que los casos proyectados para cada modelo determinan la diferencia en la estimación de los recursos futuros de este padecimiento.

La comparación de casos se determinó mediante los casos totales e intervalos de confianza que resultan de la suma de 3 o más grupos de edad según el modelo propuesto para cada una de las causas de requerimientos de servicios ya sean incidencia, hospitalización y urgencias con sus correspondientes complicaciones.

Para este fin se usó la herramienta gráfica, en la que se muestran tanto la serie de casos reales como la proyección de casos de cada modelo propuesto con su respectivo intervalo de confianza.

En los gráficos se observa que los casos proyectados para cada uno de los requerimientos de servicio de los modelos propuestos son crecientes, incluso en aquellos en donde la tasa fue modelada con un ARIMA (0,0,0) cuya proyección fue promedio de la serie  $\bar{Y}$ . Esto se debe principalmente al cambio de la población causada por la transición demográfica en la que se encuentra el país, que como se mostró en la tabla 3.1 de la pág. 44 la tasa de crecimiento para el grupo de edad mayores de 60 años es superior que en los otros dos grupos de edad.

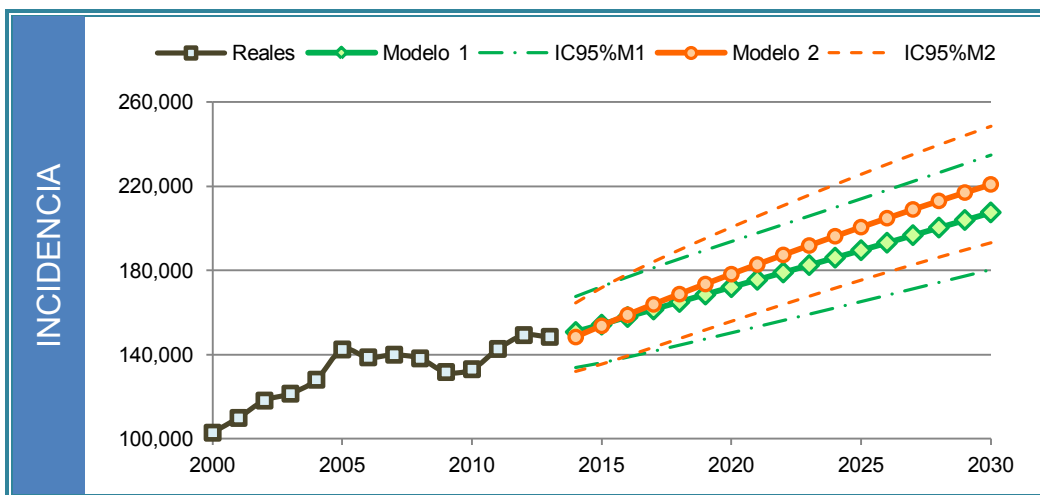
Por tanto en los casos donde se usó un modelo ARIMA (0,1,0) con *deriva* donde la proyección sigue una tendencia lineal creciente al ser multiplicada por la población no derechohabiente en los grupos de edad de mayores de 60 años se muestra una tendencia creciente en algunos casos de forma exponencial mientras que en el caso de los grupos de edad de 20 a 59 años se mantiene una tendencia lineal.

También se observa en los gráficos que a pesar de que los casos fueron proyectados con dos modelos, donde el primero solo contempló 3 grupos de edad, mientras el otro, consideró 7 o 14 grupos de edad según la fuente de información; existe cierta semejanza en los casos proyectados así como en los intervalos de confianza.

Para la proyección de casos, se realizó la comparación de las proyecciones y fue necesario aplicar el criterio actuarial para tomar la proyección que más se ajuste a la realidad, es decir el resultado del modelo debe considerar ciertos aspectos que probablemente no se consideren de manera estadística y es preciso considerar algunos márgenes de seguridad para responder a las necesidades en salud de esta enfermedad.

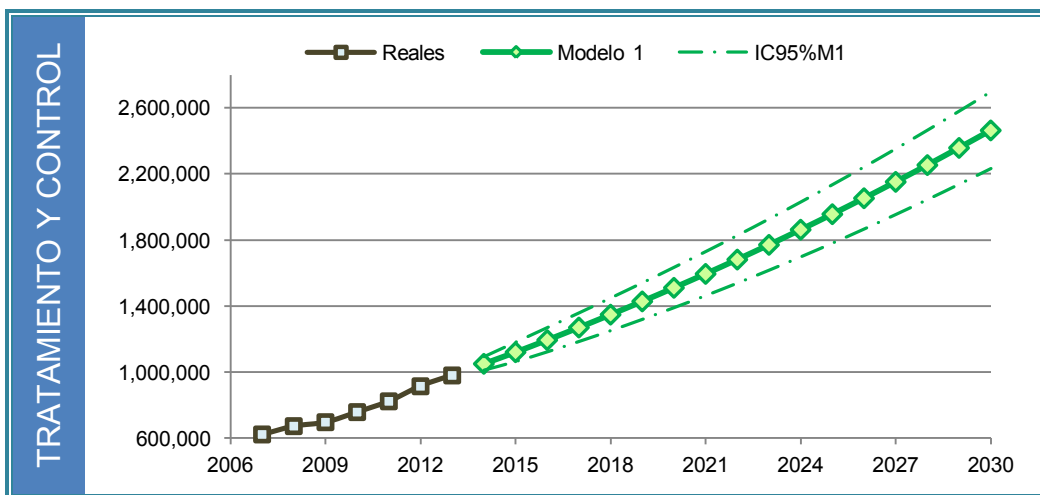
En las siguientes páginas se muestran los gráficos de los casos y sus proyecciones, además se explica la comparación de los casos proyectados e intervalos de confianza para cada causa de utilización de los servicios y el modelo que resulta más adecuado.

**Gráfico 3.2: Comparación de casos proyectados de *incidencia y tratamiento y control***



En el gráfico se observa que los casos proyectados para ambos modelos son crecientes, además son similares al igual que su intervalo de confianza.

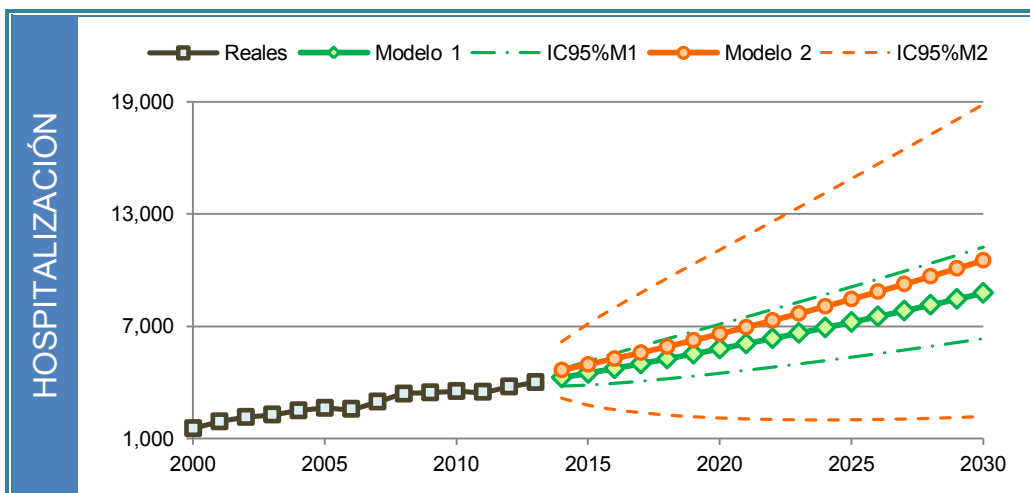
En este caso se eligió el modelo 2 para la proyección de casos de incidencia ya que presenta un mayor número de casos, además el intervalo de confianza superior de este modelo es mayor que el del modelo 1. Esto conduce a que este modelo es el más adecuado ya que la incidencia a pesar de los grandes esfuerzos por la prevención se espera que aumente en los próximos años.



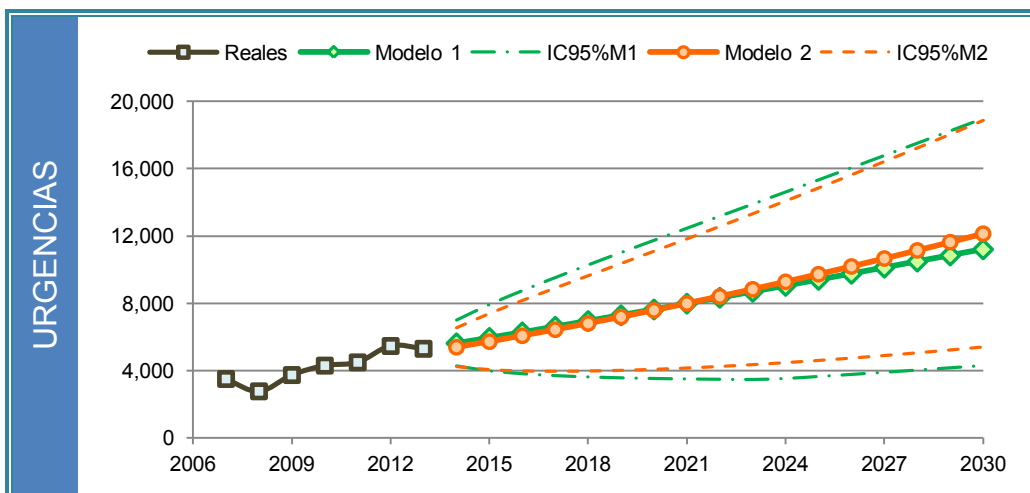
En los casos de tratamiento y control, solo se usó el modelo de "las tasas de participación", como se observa se encontró que los casos tendrán un incremento en los próximos años.

El incremento que se estimó tiene una ligera forma exponencial, esto se debe a que esta enfermedad afecta a la población mayor de 20 años misma que hasta el 2030 muestra un incremento por el envejecimiento poblacional. Además al incrementar la incidencia también aumentan los casos en tratamiento y control

**Gráfico 3.3: Comparación de casos proyectados de complicaciones metabólicas**

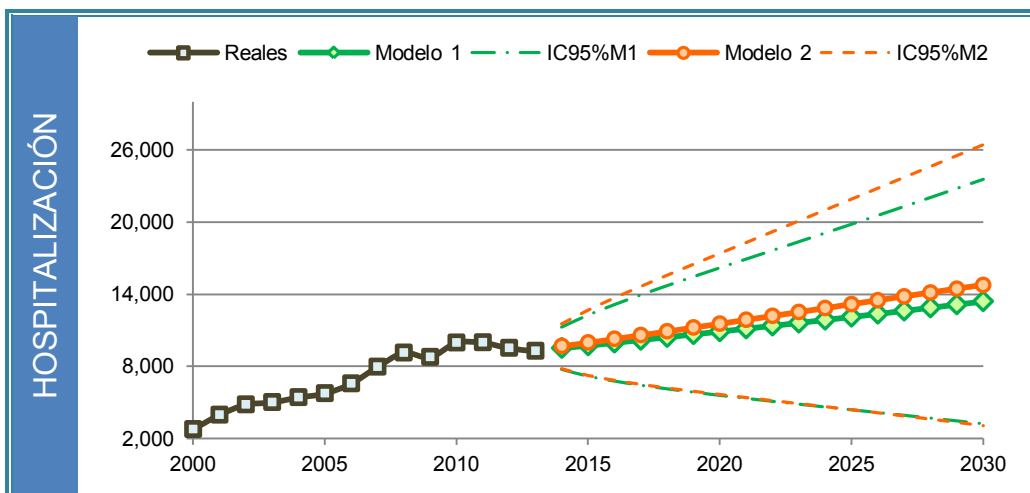


En el gráfico se observa que los casos proyectados del modelo 2 son superiores. El modelo 1 no es conveniente porque muestra menos casos, la amplitud del intervalo es pequeña y los casos proyectados del modelo 2 se encuentran cerca del intervalo de confianza superior de este modelo. De elegir el modelo 1 en los próximos años se correría el riesgo de que los casos futuros pudieran ser superiores incluso al intervalo de confianza superior. Por lo que se eligió el modelo 2 ya que cuenta con un mayor número de casos y además tiene un intervalo de confianza con una mayor amplitud lo que da una mayor certeza que en los próximos años los casos se encuentren dentro del intervalo de confianza.



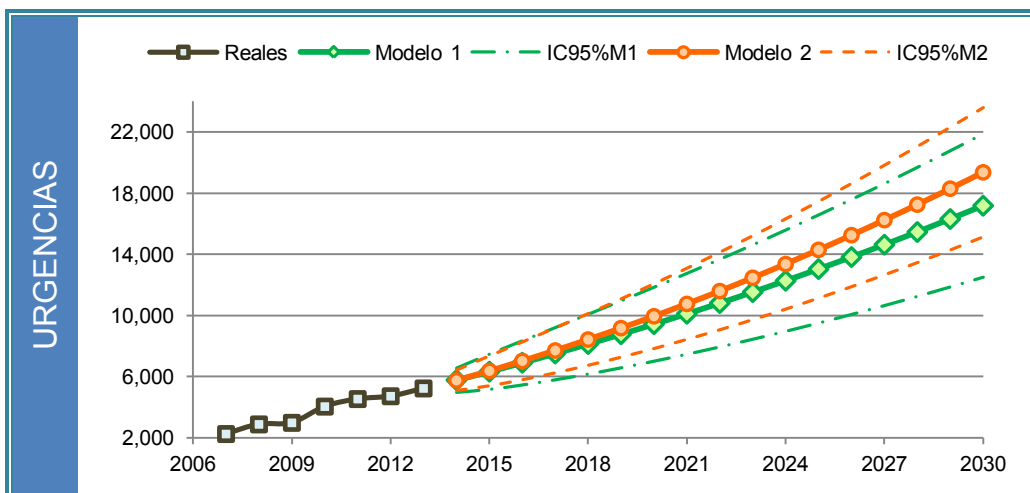
En el gráfico para urgencias se muestra que la serie histórica tiene una tendencia creciente, en la proyección de casos por ambos modelos se aprecia que son casi iguales tanto el número de casos proyectados como el intervalo de confianza. Por tanto cualquiera de los dos modelos responde a los casos futuros de esta causa. Sin embargo, se tomó el modelo 2 ya que el número de casos proyectados es mayor que el del modelo 1. Este modelo contempla un mayor número de casos porque pueden incrementar los casos futuros más de los proyectados debido a que la complicación metabólica resulta del aumento de la glucosa en la sangre por el mal control de esta enfermedad (ALAD, 2006).

**Gráfico 3.4: Comparación de casos proyectados de complicaciones renales**



En esta complicación se observa que la serie histórica es creciente al igual que los casos proyectados.

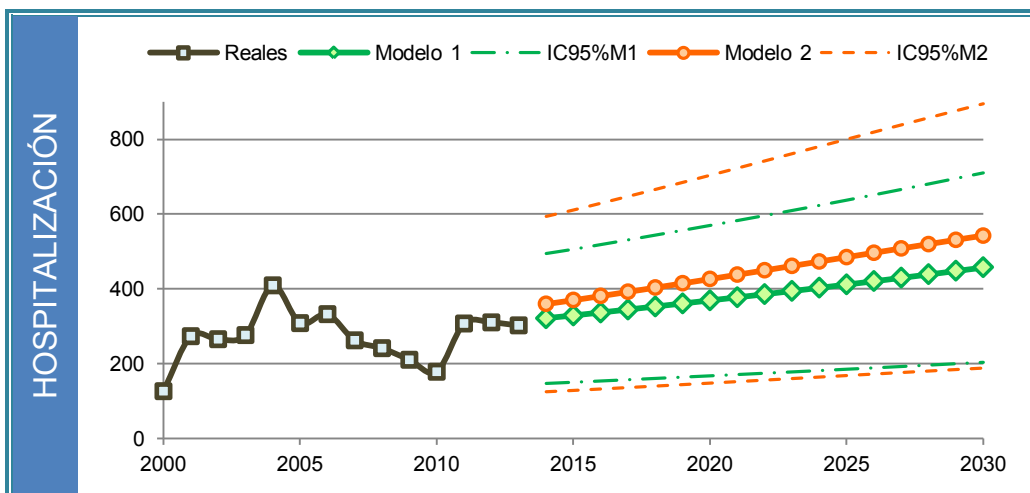
Se eligió el modelo 2 porque tiene un mayor número de casos y una mayor amplitud del intervalo de confianza. La amplitud del intervalo de confianza garantiza que los casos futuros se encuentren dentro de este modelo aún cuando estos tengan un crecimiento mayor al proyectado.



Para el caso de urgencias se observa la serie histórica tiene una tendencia creciente, en los casos proyectados se observa que ambos tienen una tendencia creciente de forma exponencial. Sin embargo, el modelo 2 tiene 2,183 casos más que los del modelo 1.

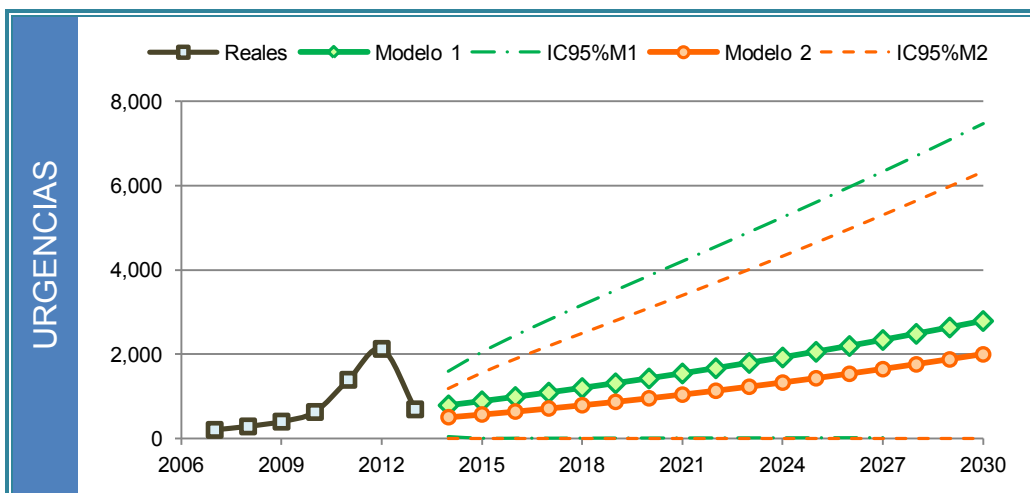
Se eligió el modelo 2 debido a que tiene un mayor número de casos además el intervalo de confianza superior contempla un mayor número de casos lo que brinda un margen de seguridad ya que las enfermedades renales requieren muchas veces de diálisis lo que incrementa el uso de los servicios por esta causa.

**Gráfico 3.5: Comparación de casos proyectados de complicaciones oftálmicas**



En el gráfico se observa que la proyección de los casos para ambos modelos tiene una ligera tendencia creciente. En el modelo 2 se estima un mayor número de casos futuros además este modelo tiene un intervalo de confianza más amplio de tal forma que contiene los casos proyectados del modelo 1 con sus intervalos de confianza.

Se eligió el modelo 2 porque se espera que en el futuro los casos aumenten, además como tiene un intervalo de confianza superior que alcanza un mayor número de casos esto garantiza que los casos futuros se encuentren dentro del modelo.

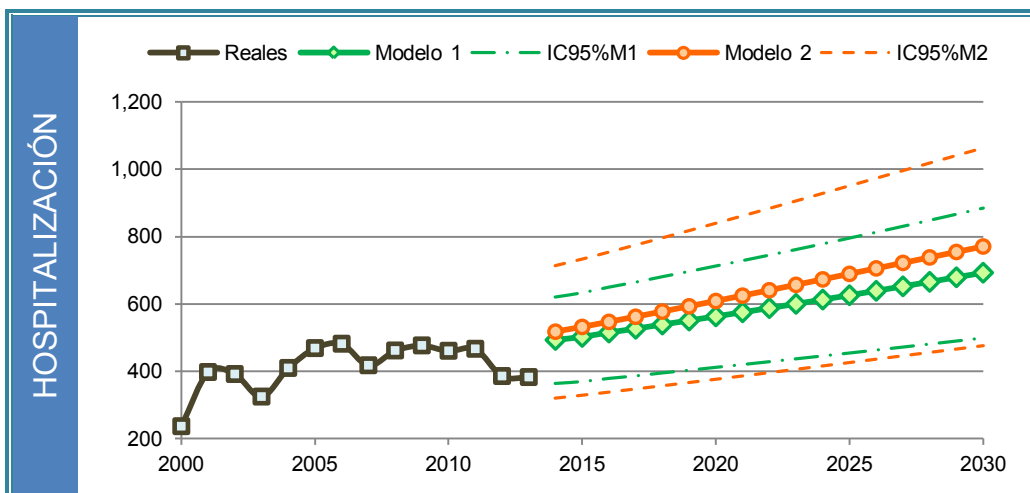


La serie real hasta el año 2012 muestra que tiene una tendencia creciente de forma exponencial llegando hasta los 2,130 casos en 2012, pero en el año 2013 cambia a 695 casos. Se podría pensar que es un error en el proceso de recolección de datos en 2013 pero no se consideró así debido a que la serie de hospitalización real y la proyectada no muestra una tendencia creciente de forma exponencial.

Se eligió el modelo 1 porque tiene una mayor cantidad de casos proyectados y un intervalo de confianza más amplio. Esto da una mayor certeza de que en caso de que los casos incrementen muy rápido, estos se encuentren dentro del intervalo de confianza del modelo.

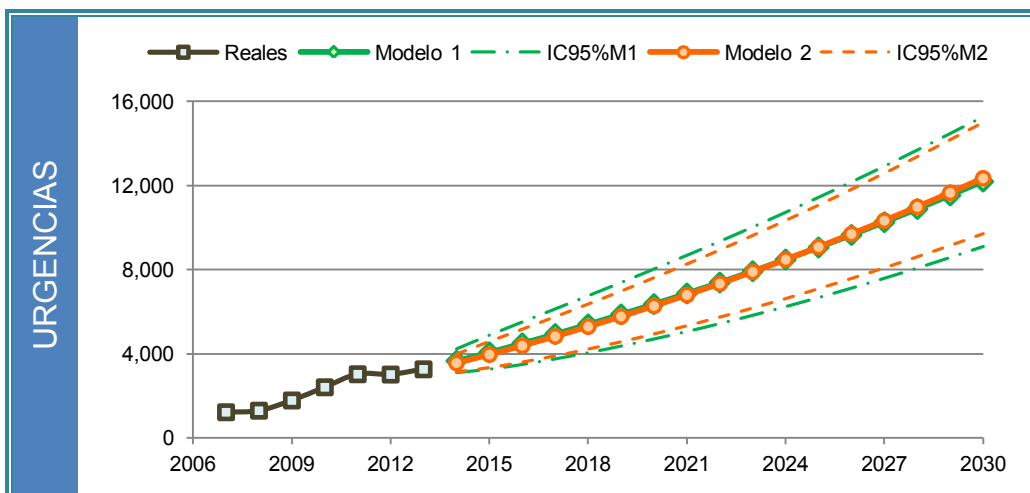


**Gráfico 3.6: Comparación de casos proyectados de complicaciones neurológicas**



Esta complicación no es tan frecuente en la hospitalización esto se muestra en el número de casos que en su serie histórica no excede de los 500 casos en la proyección se observa que el modelo 2 que es el que tiene un mayor número de casos proyectados y alcanza casi los 800 casos en 2030 además el intervalo de confianza contiene los casos proyectados e intervalo de confianza del modelo 1.

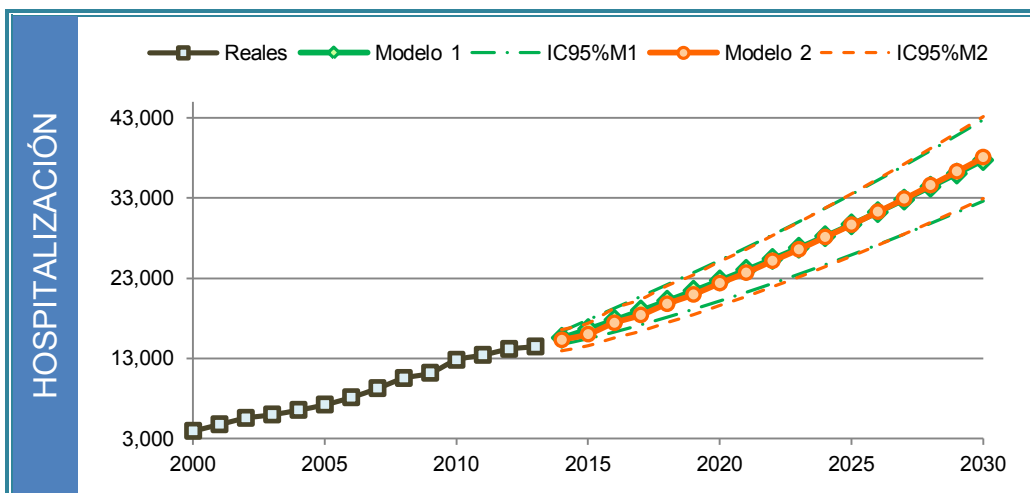
Se eligió el modelo 2 debido a que presenta un mayor número de casos además los intervalos de confianza muestran una mayor amplitud que hace que exista una mayor probabilidad que los casos futuros se encuentren dentro del modelo elegido.



A diferencia de los casos de hospitalización en la serie histórica para urgencias se observa que tiene una tendencia creciente, en los casos proyectados se ve que la tendencia es de forma ligeramente exponencial y en ambos casos se observa un número de casos proyectados e intervalo de confianza similar.

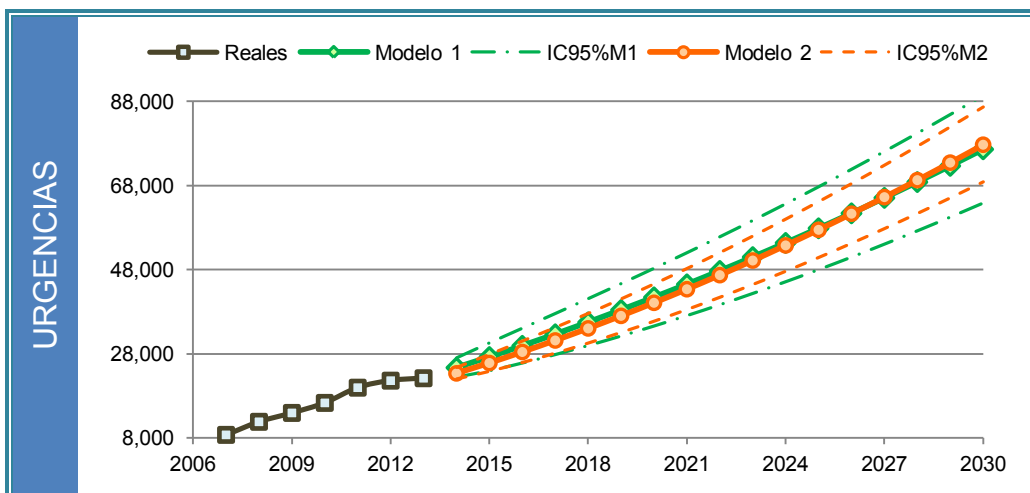
Cualquiera de los dos modelos describe los casos futuros para esta complicación; sin embargo, se eligió el modelo 1 ya que el intervalo de confianza superior alcanza un mayor número de casos, esto contempla el caso de que los casos de atención por urgencias aumenten más allá de los casos proyectados en los próximos años.

**Gráfico 3.7: Comparación de casos proyectados de complicaciones circulatorias**



En el gráfico se puede observar que la serie histórica de los casos muestra una tendencia lineal. En los casos proyectados esta tendencia tiene una forma exponencial. En ambos modelos se muestran tanto los casos proyectados como los intervalos de confianza similares.

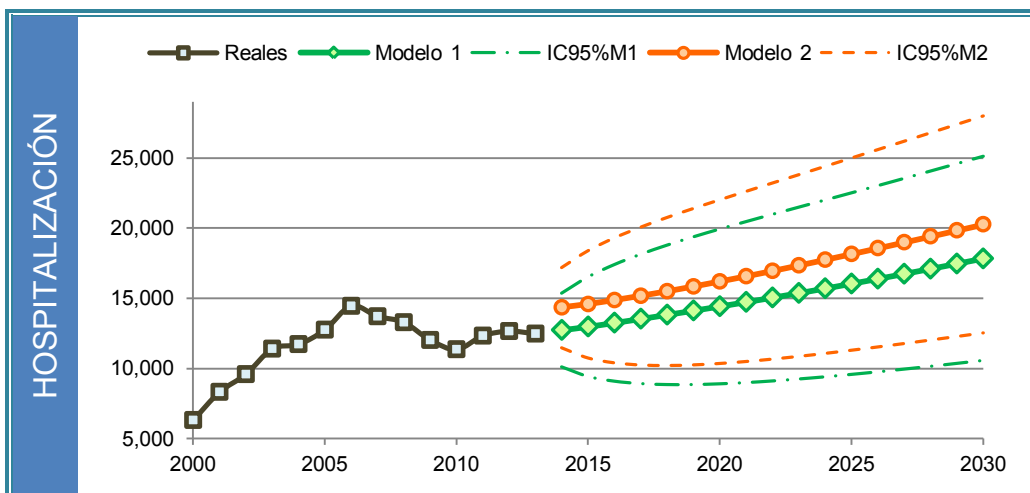
Se eligió el modelo 2, ya que se espera que incrementen los casos porque la causa más común para esta complicación es el pie diabético que está relacionado los años evolución de la diabetes en las personas con un mal control. Y este modelo cuenta un mayor número de casos proyectados y el intervalo de confianza superior alcanza un mayor número de casos lo que contempla que los casos futuros incrementen.



En el caso de urgencias también tanto la serie histórica como los casos proyectados tienen una tendencia creciente. Los casos proyectados en ambos modelos son similares y se espera que tengan este comportamiento porque esta complicación está relacionada tanto con el envejecimiento poblacional como con los años de evolución y falta de atención de la diabetes.

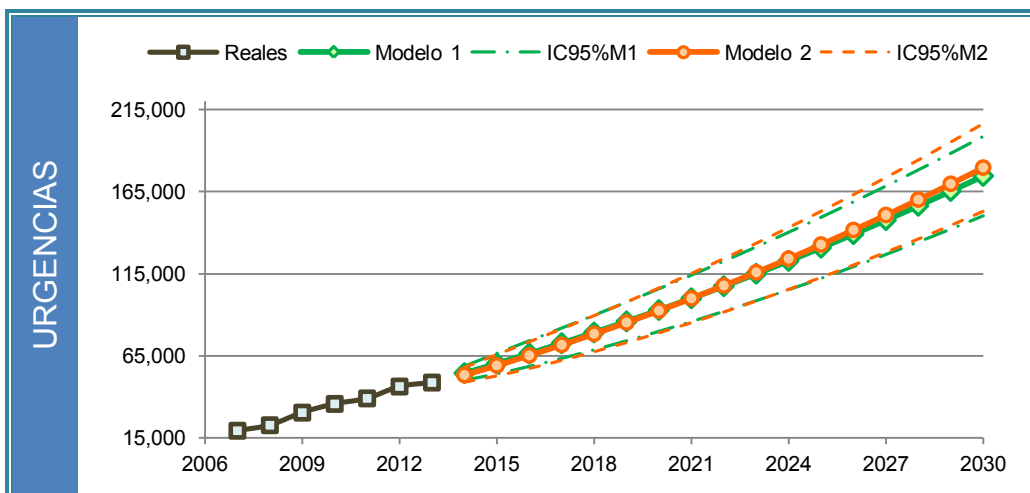
Se escogió el modelo 1 ya que aunque los casos proyectados del modelo 2 son mayores, el modelo 1 tiene un intervalo de confianza con una mayor amplitud que proporciona una mayor confianza en las proyecciones de los casos de este modelo.

**Gráfico 3.8: Comparación de casos proyectados de otras complicaciones**



Los casos proyectados en ambos modelos tienen una tendencia creciente, el modelo 2 tiene un mayor número de casos proyectados y su intervalo de confianza contempla un mayor número de casos.

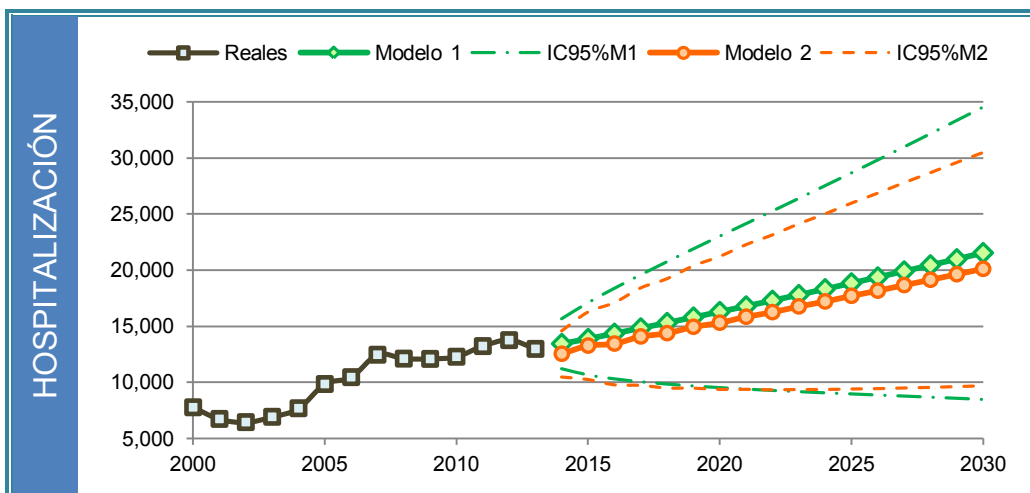
Se eligió el modelo 2 ya que como se mencionó tiene un mayor número de casos desde el año 2014 hasta el 2030 y el intervalo de confianza superior e inferior se asemeja más con la realidad en relación con la serie histórica de casos, donde se ve que se espera que los casos incrementen o permanezcan similares a los últimos valores de la serie.



En el caso de urgencias observa que la serie histórica tiene una tendencia creciente al igual que los casos proyectados que tienen un número de casos proyectados similar.

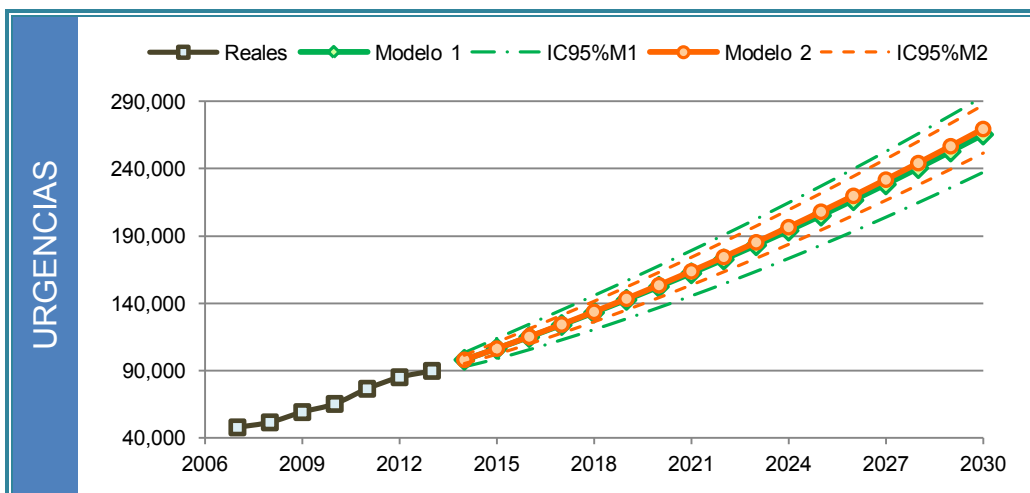
Se eligió el modelo 2 a causa de que tiene un mayor número de casos y su intervalo de confianza presenta una mayor amplitud lo que da seguridad en caso de que exista un gran número de casos futuros para urgencias ya que de acuerdo con la tabla 2.5 contempla las claves CIE-10 de los casos presentados por otras complicaciones específicas, complicaciones múltiples y no especificadas relacionadas con la diabetes mellitus tipo 2.

**Gráfico 3.9: Comparación de casos proyectados de sin mención de la complicación**



En el gráfico se observa que tanto la serie histórica como la proyección de casos tienen una tendencia creciente. Además los casos proyectados de ambos modelos son similares.

Se eligió el modelo 1 ya que es el que tiene un mayor número de casos proyectados y un intervalo de confianza con una mayor amplitud de modo que contiene al modelo 2. De esta forma el modelo elegido contempla que los casos futuros crezcan más incluso que los estimados por el modelo 2.



En el caso de urgencias a diferencia de hospitalización muestra un crecimiento mayor ya que el uso servicios de salud aumentan porque al existir una mayor incidencia y prevalencia si no es atendida adecuadamente se llega en la mayor parte a requerir el uso de los servicios de urgencias por una causa relacionada por la diabetes que muchas veces se clasifica en “urgencias sin mención de la complicación”. En este caso se eligió el modelo 1 ya que tiene un intervalo de confianza más amplio el cual contempla un mayor número de casos que pueden ser atendidos en urgencias.

### 3.5 Proyección de costos

La proyección de costos se basó en la proyección del Índice Nacional de Precios al Consumidor de la Clasificación del Consumo Individual por Finalidades (CCIF) en salud. Por lo que este índice es la variable que se tomó en cuenta para la proyección de costos.

La serie histórica de este índice se obtuvo de INEGI como se mencionó en capítulo 2 (pág. 18), y esta consiste en el valor del índice con una periodicidad mensual en el periodo de julio de 2002 a abril de 2014 (el valor histórico del índice se muestra en el anexo C). Previo a proyectar el valor del índice, se explicará la forma en que se proyectaron los costos.

Los costos se supusieron al final del año por lo que de acuerdo a la expresión de la actualización de los costos en el punto 2.3 (pág. 19), de manera similar los costos se pueden proyectar considerando la inflación acumulada mensual de diciembre de 2013 (el último valor del índice al mes de diciembre) a diciembre de cada año proyectado, siguiendo la siguiente expresión:

$$Costo_{(Año\ Proy)} = Costo_{Dic2013} * \prod_{m=Dic2013}^{Nov(Año\ Proy)} (1 + \pi_m)$$

En donde el año proyectado ( $Año\ Proy$ ) va desde el año 2014 hasta el año 2030, donde  $\pi_m$  es la inflación entre el mes  $m$  y  $m+1$ .

Sin embargo, se puede demostrar que esta última expresión se reduce a solo considerar el valor del índice del mes de diciembre para cada año proyectado y el valor de diciembre de 2013 mediante la siguiente expresión:

$$Costo_{(Año\ Proy)} = Costo_{Dic.2013} * \frac{IS_{Dic(Año\ Proy)}}{IS_{Dic.2013}}$$

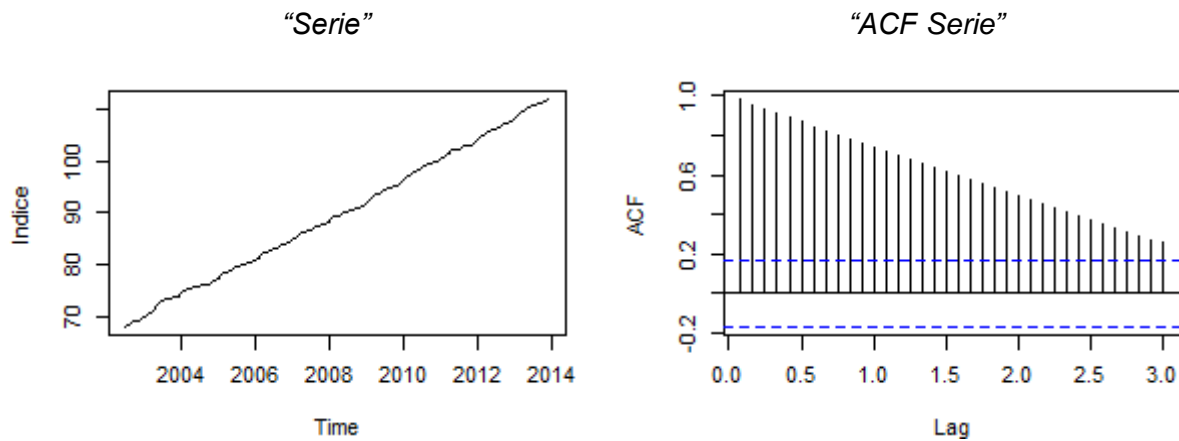
Donde  $IS_{Dic(Año\ Proy)}$  es el ICCF en salud de diciembre del año a proyectar y  $IS_{Dic2013}$  es el CCIF de diciembre de 2013. Por lo que esta expresión se utilizó para la proyección de costos.

A continuación se muestra la proyección del índice usando el modelo ARIMA al igual que en los casos fue elegido porque es frecuentemente usado para la proyección de indicadores económicos.

### 3.5.1 Proyección del CCIF en salud mediante el modelo ARIMA

La proyección del índice se realizó mediante el análisis series del tiempo mediante la metodología de Box-Jenkins donde  $Y_t$  denota el valor del índice con  $t = 1, 2, \dots, 142$  que va de julio de 2002 a abril del 2014. En este caso la serie se dividió en dos partes primero la serie que se modeló que va de julio de 2002 hasta diciembre de 2013 y la segunda la que sirve para medir el error de la proyección con el modelo que se ajustó que en este caso es de enero a abril de 2014.

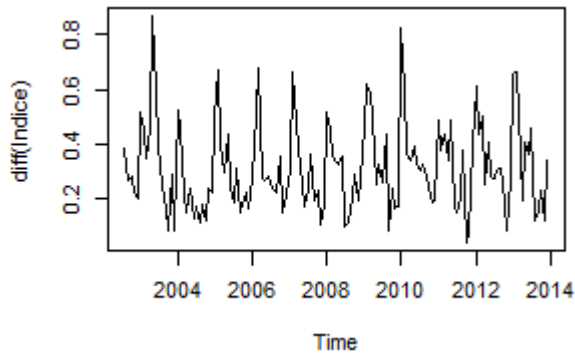
Como se explicó en las series del tiempo lo primero que se necesita es obtener una serie estacionaria. La serie histórica del índice que se muestra del lado izquierdo del siguiente gráfico donde se observa que tiene una tendencia creciente de forma lineal. Al revisar diagrama de auto correlación parcial (ACF) del lado derecho se puede observar que decrece lentamente de una forma lineal con valores significativos que confirma que se trata de un modelo no estacionario.



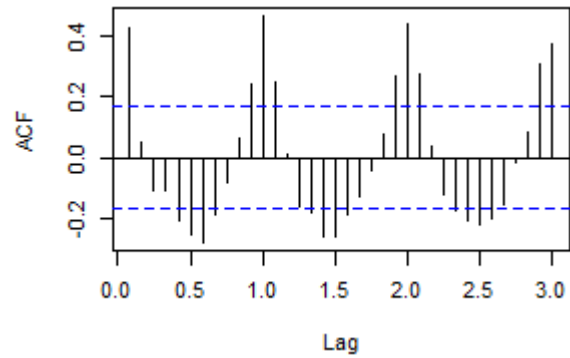
Como el objetivo es obtener una serie en estacionaria, lo primero es quitar la tendencia de la serie, para esto se aplicó la primera diferencia  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ . La serie obtenida se muestra en el siguiente gráfico del lado izquierdo, en el cual se puede ver que existe estacionalidad ya que se presenta un patrón en los meses donde existe un alza en los meses de diciembre, enero y febrero y con una baja en los meses agosto, septiembre y octubre.

A diferencia de los casos que son anuales, esta serie es mensual y graficar el ACF que se muestra del lado derecho claramente que la serie tiene un componente estacional, en el cual se muestra cierto patrón que se repite cada 12 periodos de retraso y que además decrece de manera lenta.

*“Diferencia de la serie”*



*“ACF de la diferencia”*



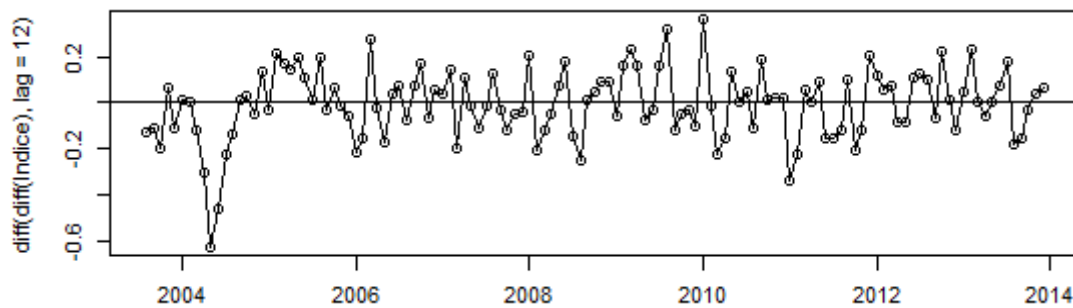
En este caso se tomó una diferencia tomando un modelo estacional con  $S=12$  ya que además se trata de una serie mensual, por lo que se toma la siguiente diferencia para lograr que la serie sea estacionaria. Es decir:

$$\Delta^1 \Delta_{12}^1 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-12}$$

$$\text{Que es } \Delta^1 \Delta_{12}^1 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-12} = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$$

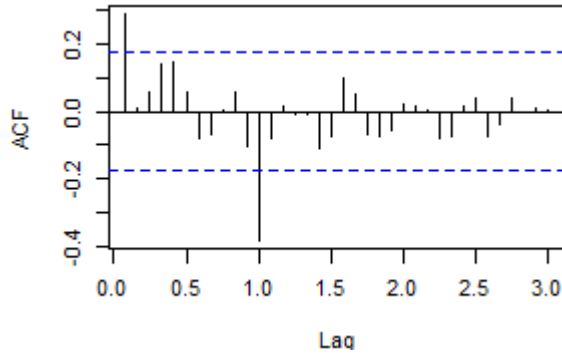
De la cual se obtiene el siguiente gráfico de la serie, en la cual se puede ver que la serie no sigue ninguna tendencia ni ciclo por lo que se trata de una serie estacional:

*“Serie después de la diferencia y diferencia estacional”*

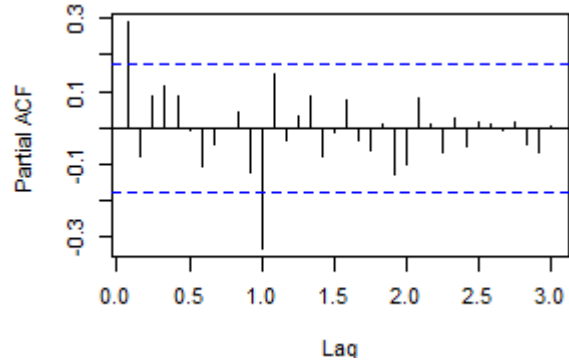


Analizando el ACF y el PACF se muestra que en su parte regular tienen un valor significativo y tiende a cero en ambos, también se observa que en la parte estacional existe un solo valor significativo.

“ACF diferencia serie”



“PACF diferencia serie”



Por lo que los modelos que se proponen se muestran en la siguiente tabla. Para cada modelo se calcularon la estimación de los parámetros por medio de máxima verosimilitud, en la siguiente tabla se resumen los modelos con los parámetros estimados:

ARIMA (p,d,q)x(P,D,Q)	P	Q	P	Q	$\hat{\sigma}^2$	AIC
1. ARIMA(1,1,1)(1,1,1)	0.026	0.2316	0.1303	-0.9376	0.01309	-159.76
2. ARIMA(1,1,0)(1,1,0)	0.2680		-0.4743		0.01663	-150.22
3. ARIMA(1,1,0)(0,1,1)	0.2240			-0.8079	0.01396	-162.56
4. ARIMA(0,1,1)(0,1,1)		0.2362		-0.8082	0.0139	-163.05

De los modelos de la tabla anterior se elige el que tenga el menor valor de AIC en este caso corresponde al cuarto modelo que es expresado de la siguiente forma:

$$\Delta^1 \Delta_{12}^1 Y_t = e_t - \theta e_{t-1} - \Theta e_{t-12} + \theta \Theta e_{t-13}$$

Que es equivalente a la siguiente expresión:

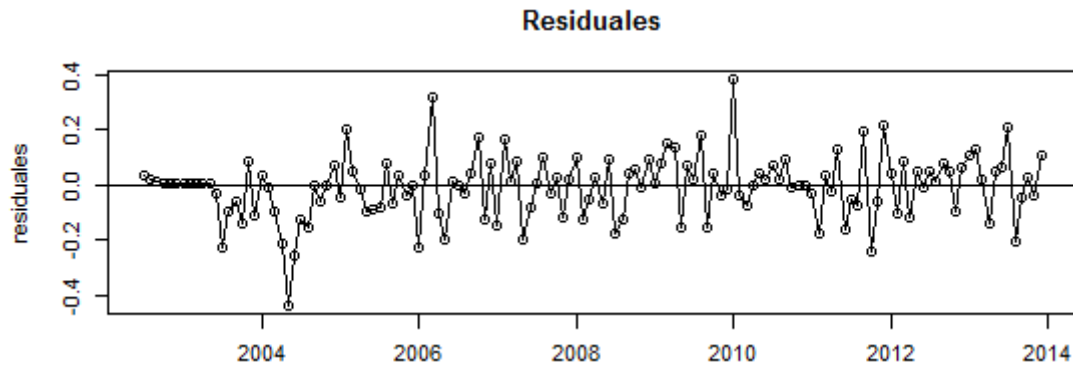
$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - \theta e_{t-1} - \Theta e_{t-12} + \theta \Theta e_{t-13}$$

A continuación se muestran las pruebas que se realizaron para los residuales de este modelo que son las mismas que las que se usaron para los casos que fueron modelados con un ARIMA.

- **Modelo 4: ARIMA(0,1,1)x(0,1,1)**

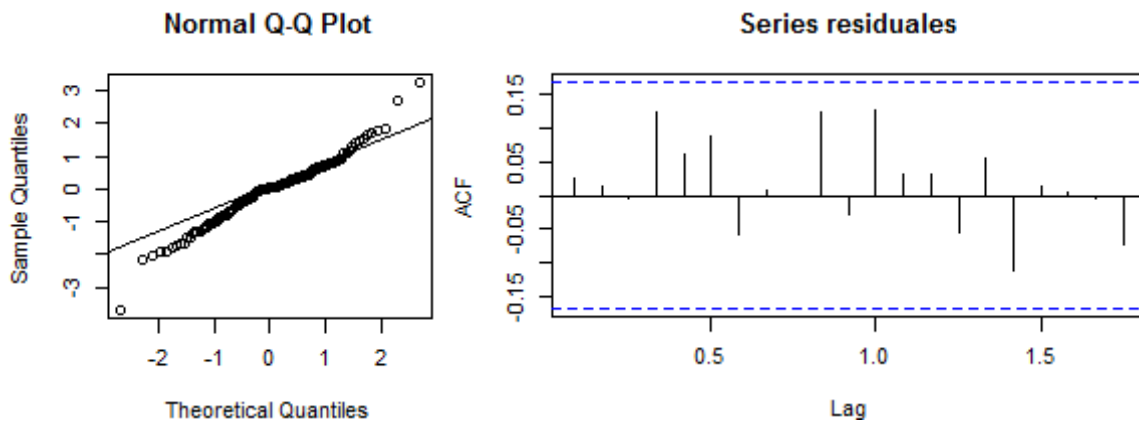
Al realizar las pruebas de la validación del modelo no se encontraron razones para rechazarlo, a continuación se muestran los resultados. Analizando los residuales contra el tiempo que se muestra que es estacionaria la serie.





En cuanto al supuesto de normalidad de los residuos se usó la prueba de Shapiro el cual produce el estadístico  $W = 0.9756$  y un  $p\text{-value} = 0.014$  por lo que para un nivel de significancia de  $\alpha = 1\%$  no se rechaza la normalidad.

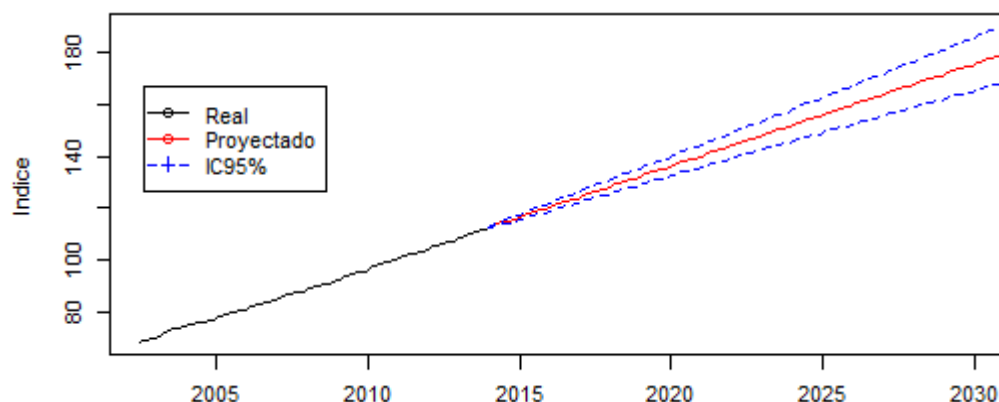
Para la prueba de independencia se usó la prueba Box.test de R en la cual se obtiene el estadístico X-squared = 0.0828, y un  $p\text{-value} = 0.7735$  y el estadístico Box-Ljung test en el cual el estadístico que se obtiene es de X-squared = 0.0847 y un  $p\text{-value} = 0.7711$  por lo que con un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$  no se rechaza la independencia, esto mismo se puede ver en el ACF de los residuales, el en cual no se muestra ningún valor significativo.



En el siguiente gráfico se muestra el valor del índice proyectado hasta diciembre de 2030 en el que se observa que sigue una tendencia creciente. También se puede observar que el intervalo de confianza es muy pequeño al inicio y conforme aumenta el tiempo aumenta la amplitud del intervalo.

En este caso los valores de los índices que se dejaron para ver que tan acertada es la proyección que comprenden desde el mes de Enero a Abril del año 2014 se observó que en los primeros dos meses los valores reales se encuentran por arriba del intervalo de confianza por algunas decimas en el mayor de los casos por 0.2709 que es muy pequeño comparado con el valor del índice en ese periodo, lo cual no genera mayor problema con el modelo propuesto, el mes de Marzo y Abril ya se encuentran dentro del intervalo de confianza debido a que este aumenta.

“Proyección del CCIF en Salud”



En la siguiente tabla se muestran los valores proyectados del índice para el mes de diciembre desde el año 2013 hasta el año 2030, así como la inflación acumulada de diciembre de 2013 a diciembre de cada año proyectado. Como se puede observar el valor de los costos en salud crecerá hasta un 60% en 2030 que es el valor más alto. En cuanto a los intervalos de confianza en el inferior se muestra un crecimiento máximo del 50% mientras que en el intervalo de confianza superior llega hasta un 70% en 2030.

**Tabla 3.15: Proyección del CCIF e inflación 2014-2030**

Año	Proyección*		IC95% Inf.*		IC95% Sup.*	
	CCIF	Inflación**	CCIF	Inflación**	CCIF	Inflación**
2014	115.7378	1.0355	114.7611	1.0268	116.7144	1.0443
2015	119.6904	1.0709	118.1588	1.0572	121.2221	1.0846
2016	123.6430	1.1063	121.5873	1.0879	125.6988	1.1247
2017	127.5957	1.1416	125.0137	1.1185	130.1776	1.1647
2018	131.5483	1.1770	128.4275	1.1491	134.6691	1.2049
2019	135.5009	1.2124	131.8245	1.1795	139.1773	1.2453
2020	139.4536	1.2477	135.2028	1.2097	143.7044	1.2858
2021	143.4062	1.2831	138.5615	1.2398	148.2509	1.3265
2022	147.3588	1.3185	141.9005	1.2696	152.8172	1.3673
2023	151.3115	1.3538	145.2198	1.2993	157.4031	1.4083
2024	155.2641	1.3892	148.5196	1.3289	162.0086	1.4495
2025	159.2167	1.4246	151.8002	1.3582	166.6332	1.4909
2026	163.1694	1.4599	155.0619	1.3874	171.2768	1.5325
2027	167.1220	1.4953	158.3052	1.4164	175.9388	1.5742
2028	171.0746	1.5307	161.5302	1.4453	180.6191	1.6161
2029	175.0273	1.5660	164.7374	1.4740	185.3171	1.6581
2030	178.9799	1.6014	167.9272	1.5025	190.0326	1.7003

\* El valor del índice se encuentra al mes de Diciembre de cada año.

\*\* Inflación: hace referencia a la inflación acumulada según la expresión de la pág.95.

Tomando los valores de esta tabla y el método para calcular los costos expuestos al inicio de este punto, en la siguiente tabla se muestran los valores de los costos proyectados:

Tabla 3.16: Costos proyectados de diabetes mellitus tipo 2, con el método ARIMA

Atención	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Atención</b>																	
<b>Detección</b>	\$4,972	\$5,141	\$5,311	\$5,481	\$5,651	\$5,821	\$5,990	\$6,160	\$6,330	\$6,500	\$6,670	\$6,839	\$7,009	\$7,179	\$7,349	\$7,519	\$7,688
ICInf95%	\$4,930	\$5,076	\$5,223	\$5,370	\$5,517	\$5,663	\$5,808	\$5,952	\$6,096	\$6,238	\$6,380	\$6,521	\$6,661	\$6,800	\$6,939	\$7,076	\$7,214
ICSup95%	\$5,014	\$5,207	\$5,400	\$5,592	\$5,785	\$5,979	\$6,173	\$6,368	\$6,564	\$6,761	\$6,959	\$7,158	\$7,357	\$7,558	\$7,759	\$7,961	\$8,163
<b>Tratamiento y control</b>																	
<b>Tratamiento y control</b>	\$6,787	\$7,019	\$7,251	\$7,482	\$7,714	\$7,946	\$8,178	\$8,409	\$8,641	\$8,873	\$9,105	\$9,337	\$9,568	\$9,800	\$10,032	\$10,264	\$10,496
ICInf95%	\$6,730	\$6,929	\$7,130	\$7,331	\$7,531	\$7,730	\$7,928	\$8,125	\$8,321	\$8,516	\$8,709	\$8,902	\$9,093	\$9,283	\$9,472	\$9,660	\$9,847
ICSup95%	\$6,844	\$7,109	\$7,371	\$7,634	\$7,897	\$8,161	\$8,427	\$8,694	\$8,961	\$9,230	\$9,500	\$9,772	\$10,044	\$10,317	\$10,592	\$10,867	\$11,144
<b>Hospitalarias</b>																	
<b>Metabólica</b>	\$19,414	\$20,077	\$20,740	\$21,404	\$22,067	\$22,730	\$23,393	\$24,056	\$24,719	\$25,382	\$26,045	\$26,708	\$27,371	\$28,034	\$28,697	\$29,360	\$30,023
ICInf95%	\$19,251	\$19,821	\$20,396	\$20,970	\$21,543	\$22,113	\$22,680	\$23,243	\$23,803	\$24,360	\$24,913	\$25,464	\$26,011	\$26,555	\$27,096	\$27,634	\$28,169
ICSup95%	\$19,578	\$20,334	\$21,085	\$21,837	\$22,590	\$23,346	\$24,106	\$24,868	\$25,634	\$26,404	\$27,176	\$27,952	\$28,731	\$29,513	\$30,298	\$31,086	\$31,877
<b>Renales</b>	\$16,267	\$16,823	\$17,378	\$17,934	\$18,490	\$19,045	\$19,601	\$20,156	\$20,712	\$21,267	\$21,823	\$22,379	\$22,934	\$23,490	\$24,045	\$24,601	\$25,156
ICInf95%	\$16,130	\$16,608	\$17,090	\$17,571	\$18,051	\$18,528	\$19,003	\$19,475	\$19,945	\$20,411	\$20,875	\$21,336	\$21,795	\$22,250	\$22,704	\$23,154	\$23,603
ICSup95%	\$16,405	\$17,038	\$17,667	\$18,297	\$18,928	\$19,562	\$20,198	\$20,837	\$21,479	\$22,124	\$22,771	\$23,421	\$24,074	\$24,729	\$25,387	\$26,047	\$26,710
<b>Neurológicas</b>	\$17,241	\$17,830	\$18,418	\$19,007	\$19,596	\$20,185	\$20,774	\$21,362	\$21,951	\$22,540	\$23,129	\$23,718	\$24,306	\$24,895	\$25,484	\$26,073	\$26,662
ICInf95%	\$17,095	\$17,601	\$18,112	\$18,623	\$19,131	\$19,637	\$20,140	\$20,641	\$21,138	\$21,633	\$22,124	\$22,613	\$23,099	\$23,582	\$24,062	\$24,540	\$25,015
ICSup95%	\$17,386	\$18,058	\$18,725	\$19,392	\$20,061	\$20,732	\$21,407	\$22,084	\$22,764	\$23,447	\$24,133	\$24,822	\$25,514	\$26,209	\$26,906	\$27,606	\$28,308
<b>Circulatorias</b>	\$18,996	\$19,645	\$20,294	\$20,942	\$21,591	\$22,240	\$22,889	\$23,537	\$24,186	\$24,835	\$25,483	\$26,132	\$26,781	\$27,430	\$28,078	\$28,727	\$29,376
ICInf95%	\$18,836	\$19,393	\$19,956	\$20,518	\$21,079	\$21,636	\$22,191	\$22,742	\$23,290	\$23,835	\$24,377	\$24,915	\$25,450	\$25,983	\$26,512	\$27,038	\$27,562
ICSup95%	\$19,156	\$19,896	\$20,631	\$21,366	\$22,103	\$22,843	\$23,586	\$24,332	\$25,082	\$25,835	\$26,590	\$27,350	\$28,112	\$28,877	\$29,645	\$30,416	\$31,190
<b>Otras</b>	\$17,589	\$18,189	\$18,790	\$19,391	\$19,991	\$20,592	\$21,193	\$21,794	\$22,394	\$22,995	\$23,596	\$24,196	\$24,797	\$25,398	\$25,998	\$26,599	\$27,200
ICInf95%	\$17,440	\$17,957	\$18,478	\$18,998	\$19,517	\$20,033	\$20,547	\$21,057	\$21,565	\$22,069	\$22,571	\$23,069	\$23,565	\$24,058	\$24,548	\$25,035	\$25,520
ICSup95%	\$17,737	\$18,422	\$19,103	\$19,783	\$20,466	\$21,151	\$21,839	\$22,530	\$23,224	\$23,921	\$24,621	\$25,323	\$26,029	\$26,738	\$27,449	\$28,163	\$28,879
<b>Sin mención</b>	\$17,166	\$17,752	\$18,339	\$18,925	\$19,511	\$20,098	\$20,684	\$21,270	\$21,856	\$22,443	\$23,029	\$23,615	\$24,201	\$24,788	\$25,374	\$25,960	\$26,546
ICInf95%	\$17,021	\$17,525	\$18,034	\$18,542	\$19,048	\$19,552	\$20,053	\$20,551	\$21,047	\$21,539	\$22,028	\$22,515	\$22,999	\$23,480	\$23,958	\$24,434	\$24,907
ICSup95%	\$17,311	\$17,980	\$18,644	\$19,308	\$19,974	\$20,643	\$21,314	\$21,989	\$22,666	\$23,346	\$24,029	\$24,715	\$25,404	\$26,095	\$26,789	\$27,486	\$28,186
<b>Urgencias</b>																	
<b>Sin complicaciones</b>	\$7,388	\$7,640	\$7,892	\$8,144	\$8,397	\$8,649	\$8,901	\$9,154	\$9,406	\$9,658	\$9,911	\$10,163	\$10,415	\$10,667	\$10,920	\$11,172	\$11,424
ICInf95%	\$7,325	\$7,542	\$7,761	\$7,980	\$8,198	\$8,414	\$8,630	\$8,844	\$9,058	\$9,269	\$9,480	\$9,689	\$9,898	\$10,105	\$10,311	\$10,515	\$10,719
ICSup95%	\$7,450	\$7,738	\$8,023	\$8,309	\$8,596	\$8,884	\$9,173	\$9,463	\$9,754	\$10,047	\$10,341	\$10,636	\$10,933	\$11,230	\$11,529	\$11,829	\$12,130
<b>Con complicaciones</b>	\$9,041	\$9,350	\$9,659	\$9,968	\$10,276	\$10,585	\$10,894	\$11,203	\$11,512	\$11,820	\$12,129	\$12,438	\$12,747	\$13,055	\$13,364	\$13,673	\$13,982
ICInf95%	\$8,965	\$9,230	\$9,498	\$9,766	\$10,033	\$10,298	\$10,562	\$10,824	\$11,085	\$11,344	\$11,602	\$11,859	\$12,113	\$12,367	\$12,619	\$12,869	\$13,118
ICSup95%	\$9,118	\$9,470	\$9,819	\$10,169	\$10,520	\$10,872	\$11,226	\$11,581	\$11,938	\$12,296	\$12,656	\$13,017	\$13,380	\$13,744	\$14,110	\$14,477	\$14,845

### **3.6 Resultados de la estimación de recursos para diabetes mellitus tipo 2.**

La estimación de recursos se calculó como el producto de los casos con los costos desde el 2014 hasta el 2030. Como se menciona la variabilidad en los recursos estimados está determinada por la proyección de los casos así como de su intervalo de confianza que se eligieron en el punto 3.4.

Los intervalos de confianza para los recursos fueron calculados multiplicando el intervalo de confianza superior e inferior de cada uno de los casos de utilización de servicios elegido por el límite superior e inferior del costo del servicio respectivamente.

En la Tabla 3.17 se muestran los recursos estimados para este padecimiento con su respectivo intervalo de confianza para el periodo de 2014-2030, así como el desglose de los costos que se requieren para cada causa de requerimiento de los servicios de salud es decir para la atención de la incidencia, tratamiento y control, hospitalización y urgencias.

En la tabla se observa que los recursos totales requeridos para 2014 serán de \$10,479 millones de pesos. Esta cifra corresponde al 8% de los recursos otorgados a la Secretaría de Salud en 2014 que fueron \$130, 265 millones de pesos.

En este punto es necesario hacer énfasis en que los recursos son limitados y que el gasto de la diabetes mellitus de acuerdo a lo estimado aumentará en un 361% en 2030 de lo estimado en 2014. Por tal motivo es necesario realizar estrategias adecuadas para su prevención.

**Tabla 3.17: Recursos totales y por causa de requerimiento de servicio 2014-2030\***

Tipo	Recursos totales			Incidencia			Tratamiento y control			Hospitalización			Urgencias		
	Costo	ICInf	ICSup	Costo	ICInf	ICSup	Costo	ICInf	ICSup	Costo	ICInf	ICSup	Costo	ICInf	ICSup
2014	\$10,479	\$9,732	\$11,237	\$737	\$651	\$825	\$7,134	\$6,801	\$7,471	\$1,037	\$849	\$1,228	\$1,571	\$1,431	\$1,714
2015	\$11,549	\$10,468	\$12,657	\$790	\$687	\$895	\$7,871	\$7,364	\$8,388	\$1,109	\$847	\$1,378	\$1,780	\$1,570	\$1,997
2016	\$12,715	\$11,325	\$14,148	\$843	\$728	\$963	\$8,664	\$7,997	\$9,348	\$1,201	\$867	\$1,545	\$2,006	\$1,733	\$2,292
2017	\$13,944	\$12,258	\$15,696	\$898	\$770	\$1,030	\$9,508	\$8,681	\$10,362	\$1,288	\$892	\$1,699	\$2,251	\$1,915	\$2,605
2018	\$15,258	\$13,266	\$17,338	\$953	\$814	\$1,098	\$10,405	\$9,413	\$11,434	\$1,387	\$926	\$1,868	\$2,512	\$2,112	\$2,937
2019	\$16,644	\$14,338	\$19,061	\$1,010	\$859	\$1,167	\$11,355	\$10,190	\$12,567	\$1,486	\$963	\$2,036	\$2,793	\$2,326	\$3,291
2020	\$18,113	\$15,478	\$20,889	\$1,067	\$905	\$1,238	\$12,360	\$11,012	\$13,767	\$1,594	\$1,006	\$2,217	\$3,092	\$2,555	\$3,667
2021	\$19,659	\$16,682	\$22,813	\$1,126	\$951	\$1,310	\$13,419	\$11,880	\$15,035	\$1,704	\$1,050	\$2,400	\$3,410	\$2,800	\$4,067
2022	\$21,296	\$17,957	\$24,846	\$1,186	\$999	\$1,384	\$14,539	\$12,797	\$16,373	\$1,823	\$1,100	\$2,596	\$3,749	\$3,062	\$4,493
2023	\$23,020	\$19,299	\$26,991	\$1,247	\$1,046	\$1,460	\$15,720	\$13,762	\$17,789	\$1,945	\$1,151	\$2,798	\$4,108	\$3,339	\$4,944
2024	\$24,838	\$20,712	\$29,257	\$1,309	\$1,095	\$1,537	\$16,965	\$14,776	\$19,284	\$2,074	\$1,207	\$3,012	\$4,490	\$3,634	\$5,423
2025	\$26,749	\$22,197	\$31,643	\$1,372	\$1,144	\$1,616	\$18,276	\$15,843	\$20,863	\$2,208	\$1,264	\$3,234	\$4,894	\$3,947	\$5,931
2026	\$28,755	\$23,755	\$34,153	\$1,435	\$1,193	\$1,696	\$19,652	\$16,961	\$22,524	\$2,348	\$1,325	\$3,466	\$5,320	\$4,277	\$6,467
2027	\$30,863	\$25,386	\$36,791	\$1,500	\$1,243	\$1,777	\$21,099	\$18,132	\$24,273	\$2,493	\$1,387	\$3,708	\$5,770	\$4,624	\$7,033
2028	\$33,072	\$27,094	\$39,565	\$1,565	\$1,293	\$1,860	\$22,618	\$19,358	\$26,114	\$2,645	\$1,453	\$3,960	\$6,244	\$4,990	\$7,630
2029	\$35,385	\$28,877	\$42,470	\$1,631	\$1,343	\$1,944	\$24,209	\$20,639	\$28,045	\$2,802	\$1,521	\$4,222	\$6,743	\$5,375	\$8,259
2030	\$37,797	\$30,733	\$45,509	\$1,698	\$1,393	\$2,029	\$25,869	\$21,971	\$30,068	\$2,964	\$1,592	\$4,494	\$7,265	\$5,777	\$8,918

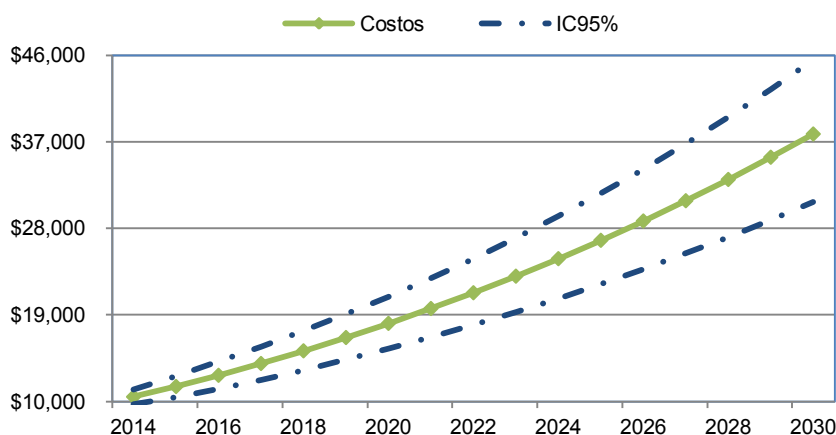
Los recursos totales son la suma de los costos derivados de la utilización de servicios por incidencia, tratamiento y control, hospitalización y urgencias. Los costos de los IC también pertenecen a la suma de los intervalos de confianza de cada una de las causas previamente mencionadas.

\*Cifras en millones de pesos.

Para ilustrar de forma más clara los recursos totales mostrados la tabla 3.17 a continuación se utilizan gráficos que permitan visualizar los resultados obtenidos.

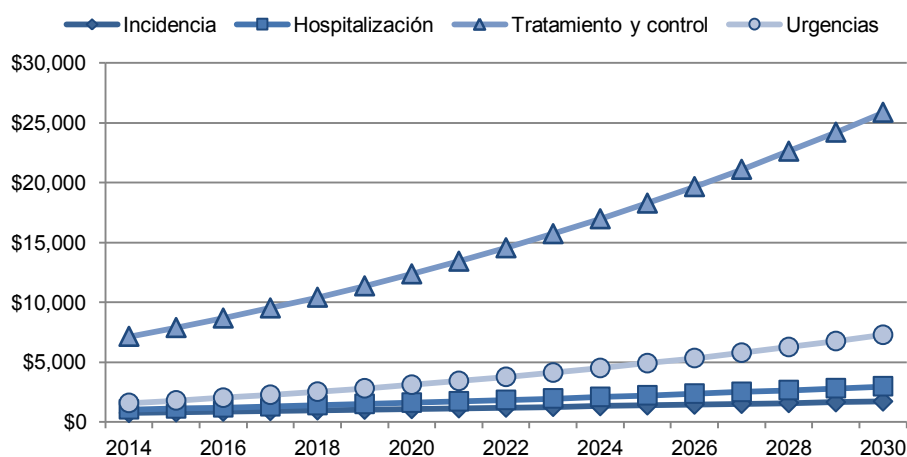
Los recursos totales que se prevén para la atención de la diabetes mellitus tipo 2 del año 2014 al 2030, como se observa los recursos estimados para el 2030 ascenderán a \$37,797 millones de pesos que es el 361% de lo que se estimó en 2014. Este incremento tan alto es consecuencia tanto del incremento en el número de casos, del envejecimiento poblacional así como del incremento de los costos en salud para los próximos años (Gráfico 3.10).

**Gráfico 3.10: Estimación de recursos diabetes mellitus tipo 2, 2014-2030**



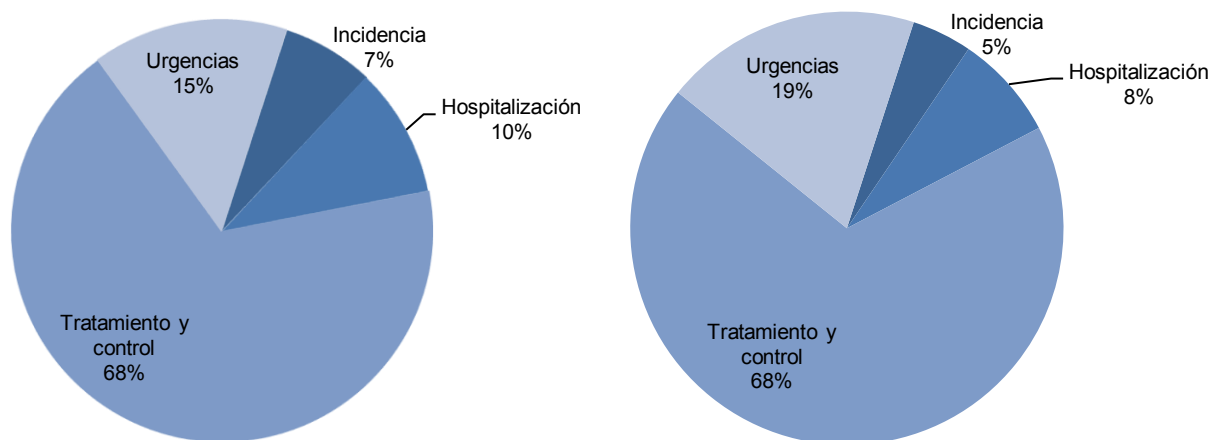
Los costos requeridos para cada causa de utilización de servicios se puede observar que todas las causas tienen una tendencia creciente en los recursos necesarios para su atención; sin embargo, el tratamiento y control de este padecimiento es el que absorberá una mayor cantidad de recursos (Gráfico 3.11).

**Gráfico 3.11: Recursos destinados según el tipo de servicio 2014-2030**



Respecto al porcentaje de recursos para cada tipo de servicio que se requiere con respecto al total de recursos, se muestran los siguientes gráficos. Del lado izquierdo se observa la distribución porcentual del gasto de la diabetes mellitus según el tipo de servicio en 2014 y del derecho se muestra del año 2030. Como se puede apreciar en 2014 el tratamiento y control de este padecimiento es el que consume el 68% del gasto, seguido por urgencias con un 15%. En 2030 el control y tratamiento continuará siendo la que tiene el mayor porcentaje 68% y urgencias en segundo lugar con 19%. Se observa que el porcentaje es similar para tratamiento y control, pero mientras que en la incidencia y hospitalización bajo el porcentaje en urgencias existió un incremento. En los años que se encuentran dentro de este periodo se muestra una distribución similar a las de estos años.

**Gráfico 3.12: Distribución porcentual de los recursos en 2014 y 2030**



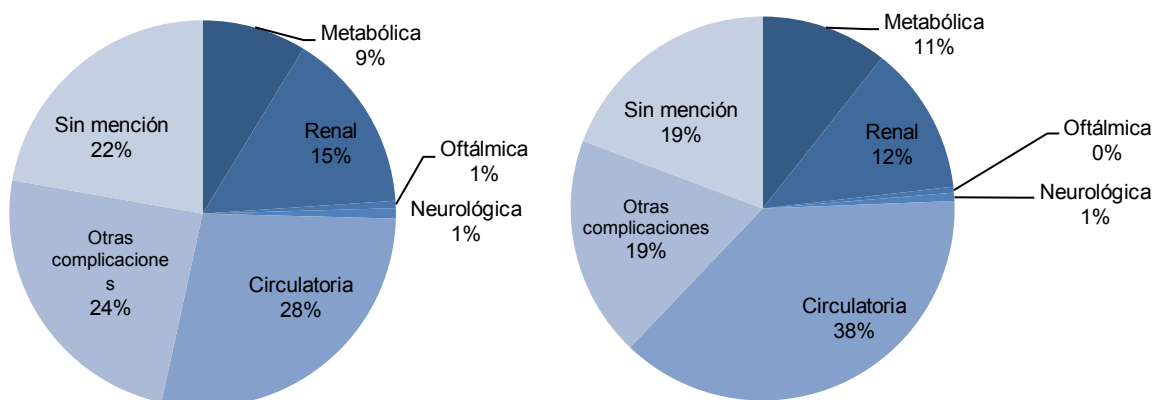
Como los recursos de los servicios de hospitalización y urgencias fueron estimados para cada una de las causas asociadas con este padecimiento. En el caso de la hospitalización, la complicación circulatoria fue la que tiene un mayor consumo de los recursos para su atención, seguida por otras complicaciones y sin mención de la complicación (Gráfico 3.13).

En el año 2030 se obtuvo que la complicación circulatoria, otras complicaciones y sin mención de la complicación serán las que requieren la mayor parte de los recursos de hospitalización. La distribución porcentual de los recursos presenta cambios sobre todo en el caso de las complicaciones circulatorias periféricas donde pasa de 28% al 38% de 2014 a 2030. Mientras que otras complicaciones y sin mención de la complicación muestran un decremento ya que en 2014 requirieron el 24% y 22% respectivamente pero en 2030 este porcentaje cambia al 19%.

Por su parte en complicación metabólica se muestra un incremento donde en 2014 se requiere el 9% mientras que en 2030 se estima que será el 11%. Un caso contrario se observa en la complicación renal donde decrece este porcentaje de 15% al 12% en el mismo periodo.

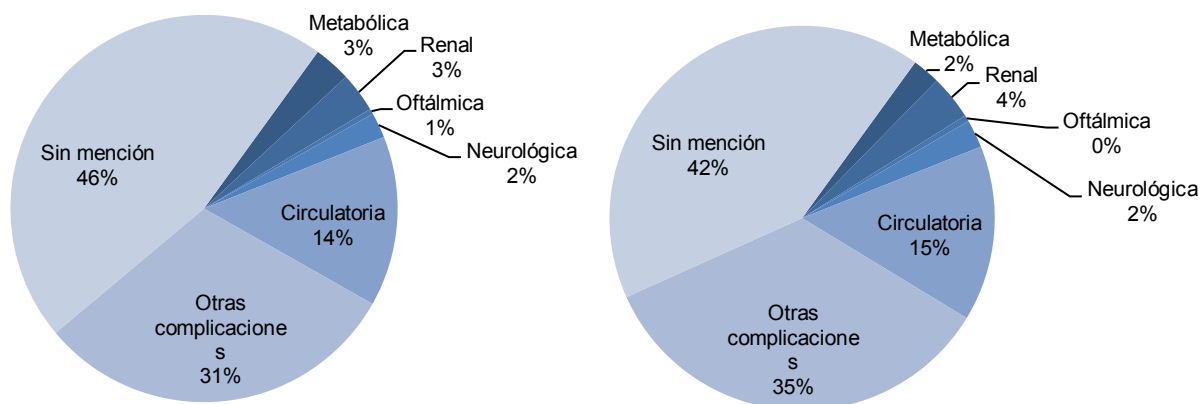


**Gráfico 3.13: Distribución porcentual del gasto para hospitalización según la causa asociada a la DM2 2014 y 2030**



En lo que respecta a urgencias la distribución del gasto para 2014 y 2030, como se observa a diferencia de hospitalización en este caso se encontró que la mayor parte de los recursos de urgencias es para sin mención de la complicación seguida por otras complicaciones donde la primera en 2014 se estima que consume el 46% de los recursos aunque de acuerdo a las proyecciones en 2030 será el 42% lo cual es un deceso; a diferencia en otras complicaciones aumentará el porcentaje de recursos para otras complicaciones pasando de 31% a 35% de 2014 a 2030. La complicación neurológica no presentará cambios del porcentaje, mientras que las complicaciones circulatorias, renales, oftálmicas y metabólicas presentan una variación del 1% en 2030 del valor del porcentaje en 2014 (Gráfico 3.14).

**Gráfico 3.14: Distribución porcentual del gasto para urgencias según la causa asociada a la DM2 2014 y 2030**



Como se pudo observar en la todos los tipos de atención a causa de diabetes mellitus existe un incremento, por lo que es necesario tomar medidas adecuadas debido a que lo que consume la mayor parte de los recursos es el tratamiento y control de esta enfermedad la cual está sujeto al incremento de la incidencia y la prevalencia.



## Conclusiones

Una vez que se ha descrito de manera general la composición del Sector Salud en México, la importancia de la diabetes mellitus tipo 2 como enfermedad crónica degenerativa dentro del perfil epidemiológico de la población mexicana, los distintos modelos de proyección para los casos y tasas de utilización de los servicios de salud así como el análisis de costos esperados para la atención de esta enfermedad y sus complicaciones, se observa que el panorama a futuro no es para nada alentador en términos de recursos financieros suficientes para afrontar la epidemia.

El aumento en 361% de los recursos estimados para afrontar los gastos de esta epidemia que se deben destinar dentro de un periodo de 16 años (2014 - 2030), y que representa un incremento del 22% anual, no es comparable con el aumento del presupuesto anual en salud o del Producto Interno Bruto del país, es decir, no se espera que se tengan los recursos monetarios necesarios, si no lo contrario, insuficiencia financiera que derive en una saturación de servicios así como una escases de medicamentos e insumos para la atención, tanto de la epidemia como de sus complicaciones.

Los modelos que fueron propuestos podrán seguir siendo utilizados y actualizados para los próximos años, debido a que éstos son apropiados para la información con la que dispone la Secretaría de Salud donde los casos atendidos de esta enfermedad se identifican mediante la clasificación CIE-10. Cabe mencionar que la serie de tiempo para los casos es muy pequeña debido a que la DGIS cuenta con un escaso número de años de información, por lo que las proyecciones mostradas pueden presentar cierta inestabilidad en el futuro.

En caso de que la Secretaría de Salud desarrolle un sistema de información estadística donde se pueda determinar de una forma más precisa la evolución de esta enfermedad en cada paciente, podrían ser usados modelos matemáticos que involucren los estados de esta enfermedad y su relación con el tiempo, ya que se tendrían herramientas para precisar los costos futuros que un paciente con diabetes mellitus pueda requerir para su atención futura y de esa forma determinar los recursos.

Es importante resaltar que las proyecciones realizadas pueden presentar cambios a lo largo del periodo proyectado por causas como son: nuevos tratamientos o fármacos que puedan reducir o evitar las complicaciones, el desarrollo de métodos para tener un mejor control de la glucosa, la cura definitiva de la diabetes, entre otras; así como cambios en el desarrollo del efecto del envejecimiento poblacional en el país. Estos cambios no fueron contemplados para la estimación de los recursos expuesta en este trabajo; no obstante, el modelo se puede ajustar con el análisis.

Por tanto, los resultados que se mostraron se encuentran sujetos a las variables mencionadas de tal forma que al existir una modificación radical en la prevención o tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 se vería reflejado en un cambio en los recursos futuros estimados para esta enfermedad.

Debido al incremento de casos de los últimos años el gobierno federal puso en marcha la estrategia para la prevención, el control del sobre peso y obesidad y la diabetes. En donde los pilares básicos para combatir esta enfermedad en este sexenio son: “*la prevención*”, que consiste en realizar promoción de una vida saludable, una correcta alimentación, vigilancia epidemiológica. “*La atención médica*”, que hace referencia en brindar atención médica adecuada a los pacientes con diabetes mediante tratamiento farmacológico con un abasto en medicamentos y un monitoreo de la evolución de la enfermedad. El tercer pilar es “*la regulación sanitaria y política fiscal*”, que tiene como propósito generar reformas de la publicidad de alimentos y bebidas, en etiquetado de alimentos con la finalidad de disminuir el consumo de alimentos con poco valor nutrimental.

Las tres acciones establecidas por el gobierno para su prevención no son de impacto o quizá su impacto aún no se muestra, al menos eso es lo se observa en las estadísticas. Porque culturalmente la población no ha tomado conciencia de la enfermedad y de las acciones para prevenirla. Por tanto acciones como evitar la comida chatarra en las escuelas, reformas a la publicidad de alimentos y bebidas en la eliminación de productos que no cumplan con criterios nutricionales en horarios infantiles no parecen ser la solución si hablamos que la cultura del consumo se encuentra verdaderamente en el hogar.

Además estas acciones no deben ser enfocadas solo en los niños, sino también en las personas adultas ya que de acuerdo con las estadísticas mostradas las personas están más expuestas a desarrollar este padecimiento mientras incrementa la edad.

La diabetes mellitus tipo 2 es un reto para las instituciones que brindan seguridad social en el país, y para los mexicanos, que son los que tienen en sus manos la decisión de prevenirla o tener un control adecuado, ya que al ser diagnosticada supone o debe suponer un cambio en la manera de vivir de la persona que la padece y con esto evitar las complicaciones no solo generan un aumento de los costos de atención sino que afectan físicamente y psicológicamente a las personas, además generan costos indirectos a la sociedad porque originan pérdida de la productividad, bajas laborales, jubilaciones anticipadas y muertes prematuras y una disminución de la calidad de vida de la persona y su familia.

Por tanto es de vital importancia crear estrategias que garanticen un cambio en la cultura de la población porque más allá de los recursos financieros para la atención o los costos indirectos que genere este padecimiento, exista la ganancia de una población activa y saludable basada en una alimentación adecuada, en el fomento en actividades deportivas que generen una convivencia saludable y feliz.

# Anexos



## Anexo A: Modelos ARIMA

En este apéndice se mencionan los modelos ARIMA que fueron usados y sus principales características. Para la proyección se usó  $\hat{Y}_t(l) = E[Y_t | Y_1, Y_2, \dots, Y_t]$  y el IC95% viene dado por  $[\hat{Y}_t(l) - 1.96 * \sqrt{Var(e_t(l))}, \hat{Y}_t(l) + 1.96 * \sqrt{Var(e_t(l))}]$

En el primer caso se muestran los que fueron usados para series estacionarias:

- *Proceso ruido blanco o ARIMA(0,0,0)*: es una serie de variables aleatorias independientes con media cero y varianza constante.

$$E[Y_t] = 0 \text{ y } Var[Y_t] = \sigma^2 \quad \forall t$$

Sin embargo algunos fueron ajustados con un ARIMA(0,0,0) con media distinta de cero. De tal forma que  $E[Y_t] = \mu + e_t$ .

*Proyección:*  $\hat{Y}_t(l) = \bar{Y}$

*Intervalo de confianza:*  $Var(e_t(l)) = \sigma_e^2$

- *Proceso autorregresivo de orden 1, AR(1) o ARIMA(1,0,0)*: Expresa  $Y_t$  en función a su pasado hasta el retardo  $t-1$  y un error aleatorio según la siguiente expresión:

$$Y_t = \phi Y_{t-1} + e_t$$

Donde la condición de estacionariedad es  $|\phi| < 1$ .

Cuando el modelo tuvo media distinta de cero la expresión es la siguiente:

$$Y_t - \mu = \phi(Y_{t-1} - \mu) + e_t$$

*Proyección:*  $\hat{Y}_t(l) = \mu + \phi[(\hat{Y}_t(l-1) - \mu)]$ ; que haciendo recursión se obtiene:

$$\hat{Y}_t(l) = \mu + \phi^l (Y_t - \mu)$$

*Varianza:*  $Var(e_t(l)) = \sigma_e^2 \left[ \frac{1 - \phi^{2l}}{1 - \phi^2} \right]$

- *Proceso de medias móviles de orden 1, MA(1) o ARIMA(0,0,1)*: Expresa  $Y_t$  en términos de su innovación contemporánea y de su pasado hasta su primer retardo, según la siguiente expresión:

$$Y_t = e_t - \theta e_{t-1}$$

Condición de invertibilidad  $|\theta| < 1$ .

Cuando tiene media distinta de cero el modelo es el siguiente:  $Y_t = \mu + e_t - \theta e_{t-1}$

*Proyección:*  $\hat{Y}_t(1) = \mu + \theta e_t$  y  $\hat{Y}_t(l) = \mu$  para  $l > 1$

*Varianza para el cálculo del intervalo:*  $Var(e_t(l)) = \begin{cases} \sigma_e^2 & \text{para } l=1 \\ \sigma_e^2(1+\theta^2) & \text{para } l>1 \end{cases}$

Para las series que presentaron tendencia se usaron:

- *Caminata aleatoria ARIMA(0,1,0)*: Expresa  $Y_t$  como  $Y_{t-1}$  más un error aleatorio  $e_t$  según la siguiente expresión

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t$$

*Caminata aleatoria con deriva ARIMA(0,1,0)*: Es similar a la anterior pero con un el término  $\delta$  y se expresa según lo siguiente:

$$Y_t = Y_{t-1} + \delta + e_t$$

*Proyección*:  $\hat{Y}_t(l) = \hat{Y}_t(l-1) + \delta$  que mediante recursión de obtiene:

$$\hat{Y}_t(l) = Y_t + l * \delta$$

*Varianza para el intervalo*:  $Var(e_t(l)) = l * \sigma_e^2$

- *Modelo ARIMA(1,1,0) con deriva*: Al tomar la diferencia se opta por un AR(1) con media distinta de cero de la siguiente forma:  $\Delta Y_{t-1} - \mu = \phi(\Delta Y_{t-1} - \mu) + e_t$  la cual puede resumirse según la siguiente expresión:

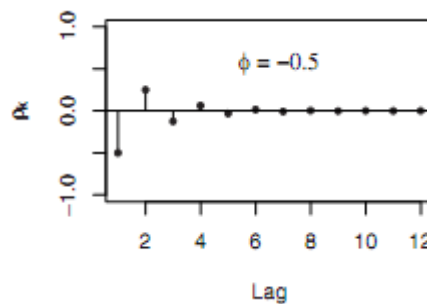
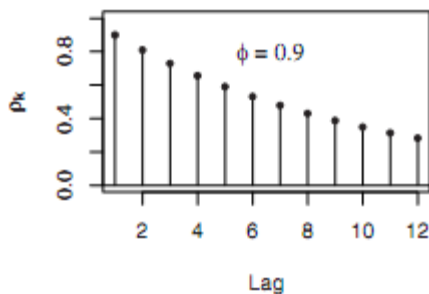
$$Y_t = (1 + \phi)Y_{t-1} - \phi Y_{t-2} + (1 - \phi)\mu + e_t$$

*Proyección*:  $\hat{Y}_t(l) = (1 + \phi)\hat{Y}_t(l-1) - \phi\hat{Y}_t(l-2) + (1 - \phi)\mu$

*Varianza para el intervalo*:  $Var(e_t(l)) = \sigma_e^2 \sum_{k=0}^{l-1} \left( \frac{1 - \phi^{k+1}}{1 - \phi} \right)^2$

Como en la identificación del modelo se hace una comparación entre las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial FAC y PACF teóricas con las muestrales, a continuación se presentan algunos ejemplos del FAC y PACF teóricos.

A continuación se muestra la función de autocorrelación teórica para un AR(1) con distintos valores de  $\phi$ :



En el caso del MA(1) solo presentan un valor significativo el cual está dado por:  $\theta^2 / (1 + \theta)$ .



## Anexo B: Casos por grupo de edad.

En las tablas de la 4.1 a 4.4 que se muestran a continuación se pueden ver los resultados obtenidos al aplicar el modelo para cada grupo de edad. En 2013 se hizo una comparación entre los proyectados y los reales.

En el primer modelo "*tasas de participación*" la proyección de las tasas fue realizada para cada grupo de edad, los resultados de los casos para cada afección por grupo de edad que se muestran en las tablas 4.1 y 4.2.

En el caso del segundo modelo "*graduación de tasas*", la proyección se realizó a los parámetros estimados de la función elegida en cada causa de requerimiento de servicio, sin embargo para fines de comparación una vez calculados los casos para los próximos años estos se encuentran en 7 o 14 grupos de edad se agruparon en tres grupos de edad al igual que el primer modelo propuesto, los casos obtenidos para cada grupo de edad se encuentran en las tablas 4.3 y 4.4.

Como se puede observar los casos totales proyectados son similares en cada modelo; sin embargo, en los casos del grupo de edad de menores de 20 años del segundo modelo muestra diferencias significativas con el último año real 2013 y el primer año estimado 2014. Por ejemplo en E.H. por complicación circulatoria existieron 50 casos reportados en 2013 y se estimó solo un caso en 2014 para este grupo de edad. Estos casos se muestran en las tablas 4.3 y 4.4 en color rojo.

Esto ocurre con la mayoría de casos proyectados de hospitalización. Sin embargo, en urgencias se muestra más similar a los casos reales para estos grupos de edad. En este sentido como se explicó no existe un gran cambio debido a que se habla de 50 casos de 14,465 en el caso de E.H. por complicación circulatoria.

**Tabla 3.18: Casos proyectados modelo 1 para incidencia y hospitalización por grupo de edad 2013-2030**

Causas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Incidencia</b>																		
Total de casos	<b>142,127</b>	<b>148,381</b>	<b>150,697</b>	<b>154,188</b>	<b>157,791</b>	<b>161,381</b>	<b>164,950</b>	<b>168,489</b>	<b>171,997</b>	<b>175,489</b>	<b>178,986</b>	<b>182,497</b>	<b>186,027</b>	<b>189,574</b>	<b>193,139</b>	<b>196,731</b>	<b>200,338</b>	<b>207,537</b>
Menores de 20		429	428	427	426	425	424	423	422	421	420	420	419	418	417	416	415	414
De 20 a 59		96,521	96,876	98,347	99,702	100,999	102,229	103,385	104,464	105,474	106,426	107,319	108,151	108,916	109,617	110,264	110,853	111,852
Mayores de 60		51,431	53,392	55,414	57,663	59,957	62,297	64,681	67,111	69,594	72,140	74,758	77,457	80,240	83,106	86,051	89,070	95,272
<b>Hospitalización</b>																		
<b>Metabólicas</b>	<b>4,012</b>	<b>4,258</b>	<b>4,499</b>	<b>4,749</b>	<b>5,004</b>	<b>5,265</b>	<b>5,530</b>	<b>5,800</b>	<b>6,075</b>	<b>6,355</b>	<b>6,640</b>	<b>6,931</b>	<b>7,227</b>	<b>7,528</b>	<b>7,834</b>	<b>8,146</b>	<b>8,462</b>	<b>8,782</b>
Menores de 20	274	284	294	304	314	324	334	344	353	363	373	383	393	402	412	421	431	440
De 20 a 59	2,594	2,760	2,916	3,072	3,230	3,388	3,547	3,705	3,864	4,022	4,181	4,339	4,496	4,653	4,809	4,963	5,117	5,268
Mayores de 60	1,144	1,214	1,289	1,372	1,460	1,553	1,650	1,751	1,858	1,969	2,086	2,209	2,338	2,473	2,614	2,761	2,914	3,073
<b>Renales</b>	<b>9,285</b>	<b>9,518</b>	<b>9,733</b>	<b>9,963</b>	<b>10,195</b>	<b>10,429</b>	<b>10,665</b>	<b>10,901</b>	<b>11,138</b>	<b>11,378</b>	<b>11,621</b>	<b>11,867</b>	<b>12,117</b>	<b>12,369</b>	<b>12,625</b>	<b>12,883</b>	<b>13,144</b>	<b>13,404</b>
Menores de 20	48	50	53	55	58	60	63	65	68	70	72	75	77	80	82	84	87	89
De 20 a 59	5,271	5,379	5,461	5,536	5,608	5,676	5,740	5,800	5,856	5,909	5,959	6,005	6,048	6,086	6,122	6,155	6,185	6,211
Mayores de 60	3,966	4,088	4,220	4,371	4,529	4,693	4,862	5,035	5,214	5,399	5,590	5,787	5,992	6,203	6,420	6,644	6,872	7,105
<b>Oftálmica</b>	<b>302</b>	<b>321</b>	<b>328</b>	<b>336</b>	<b>344</b>	<b>353</b>	<b>361</b>	<b>369</b>	<b>377</b>	<b>386</b>	<b>394</b>	<b>403</b>	<b>412</b>	<b>421</b>	<b>430</b>	<b>439</b>	<b>448</b>	<b>458</b>
Menores de 20	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
De 20 a 59	176	169	171	174	176	178	180	182	184	186	187	189	190	191	192	193	194	195
Mayores de 60	122	150	155	160	166	172	178	184	191	198	205	212	219	227	235	243	252	260
<b>Neurológica</b>	<b>382</b>	<b>492</b>	<b>501</b>	<b>514</b>	<b>525</b>	<b>538</b>	<b>550</b>	<b>562</b>	<b>574</b>	<b>587</b>	<b>599</b>	<b>612</b>	<b>625</b>	<b>638</b>	<b>651</b>	<b>665</b>	<b>678</b>	<b>692</b>
Menores de 20	1	4	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
De 20 a 59	221	272	277	280	284	287	291	294	297	299	302	304	306	308	310	312	313	314
Mayores de 60	160	215	222	230	239	247	256	265	275	285	295	305	316	327	338	350	362	374
<b>Circulatoria</b>	<b>14,465</b>	<b>15,546</b>	<b>16,631</b>	<b>17,773</b>	<b>18,952</b>	<b>20,168</b>	<b>21,419</b>	<b>22,703</b>	<b>24,024</b>	<b>25,383</b>	<b>26,782</b>	<b>28,221</b>	<b>29,701</b>	<b>31,223</b>	<b>32,787</b>	<b>34,392</b>	<b>36,037</b>	<b>37,717</b>
Menores de 20	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82	84	86	88
De 20 a 59	8,164	8,777	9,363	9,950	10,544	11,143	11,745	12,348	12,952	13,559	14,167	14,774	15,379	15,983	16,584	17,183	17,778	18,367
Mayores de 60	6,251	6,717	7,214	7,765	8,348	8,963	9,610	10,290	11,003	11,753	12,542	13,372	14,244	15,161	16,121	17,125	18,173	19,262
<b>Otras complicaciones</b>	<b>12,470</b>	<b>12,731</b>	<b>12,977</b>	<b>13,250</b>	<b>13,533</b>	<b>13,824</b>	<b>14,121</b>	<b>14,423</b>	<b>14,731</b>	<b>15,047</b>	<b>15,370</b>	<b>15,702</b>	<b>16,040</b>	<b>16,386</b>	<b>16,740</b>	<b>17,099</b>	<b>17,464</b>	<b>17,830</b>
Menores de 20	133	138	142	147	152	156	161	166	170	175	179	184	188	193	197	202	206	211
De 20 a 59	6,662	6,723	6,759	6,794	6,831	6,869	6,907	6,944	6,981	7,017	7,053	7,087	7,119	7,149	7,178	7,204	7,229	7,250
Mayores de 60	5,675	5,870	6,076	6,310	6,551	6,799	7,053	7,313	7,580	7,855	8,139	8,431	8,733	9,044	9,365	9,693	10,028	10,370
<b>Sin mención</b>	<b>12,969</b>	<b>13,429</b>	<b>13,872</b>	<b>14,340</b>	<b>14,817</b>	<b>15,300</b>	<b>15,788</b>	<b>16,280</b>	<b>16,777</b>	<b>17,281</b>	<b>17,791</b>	<b>18,308</b>	<b>18,831</b>	<b>19,361</b>	<b>19,897</b>	<b>20,438</b>	<b>20,983</b>	<b>21,529</b>
Menores de 20	291	303	315	327	339	351	362	374	386	398	409	421	433	444	456	467	478	490
De 20 a 59	6,804	7,071	7,307	7,539	7,770	7,999	8,225	8,448	8,669	8,887	9,103	9,315	9,524	9,730	9,932	10,131	10,326	10,516
Mayores de 60	5,874	6,055	6,250	6,474	6,708	6,951	7,200	7,458	7,723	7,996	8,279	8,572	8,874	9,187	9,509	9,840	10,178	10,523

**Tabla 3.19: Casos proyectados modelo 1 para tratamiento y control y urgencias por grupo de edad 2013-2030**

Causas	2013*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Tratamiento y control</b>																		
Total de casos	9,806	10,511	11,213	11,949	12,708	13,489	14,291	15,113	15,958	16,825	17,717	18,633	19,573	20,539	21,530	22,546	23,586	24,647
Menores de 20	75	77	78	80	82	83	84	86	87	89	90	92	93	95	96	98	99	101
De 20 a 59	6,041	6,460	6,858	7,257	7,659	8,064	8,471	8,878	9,286	9,694	10,103	10,511	10,918	11,322	11,726	12,126	12,525	12,918
Mayores de 60	3,690	3,974	4,277	4,612	4,967	5,341	5,735	6,149	6,585	7,042	7,523	8,030	8,562	9,121	9,708	10,322	10,962	11,628
<b>Urgencias</b>																		
<b>Metabólicas</b>	<b>5,299</b>	<b>5,626</b>	<b>5,946</b>	<b>6,275</b>	<b>6,609</b>	<b>6,948</b>	<b>7,289</b>	<b>7,633</b>	<b>7,980</b>	<b>8,330</b>	<b>8,682</b>	<b>9,038</b>	<b>9,395</b>	<b>9,755</b>	<b>10,116</b>	<b>10,478</b>	<b>10,842</b>	<b>11,204</b>
Menores de 20	357	393	428	463	498	533	568	603	637	672	706	740	774	808	842	875	909	942
De 20 a 59	3,218	3,456	3,684	3,912	4,142	4,374	4,608	4,842	5,076	5,311	5,547	5,782	6,017	6,250	6,483	6,715	6,946	7,173
Mayores de 60	1,724	1,777	1,834	1,900	1,969	2,040	2,113	2,189	2,267	2,347	2,430	2,516	2,605	2,696	2,791	2,888	2,987	3,088
<b>Renales</b>	<b>5,237</b>	<b>5,783</b>	<b>6,337</b>	<b>6,918</b>	<b>7,519</b>	<b>8,140</b>	<b>8,780</b>	<b>9,439</b>	<b>10,118</b>	<b>10,816</b>	<b>11,536</b>	<b>12,278</b>	<b>13,041</b>	<b>13,825</b>	<b>14,632</b>	<b>15,461</b>	<b>16,311</b>	<b>17,180</b>
Menores de 20	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	54	54	54	53	53	53	53	53
De 20 a 59	2,975	3,304	3,626	3,952	4,283	4,618	4,956	5,297	5,640	5,986	6,333	6,681	7,030	7,379	7,727	8,075	8,423	8,767
Mayores de 60	2,207	2,424	2,656	2,911	3,181	3,467	3,769	4,088	4,423	4,777	5,150	5,543	5,957	6,393	6,852	7,332	7,835	8,359
<b>Oftálmica</b>	<b>695</b>	<b>790</b>	<b>887</b>	<b>988</b>	<b>1,092</b>	<b>1,201</b>	<b>1,312</b>	<b>1,428</b>	<b>1,546</b>	<b>1,669</b>	<b>1,795</b>	<b>1,925</b>	<b>2,060</b>	<b>2,198</b>	<b>2,340</b>	<b>2,486</b>	<b>2,636</b>	<b>2,790</b>
Menores de 20	14	16	18	20	22	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
De 20 a 59	419	475	530	587	644	701	760	819	879	939	999	1,060	1,121	1,182	1,243	1,303	1,364	1,425
Mayores de 60	262	299	338	381	426	475	526	580	637	697	761	829	900	975	1,054	1,138	1,225	1,316
<b>Neurológica</b>	<b>3,263</b>	<b>3,663</b>	<b>4,070</b>	<b>4,497</b>	<b>4,940</b>	<b>5,399</b>	<b>5,873</b>	<b>6,362</b>	<b>6,867</b>	<b>7,388</b>	<b>7,927</b>	<b>8,482</b>	<b>9,056</b>	<b>9,647</b>	<b>10,256</b>	<b>10,883</b>	<b>11,528</b>	<b>12,189</b>
Menores de 20	43	46	50	53	56	60	63	66	70	73	76	79	83	86	89	92	96	99
De 20 a 59	1,881	2,109	2,333	2,559	2,790	3,023	3,259	3,497	3,736	3,978	4,221	4,464	4,709	4,953	5,197	5,441	5,685	5,927
Mayores de 60	1,339	1,508	1,688	1,885	2,094	2,316	2,551	2,799	3,061	3,337	3,630	3,938	4,264	4,608	4,970	5,350	5,748	6,164
<b>Circulatoria</b>	<b>22,197</b>	<b>24,699</b>	<b>27,239</b>	<b>29,897</b>	<b>32,647</b>	<b>35,486</b>	<b>38,411</b>	<b>41,420</b>	<b>44,516</b>	<b>47,703</b>	<b>50,984</b>	<b>54,360</b>	<b>57,831</b>	<b>61,397</b>	<b>65,062</b>	<b>68,822</b>	<b>72,676</b>	<b>76,612</b>
Menores de 20	209	226	242	259	276	292	309	325	341	358	374	390	406	422	438	454	470	485
De 20 a 59	12,853	14,398	15,917	17,456	19,019	20,603	22,203	23,817	25,442	27,080	28,727	30,380	32,036	33,692	35,349	37,004	38,657	40,297
Mayores de 60	9,135	10,076	11,079	12,182	13,352	14,591	15,899	17,278	18,733	20,266	21,884	23,590	25,389	27,284	29,275	31,364	33,550	35,830
<b>Otras complicaciones</b>	<b>48,759</b>	<b>54,498</b>	<b>60,327</b>	<b>66,427</b>	<b>72,744</b>	<b>79,272</b>	<b>86,005</b>	<b>92,940</b>	<b>100,082</b>	<b>107,443</b>	<b>115,029</b>	<b>122,843</b>	<b>130,886</b>	<b>139,162</b>	<b>147,675</b>	<b>156,421</b>	<b>165,397</b>	<b>174,575</b>
Menores de 20	676	734	791	848	905	962	1,018	1,075	1,131	1,187	1,242	1,298	1,353	1,408	1,463	1,518	1,572	1,626
De 20 a 59	28,816	32,265	35,657	39,090	42,579	46,114	49,686	53,287	56,914	60,569	64,244	67,933	71,627	75,322	79,020	82,713	86,401	90,060
Mayores de 60	19,267	21,499	23,879	26,489	29,260	32,196	35,301	38,578	42,037	45,688	49,543	53,612	57,906	62,431	67,192	72,189	77,424	82,889
<b>Sin mención</b>	<b>89,827</b>	<b>98,036</b>	<b>106,307</b>	<b>114,961</b>	<b>123,898</b>	<b>133,108</b>	<b>142,580</b>	<b>152,309</b>	<b>162,302</b>	<b>172,578</b>	<b>183,143</b>	<b>194,004</b>	<b>205,159</b>	<b>216,612</b>	<b>228,370</b>	<b>240,424</b>	<b>252,769</b>	<b>265,364</b>
Menores de 20	1,890	2,044	2,197	2,350	2,501	2,652	2,803	2,953	3,102	3,251	3,400	3,548	3,696	3,843	3,989	4,134	4,278	4,423
De 20 a 59	52,678	57,614	62,403	67,231	72,126	77,074	82,060	87,075	92,115	97,183	102,270	107,368	112,463	117,549	122,632	127,700	132,752	137,755
Mayores de 60	35,259	38,378	41,707	45,380	49,270	53,382	57,717	62,281	67,085	72,144	77,473	83,088	89,001	95,220	101,750	108,590	115,739	123,186

\* Las cantidades en 2013 son reales, los casos en tratamiento y control se muestran las cifras en cientos.

**Tabla 3.20: Casos proyectados modelo 2 para incidencia y hospitalización por grupo de edad 2013-2030.**

Causas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Incidencia</b>																		
<b>Total de casos</b>	<b>142,127</b>	<b>142,127</b>	<b>148,288</b>	<b>153,622</b>	<b>158,803</b>	<b>163,812</b>	<b>168,696</b>	<b>173,482</b>	<b>178,180</b>	<b>182,794</b>	<b>187,333</b>	<b>191,804</b>	<b>196,215</b>	<b>200,554</b>	<b>204,802</b>	<b>208,951</b>	<b>213,009</b>	<b>220,855</b>
Menores de 20		865	872	876	879	880	881	880	880	879	878	876	875	873	872	870	869	865
De 20 a 59		98,000	102,140	105,505	108,623	111,555	114,344	117,017	119,583	122,041	124,392	126,632	128,759	130,759	132,616	134,330	135,914	138,748
Mayores de 60		43,262	45,276	47,240	49,301	51,377	53,471	55,584	57,717	59,874	62,063	64,295	66,581	68,922	71,314	73,751	76,226	81,242
<b>Hospitalización</b>																		
<b>Metabólicas</b>	<b>4,012</b>	<b>4,660</b>	<b>4,956</b>	<b>5,266</b>	<b>5,584</b>	<b>5,912</b>	<b>6,248</b>	<b>6,594</b>	<b>6,948</b>	<b>7,311</b>	<b>7,683</b>	<b>8,064</b>	<b>8,454</b>	<b>8,852</b>	<b>9,258</b>	<b>9,673</b>	<b>10,096</b>	<b>10,527</b>
Menores de 20	274	614	639	664	688	712	737	761	785	809	833	857	881	905	929	952	976	999
De 20 a 59	2,594	2,713	2,885	3,059	3,235	3,414	3,595	3,779	3,963	4,150	4,337	4,525	4,712	4,899	5,085	5,270	5,454	5,636
Mayores de 60	1,144	1,333	1,432	1,544	1,661	1,786	1,916	2,054	2,199	2,352	2,512	2,682	2,860	3,048	3,245	3,451	3,667	3,892
<b>Renales</b>	<b>9,285</b>	<b>9,691</b>	<b>9,979</b>	<b>10,284</b>	<b>10,593</b>	<b>10,907</b>	<b>11,224</b>	<b>11,544</b>	<b>11,866</b>	<b>12,189</b>	<b>12,514</b>	<b>12,839</b>	<b>13,164</b>	<b>13,488</b>	<b>13,809</b>	<b>14,128</b>	<b>14,444</b>	<b>14,757</b>
Menores de 20	48	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
De 20 a 59	5,271	5,463	5,611	5,756	5,899	6,040	6,179	6,316	6,449	6,579	6,704	6,823	6,936	7,041	7,138	7,228	7,311	7,388
Mayores de 60	3,966	4,212	4,352	4,512	4,678	4,851	5,029	5,212	5,401	5,594	5,794	6,000	6,212	6,431	6,655	6,884	7,118	7,354
<b>Oftálmica</b>	<b>302</b>	<b>360</b>	<b>370</b>	<b>381</b>	<b>392</b>	<b>403</b>	<b>415</b>	<b>426</b>	<b>438</b>	<b>449</b>	<b>461</b>	<b>473</b>	<b>485</b>	<b>496</b>	<b>508</b>	<b>519</b>	<b>531</b>	<b>542</b>
Menores de 20	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
De 20 a 59	176	206	211	216	221	226	231	236	241	245	250	254	258	262	265	268	271	274
Mayores de 60	122	152	157	163	169	176	182	189	196	203	210	217	225	233	241	249	258	266
<b>Neurológica</b>	<b>382</b>	<b>517</b>	<b>531</b>	<b>546</b>	<b>561</b>	<b>576</b>	<b>592</b>	<b>608</b>	<b>624</b>	<b>640</b>	<b>656</b>	<b>672</b>	<b>688</b>	<b>705</b>	<b>721</b>	<b>737</b>	<b>754</b>	<b>770</b>
Menores de 20	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
De 20 a 59	221	290	297	304	311	317	324	330	336	342	348	353	359	363	368	372	376	380
Mayores de 60	160	221	228	236	244	253	262	272	281	291	302	313	324	335	347	359	372	384
<b>Circulatoria</b>	<b>14,465</b>	<b>15,289</b>	<b>16,002</b>	<b>17,415</b>	<b>18,397</b>	<b>19,790</b>	<b>20,954</b>	<b>22,375</b>	<b>23,682</b>	<b>25,157</b>	<b>26,586</b>	<b>28,132</b>	<b>29,669</b>	<b>31,288</b>	<b>32,918</b>	<b>34,611</b>	<b>36,327</b>	<b>38,095</b>
Menores de 20	50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
De 20 a 59	8,164	8,106	8,466	9,171	9,637	10,308	10,848	11,509	12,097	12,755	13,372	14,027	14,656	15,301	15,926	16,557	17,176	17,796
Mayores de 60	6,251	7,182	7,535	8,243	8,758	9,480	10,104	10,864	11,583	12,400	13,213	14,103	15,011	15,985	16,990	18,052	19,150	20,298
<b>Otras complicaciones</b>	<b>12,470</b>	<b>14,344</b>	<b>14,578</b>	<b>14,861</b>	<b>15,167</b>	<b>15,492</b>	<b>15,835</b>	<b>16,193</b>	<b>16,564</b>	<b>16,947</b>	<b>17,340</b>	<b>17,743</b>	<b>18,153</b>	<b>18,569</b>	<b>18,989</b>	<b>19,413</b>	<b>19,840</b>	<b>20,268</b>
Menores de 20	133	161	159	157	155	154	153	152	151	150	150	149	149	148	148	147	147	146
De 20 a 59	6,662	7,665	7,769	7,878	7,993	8,113	8,236	8,362	8,488	8,614	8,737	8,857	8,972	9,081	9,182	9,277	9,366	9,449
Mayores de 60	5,675	6,517	6,650	6,826	7,018	7,225	7,446	7,679	7,925	8,183	8,454	8,737	9,033	9,341	9,659	9,989	10,327	10,673
<b>Sin mención</b>	<b>12,969</b>	<b>12,536</b>	<b>13,267</b>	<b>13,446</b>	<b>14,082</b>	<b>14,374</b>	<b>14,943</b>	<b>15,307</b>	<b>15,838</b>	<b>16,248</b>	<b>16,759</b>	<b>17,201</b>	<b>17,703</b>	<b>18,164</b>	<b>18,661</b>	<b>19,133</b>	<b>19,628</b>	<b>20,107</b>
Menores de 20	291	150	155	150	153	150	151	149	149	148	147	146	146	145	144	143	143	142
De 20 a 59	6,804	6,339	6,714	6,701	6,976	7,022	7,236	7,314	7,486	7,576	7,717	7,806	7,921	8,000	8,089	8,154	8,222	8,273
Mayores de 60	5,874	6,048	6,398	6,595	6,953	7,202	7,556	7,844	8,202	8,524	8,895	9,248	9,637	10,019	10,428	10,836	11,263	11,692

**Tabla 3.21: Casos proyectados modelo 2 para tratamiento y control y urgencias por grupo de edad 2013-2030.**

Causas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Urgencias</b>																		
<b>Metabólicas</b>	<b>5,299</b>	<b>5,389</b>	<b>5,721</b>	<b>6,070</b>	<b>6,431</b>	<b>6,804</b>	<b>7,188</b>	<b>7,583</b>	<b>7,990</b>	<b>8,408</b>	<b>8,837</b>	<b>9,277</b>	<b>9,729</b>	<b>10,191</b>	<b>10,662</b>	<b>11,144</b>	<b>11,636</b>	<b>12,137</b>
Menores de 20	357	277	286	296	305	314	324	333	342	351	361	370	379	388	397	406	415	424
De 20 a 59	3,218	3,213	3,404	3,598	3,795	3,995	4,198	4,403	4,611	4,820	5,030	5,240	5,451	5,660	5,867	6,073	6,278	6,481
Mayores de 60	1,724	1,899	2,030	2,176	2,331	2,495	2,667	2,847	3,037	3,237	3,447	3,667	3,899	4,143	4,398	4,665	4,943	5,233
<b>Renales</b>	<b>5,237</b>	<b>5,764</b>	<b>6,380</b>	<b>7,034</b>	<b>7,718</b>	<b>8,433</b>	<b>9,179</b>	<b>9,955</b>	<b>10,762</b>	<b>11,600</b>	<b>12,469</b>	<b>13,368</b>	<b>14,297</b>	<b>15,255</b>	<b>16,241</b>	<b>17,254</b>	<b>18,295</b>	<b>19,362</b>
Menores de 20	55	25	27	29	31	33	35	37	38	40	42	44	46	47	49	51	53	55
De 20 a 59	2,975	3,165	3,495	3,834	4,185	4,545	4,917	5,297	5,687	6,084	6,487	6,896	7,308	7,721	8,135	8,548	8,961	9,374
Mayores de 60	2,207	2,573	2,858	3,170	3,502	3,855	4,227	4,621	5,037	5,476	5,939	6,428	6,944	7,487	8,057	8,655	9,281	9,934
<b>Oftálmica</b>	<b>695</b>	<b>509</b>	<b>574</b>	<b>643</b>	<b>716</b>	<b>793</b>	<b>873</b>	<b>957</b>	<b>1,044</b>	<b>1,136</b>	<b>1,231</b>	<b>1,330</b>	<b>1,432</b>	<b>1,538</b>	<b>1,648</b>	<b>1,762</b>	<b>1,879</b>	<b>1,999</b>
Menores de 20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
De 20 a 59	419	247	278	311	344	379	414	451	489	528	567	607	648	688	729	770	811	852
Mayores de 60	262	261	295	333	372	414	458	506	555	608	664	722	784	850	919	991	1,068	1,147
<b>Neurológica</b>	<b>3,263</b>	<b>3,562</b>	<b>3,962</b>	<b>4,386</b>	<b>4,829</b>	<b>5,291</b>	<b>5,773</b>	<b>6,275</b>	<b>6,796</b>	<b>7,336</b>	<b>7,896</b>	<b>8,476</b>	<b>9,076</b>	<b>9,694</b>	<b>10,330</b>	<b>10,984</b>	<b>11,656</b>	<b>12,345</b>
Menores de 20	43	36	39	42	45	48	51	53	56	59	62	65	67	70	73	76	78	81
De 20 a 59	1,881	2,006	2,225	2,451	2,684	2,923	3,168	3,420	3,677	3,939	4,205	4,475	4,746	5,020	5,293	5,567	5,841	6,114
Mayores de 60	1,339	1,520	1,698	1,893	2,101	2,321	2,555	2,802	3,062	3,338	3,630	3,937	4,262	4,604	4,964	5,342	5,737	6,150
<b>Circulatoria</b>	<b>22,197</b>	<b>23,351</b>	<b>25,817</b>	<b>28,435</b>	<b>31,174</b>	<b>34,036</b>	<b>37,021</b>	<b>40,127</b>	<b>43,355</b>	<b>46,704</b>	<b>50,175</b>	<b>53,768</b>	<b>57,480</b>	<b>61,305</b>	<b>65,240</b>	<b>69,286</b>	<b>73,442</b>	<b>77,704</b>
Menores de 20	209	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
De 20 a 59	12,853	12,961	14,297	15,675	17,097	18,562	20,070	21,616	23,197	24,808	26,444	28,102	29,772	31,447	33,122	34,797	36,472	38,146
Mayores de 60	9,135	10,387	11,517	12,757	14,074	15,471	16,948	18,508	20,154	21,892	23,726	25,662	27,704	29,853	32,113	34,484	36,965	39,553
<b>Otras complicaciones</b>	<b>48,759</b>	<b>53,358</b>	<b>59,166</b>	<b>65,312</b>	<b>71,725</b>	<b>78,409</b>	<b>85,366</b>	<b>92,597</b>	<b>100,098</b>	<b>107,874</b>	<b>115,925</b>	<b>124,254</b>	<b>132,854</b>	<b>141,715</b>	<b>150,832</b>	<b>160,204</b>	<b>169,832</b>	<b>179,702</b>
Menores de 20	676	819	883	946	1,009	1,071	1,134	1,196	1,258	1,320	1,381	1,443	1,504	1,565	1,625	1,686	1,746	1,806
De 20 a 59	28,816	30,648	33,891	37,226	40,656	44,179	47,794	51,493	55,268	59,110	63,008	66,954	70,932	74,926	78,925	82,926	86,931	90,930
Mayores de 60	19,267	21,890	24,393	27,141	30,061	33,159	36,439	39,908	43,572	47,444	51,536	55,857	60,418	65,224	70,282	75,592	81,156	86,966
<b>Sin mención</b>	<b>89,827</b>	<b>98,058</b>	<b>106,401</b>	<b>115,187</b>	<b>124,285</b>	<b>133,697</b>	<b>143,422</b>	<b>153,451</b>	<b>163,779</b>	<b>174,406</b>	<b>185,329</b>	<b>196,549</b>	<b>208,055</b>	<b>219,828</b>	<b>231,862</b>	<b>244,153</b>	<b>256,702</b>	<b>269,489</b>
Menores de 20	1,890	1,943	2,177	2,434	2,714	3,019	3,351	3,712	4,107	4,536	5,003	5,511	6,063	6,664	7,316	8,024	8,791	9,627
De 20 a 59	52,678	57,466	62,477	67,635	72,948	78,420	84,050	89,830	95,750	101,801	107,974	114,261	120,646	127,111	133,651	140,266	146,965	153,738
Mayores de 60	35,259	38,650	41,746	45,118	48,623	52,259	56,021	59,908	63,922	68,068	72,352	76,777	81,345	86,053	90,895	95,864	100,946	106,124



## Anexo C: Histórico del valor del CCIF en salud

Mes y año	CCIF	Mes y año	CCIFF	Mes y año	CCIF	Mes y año	CCIF
Jul 2002	68.06633	Sep 2005	79.94405	Nov 2008	91.11808	Ene 2012	104.1147
Ago 2002	68.44920	Oct 2005	80.12717	Dic 2008	91.39277	Feb 2012	104.5492
Sep 2002	68.72151	Nov 2005	80.34896	Ene 2009	91.85635	Mar 2012	105.0548
Oct 2002	69.00468	Dic 2005	80.51648	Feb 2009	92.47423	Abr 2012	105.3103
Nov 2002	69.22748	Ene 2006	80.79049	Mar 2009	93.06837	May 2012	105.7166
Dic 2002	69.42858	Feb 2006	81.30629	Abr 2009	93.56314	Jun 2012	106.0021
Ene 2003	69.94540	Mar 2006	81.98589	May 2009	93.82054	Jul 2012	106.2801
Feb 2003	70.39948	Abr 2006	82.26092	Jun 2009	94.14677	Ago 2012	106.5846
Mar 2003	70.74878	May 2006	82.52883	Jul 2009	94.4062	Sep 2012	106.8984
Abr 2003	71.20524	Jun 2006	82.80996	Ago 2009	94.84265	Oct 2012	107.1659
May 2003	72.06999	Jul 2006	83.07006	Sep 2009	94.93184	Nov 2012	107.2492
Jun 2003	72.66549	Ago 2006	83.30507	Oct 2009	95.17261	Dic 2012	107.5289
Jul 2003	73.06633	Sep 2006	83.52821	Nov 2009	95.33878	Ene 2013	108.1873
Ago 2003	73.32101	Oct 2006	83.88463	Dic 2009	95.51445	Feb 2013	108.8533
Sep 2003	73.48515	Nov 2006	84.03893	Ene 2010	96.33648	Mar 2013	109.3601
Oct 2003	73.57332	Dic 2006	84.25902	Feb 2010	96.94215	Abr 2013	109.5566
Nov 2003	73.86361	Ene 2007	84.56932	Mar 2010	97.31654	May 2013	109.9639
Dic 2003	73.95279	Feb 2007	85.2323	Abr 2010	97.65803	Jun 2013	110.3260
Ene 2004	74.48013	Mar 2007	85.71351	May 2010	98.05446	Jul 2013	110.7861
Feb 2004	74.93658	Abr 2007	86.09773	Jun 2010	98.38918	Ago 2013	110.9089
Mar 2004	75.16447	May 2007	86.35174	Jul 2010	98.69405	Sep 2013	111.0666
Abr 2004	75.32013	Jun 2007	86.52672	Ago 2010	99.0196	Oct 2013	111.3018
May 2004	75.56192	Jul 2007	86.76987	Sep 2010	99.29972	Nov 2013	111.4223
Jun 2004	75.69520	Ago 2007	87.13307	Oct 2010	99.55033	Dic 2013	111.7651
Jul 2004	75.87086	Sep 2007	87.32807	Nov 2010	99.73854	Ene 2014	112.8496
Ago 2004	75.98752	Oct 2007	87.56409	Dic 2010	99.9376	Feb 2014	113.3613
Sep 2004	76.16793	Nov 2007	87.67126	Ene 2011	100.4266	Mar 2014	113.8178
Oct 2004	76.28832	Dic 2007	87.85031	Feb 2011	100.8055	Abr 2014	114.1899
Nov 2004	76.52706	Ene 2008	88.36951	Mar 2011	101.2407		
Dic 2004	76.75326	Feb 2008	88.82834	Abr 2011	101.5827		
Ene 2005	77.24600	Mar 2008	89.18781	May 2011	102.0719		
Feb 2005	77.91915	Abr 2008	89.5232	Jun 2011	102.2505		
Mar 2005	78.32067	May 2008	89.8518	Jul 2011	102.4041		
Abr 2005	78.61842	Jun 2008	90.20652	Ago 2011	102.6095		
May 2005	79.05317	Jul 2008	90.30792	Sep 2011	102.9857		
Jun 2005	79.29124	Ago 2008	90.42254	Oct 2011	103.0302		
Jul 2005	79.47945	Sep 2008	90.63212	Nov 2011	103.1039		
Ago 2005	79.79178	Oct 2008	90.92004	Dic 2011	103.5056		





## Anexo D: Código en R

### ❖ Funciones para ambos modelos de proyección de casos:

- \* **CTasa:** Realiza el cálculo de las tasas para cada afección por grupo de edad y por año.

```
CTasa<-function(tabla, poblacion,c)
{
  years<-dim(tabla)[1]
  grupos<-dim(tabla)[2]
  if(years==14) da=0 else da=7
  CTasa<-matrix(0, ncol=grupos,nrow=years)
  for (i in 1: years){
    for (j in 1:grupos){
      CTasa[i,j]=(tabla[i,j]/poblacion[i+da,j+1])*c
    }
  }
}
CTasa
}
```

- \* **Seleccionar:** Esta función selecciona la complicación de la tabla según hospitalaria o urgencias.

```
Seleccionar<-function(NoCom, years,tabla)
{
  cont=1
  nGrupos<-dim(tabla)[2]-3
  num<-dim(tabla)[1]
  Seleccionar<-matrix(0,ncol=nGrupos,nrow=years)
  for (i in 1:num){
    if(tabla[i,3]==NoCom){
      for(j in 1:nGrupos){
        Seleccionar[cont,j]=tabla[i,j+3]
      }
      cont=cont+1
    }
  }
}
Seleccionar
}
```

### ❖ Funciones para la proyección de tasas y de parámetros mediante el modelo ARIMA

- \* **ajusteModelo:** Esta función ajusta la serie a un modelo ARIMA, las entradas de la función son SerieE-Serie, añoIni- año inicial, p- orden AR(p), d- diferencia, q- orden(q), drift- con valores cero si no se incluye y 1 si se incluye, añosProy-años que se proyectarán.

```
ajusteModelo<-function(SerieE,añoIni,p,d,q,drift,añosProy)
```

```

{
  if(d==1){
    D1<-diff(SerieE)
    t95<-qt(0.975, length(SerieE)-1, lower.tail = TRUE)
    IC<-mean(D1) + c(-t95, t95) * sd(D1)/sqrt(length(D1));print(IC)
    win.graph(width = 4, height = 4, pointsize = 8)
    boxplot(D1);abline(h=0, col=2);print(summary(D1));abline(h=mean(D1))
  }
  if(drift==1 & d==1){
    mod<-arima(SerieE,order=c(p,d,q), xreg=(1:length(SerieE)));print(mod);
    Pred<-predict(mod, n.ahead=añosProy,
newxreg=(length(SerieE)+1):(length(SerieE)+añosProy))
  }
  else{
    mod<-arima(SerieE,order=c(p,d,q));print(mod);
    Pred<-predict(mod, n.ahead=añosProy)
  }
  GraficosSupuestos(mod)
  T<-Resumen(mod);print(T)
  U=Pred$pred+1.96*Pred$se; L=Pred$pred-1.96*Pred$se

  win.graph(width=4.4,height=2.7,pointsize=8)
  plot(SerieE, xlim=c(añoIni,(añoIni+length(SerieE)+añosProy)), ylim=c(min(L,SerieE),
max(U,SerieE)),ylab="Serie", col=1,type='o')
  lines(Pred$pred, col=2,type='o'); lines(U, col=4, lty=2); lines(L, col=4, lty=2)
  legend(añoIni,max(SerieE,U),c("Real", "Proyectado", "IC95%"), lty=1, col=c(1,2,4))

  proye<-Pred
  Proy<-matrix(0, nrow=3, ncol=añosProy);Proy[1,]<-proye$pred;Proy[2,]<-proye$pred-
1.96*proye$se;Proy[3,]<-proye$pred+1.96*proye$se
  a<-añoIni+length(SerieE); b<-a+añosProy-1
  colnames(Proy)<-a:b; rownames(Proy)=c("Tasa", "ICInf", "ICSup"); Proy
}

```

- \* **Resumen:** Realiza el resumen de los estadísticos para la comprobación de residuales, con las pruebas Shapiro.tes, Box.test, Ljung-Box test

```

Resumen<-function(mod)
{
  residuales <- mod$residuals
  R <- matrix(0, ncol = 2, nrow = 3)
  S <- shapiro.test(rstandard(mod))
  R[1, 1] <- S$statistic; R[1, 2] <- S$p.value
  B <- Box.test(residuales)
  R[2, 1] <- B$statistic; R[2, 2] <- B$p.value
  LB <- Box.test(residuales, type=c("Ljung-Box"))
  R[3, 1] <- LB$statistic; R[3, 2] <- LB$p.value
  rownames(R) <- c("Shapiro.test", "Box-Pierce", "Ljung-Box")
  colnames(R) <- c("Estadistico", "p.value")
  Resumen <- R
}

```

- \* **GraficosSupuestos:** Realiza los gráficos de los supuestos de los residuales, residuales en el tiempo, ACF, y qqplot.

```
GraficosSupuestos<-function(mod)
{
  residuales <- mod$residuals
  win.graph(width = 5, height = 5, pointsize = 8); par(mfrow = c(2, 1))
  plot(residuales, type = "o");abline(h = 0); acf(residuales)
  win.graph(width = 2.5, height = 2.5, pointsize = 8)
  qqnorm(window(residuales, start = c(2000)));qqline(window(residuales, start = c(2000)))
}
```

## ❖ Modelo 1: Tasas de participación

### \* Código de los gráficos de las págs. 56-60.

```
Poblacion1<-read.table("C:/.../Datos/Modelo 1/Poblacion.txt", header=TRUE)
Serie1<-read.table("C:/.../Datos/Modelo 1/Serie1.txt", header=TRUE)
Serie2<-read.table("C:/.../Datos/Modelo 1/Serie2.txt", header=TRUE)
library(TSA);library(forecast);library(MASS)
Tabla<-Serie1;year<-14;c<-100000;año<-2000
```

*Tasa de hospitalización por complicación oftálmica para el grupo de edad menores de 20 años. (pág. 56-57).*

```
Ofta<-CTasa(Seleccionar(3,year, Tabla), Poblacion1,c)
año<-2000; Tasa<-Ofta; GE<-1;
Serie<-ts(Tasa[,GE], start=año,freq=1);win.graph(width=4,height=2.3,pointsize=7); plot(Serie,
type='o'); abline(h=mean(Serie), col=2)
par(mfrow = c(1, 2)); acf(Serie, main= "ACF"); pacf(Serie, main="PACF")
ajusteModelo(Serie,2000,0,0,0,0,17)
```

*Tasa de hospitalización por otras complicaciones para el grupo de edad mayores de 60 años. (pág. 58-59).*

```
Otra<-CTasa(Seleccionar(6,year, Tabla), Poblacion1,c)
año<-2000; Tasa<-Otra; GE<-3;
Serie<-ts(Tasa[,GE], start=año,freq=1);win.graph(width=4,height=2.3,pointsize=7); plot(Serie,
type='o'); abline(h=mean(Serie), col=2)
par(mfrow = c(1, 2)); acf(Serie, main= "ACF"); pacf(Serie, main="PACF")
```

*Tasa de hospitalización por complicación metabólica para el grupo de edad mayores De 20 a 59 años. (pág. 59-60).*

```
Meta<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion1, c)
año<-2000; Tasa<-Meta; GE<-2;
Serie<-ts(Tasa[,GE], start=año,freq=1);win.graph(width=4,height=2.3,pointsize=7); plot(Serie,
type='o'); abline(h=mean(Serie), col=2)
d1<-diff((Serie)); plot(d1, type='o');abline(h=mean(d1), col=2)
acf(d1); pacf(d1); ajusteModelo(Serie,2000,0,1,0,1,17)
```

## ❖ Proyección de tasas modelo 1: Hospitalización.

```

Tabla<-Serie1;year<-14;c<-100000;año<-2000
Meta<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion1, c)
Renal<-CTasa(Seleccionar(2,year, Tabla), Poblacion1,c)
Ofra<-CTasa(Seleccionar(3,year, Tabla), Poblacion1,c)
Neuro<-CTasa(Seleccionar(4,year, Tabla), Poblacion1,c)
Circu<-CTasa(Seleccionar(5,year, Tabla), Poblacion1,c)
Otra<-CTasa(Seleccionar(6,year, Tabla), Poblacion1,c)
Sin<-CTasa(Seleccionar(7,year, Tabla), Poblacion1,c)
Inci<-CTasa(Seleccionar(8,year, Tabla), Poblacion1,c);Inci<-Inci[-14,]
#####

####          INCIDENCIA          ####
Serie<-ts(Inci[,1][-1], start=año+1,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,18)
Serie<-ts(Inci[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,1,0,17);PC
Serie<-ts(Inci[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,1,0,0,0,17);PC
####          METABOLICAS          ####
Serie<-ts(Meta[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Meta[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Meta[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
####          RENALES          ####
Serie<-ts(Renal[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Renal[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,0,17);PC
Serie<-ts(Renal[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,0,17);PC
####          OFTALMICAS          ####
Serie<-ts(Ofra[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);PC
Serie<-ts(Ofra[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);PC
Serie<-ts(Ofra[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);PC
####          NEUROLOGICAS          ####
Serie<-ts(Neuro[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,1,0,0,0,17);PC
Serie<-ts(Neuro[,2][-1], start=año+1,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año+1,0,0,0,0,17);PC
Serie<-ts(Neuro[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);PC
####          CIRCULATORIAS          ####
Serie<-ts(Circu[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Circu[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Circu[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Circu[,3][-1][-11], start=año+1,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año+1,0,1,0,1,14,1);PC
points(2011,Circu[,3][11])
####          OTRAS COMPLICACIONES          ####
Serie<-ts(Otra[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Otra[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,1,0,0,0,17);PC
Serie<-ts(Otra[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,1,0,0,0,17);PC
#### SIN MENCION DE LA COMPLICACIÓN ####
Serie<-ts(Sin[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Sin[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Sin[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,0,17);PC

```

### Urgencias:

```

Tabla<-Serie2;year<-7;c<-100000;año<-2007
Meta<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion1, c)

```

```

Renal<-CTasa(Seleccionar(2,year, Tabla), Poblacion1,c)
Ofta<-CTasa(Seleccionar(3,year, Tabla), Poblacion1,c)
Neuro<-CTasa(Seleccionar(4,year, Tabla), Poblacion1,c)
Circu<-CTasa(Seleccionar(5,year, Tabla), Poblacion1,c)
Otra<-CTasa(Seleccionar(6,year, Tabla), Poblacion1,c)
Sin<-CTasa(Seleccionar(7,year, Tabla), Poblacion1,c)
Control<-CTasa(Seleccionar(8,year, Tabla), Poblacion1,c)
#####

#### TRATAMIENTO Y CONTROL ####
Serie<-ts(Control[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Control[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Control[,3][-7], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,18);PC
#### METABOLICAS ####
Serie<-ts(Meta[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Meta[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Meta[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
#### RENALES ####
Serie<-ts(Renal[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Renal[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Renal[,3][-1], start=año+1,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
#### OFTALMICAS ####
Serie<-ts(Ofta[,1], start=año,freq=1); Serie[6]<-(Serie[7]+Serie[5])/2
PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Ofta[,2], start=año,freq=1);Serie[6]<-(Serie[7]+Serie[5])/2
PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Ofta[,3], start=año,freq=1);Serie[6]<-(Serie[7]+Serie[5])/2
PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
#### NEUROLOGICAS ####
Serie<-ts(Neuro[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Neuro[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Neuro[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
#### CIRCULATORIAS ####
Serie<-ts(Circu[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Circu[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Circu[,3][-1], start=año+1,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
#### OTRAS COMPLICACIONES ####
Serie<-ts(Otra[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Otra[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Otra[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
#### SIN MENCION DE LA COMPLICACIÓN ####
Serie<-ts(Sin[,1], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Sin[,2], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC
Serie<-ts(Sin[,3], start=año,freq=1);PC<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);PC

```

## ❖ Funciones para el modelo 2: Graduación de tasas

- \* **Identificar:** Esta función realiza el gráfico de dispersión de las tasas para cada año según la fuente de información.

```

Identificar<-function(Tabla, edad)
{
  años<-dim(Tabla)[1]
  m<-max(Tabla)
  mi<-min(Tabla)
  plot(edad,Tabla[1,], type='o', ylim=c(mi,m), ylab="Tasa")
  for(i in 2:años){
    lines(edad,Tabla[i,], col=i, type='o',lty=i)
  }
  if (años==14) years<-c(2000:2013)
  else if (años==13) years<-c(2000:2012) else years<-c(2007:2013)
  legend(20,m,years, lty=1:12,col=1:12)
}

```

- \* **MinCNoLin:** Ajusta a una función  $y=f(x,\theta)+e$ . En este caso se aproximan mediante el método de Newton que es el que tiene esta función de default el cual consiste en encontrar los parámetros con los que se obtengan la raíz mediante un valor inicial para cada año. La función ajusta a las curvas de acuerdo con el valor "name" numérico de acuerdo con la siguiente lista: "1" para Función Hadwiger,"2" f.d. Gamma, "3" f.d. Weibull, "4" fd. Normal, "5" para la función Peristera

```

MinCNoLin<-function(tabla, GEdades, name,a, b, c)
{
  if(length(tabla)<15) años=1 else años<-dim(tabla)[1]
  if(años==13) years<-c(2000:2012)
  else if (años==6)years<-c(2007:2012) else years<-1
  P<-matrix(0,nrow=años, ncol=6)
  P[,1]<-years
  for (i in 1:años){
    if(años>1) y<-tabla[i,] else y<-tabla
    if(name==1){A=a;B=b;C=c; model<-nls(y~((a*b)/c)*((c/GEdades)^(3/2))*exp(-
(b^2*((c/GEdades)+(GEdades/c)-2))), start=list(a=A,b=B, c=C))}
    else if(name==2){R=a;B=b;C=c; model<-nls(y~r*(1/(gamma(b)*c^b))*GEdades^(b-
1)*exp(-(GEdades/c)), start=list(r=R,b=B, c=C))}
    else if(name==3){D=c;A=a;B=b; model<-nls(y~d*dweibull(GEdades,a,b),
start=list(d=D,a=A, b=B))}
    else if(name==4){R=a;M=b;S=c;model<-nls(y~r*dnorm(GEdades,m,s),
start=list(r=R,m=M,s=S))}
    else if(name==5){C=a; M=b;S=c;model<-nls(y~c*exp(-((GEdades-m)/s)^2),
start=list(c=C,m=M, s=S))}
    R2<-R2Mult(model, y)
    yA<-fitted(model)
    ECM<-sum((y-yA)^2)
    for(j in 1:3){
      P[i,j+1]<-coef(model)[j]
    }
    P[i,5]<-ECM;P[i,6]<-R2
  }
  if(name==1){N<-c("Año","a","b","c","ECM","R2")}
  else if(name==2){N<-c("Año","R","b","c","ECM","R2")}
  else if(name==3){N<-c("Año","d","a","b","ECM","R2")}
  else if(name==4){N<-c("Año","R","m","s","ECM","R2")}
}

```

```

else if(name==5){N<-c("Año","c","m","s","ECM","R2")}
colnames(P)<-N
MinCNoLin=P
}

```

\* **R2Mult:** Calcula el R2.

```

R2Mult<-function(modelo, reales){
ajustados<-fitted(modelo)
R2Mult<-1-(sum((reales-ajustados)^2)/sum((reales-mean(reales))^2))
}

```

\* **Reajuste:** Funciona para un años en específico donde las entradas son las mismas del ajuste de la función salvo que se le agrega el término *GEedadAtipico* donde reajuste sin usar el valor de ese grupo de edad

```

reajuste<-function(Año, GEdades, name,a, b, c,GEedadAtipico){
  GEdades<-GEdades[-GEedadAtipico]
  Tasa<-Año[-GEedadAtipico]
  R<-MinCNoLin(Tasa, GEdades,name, a,b,c)
  reajuste<-R
}

```

\* **CasosProyMod2:** Esta función calcula los casos proyectados a partir de los parámetros proyectados según la función que fue ajustada

P1 Parametro 1 proyectado con IC95%, P2 Parametro 2 proyectado con IC95%, P3 Parametro 3 proyectado con IC95%

Función: la que fue ajustada 1.Gamma, 2.Weibull, 3.Normal y 4. Peristera

tP: tiempo proyectado tP=13:26 hosp y incidencia, tP=6:19

GE:Edades Grupos de edad

PobProyGE: La población proyectada segun el grupo de edad

```

CasosProyMod2<-function(P1,P2,P3,funcion,tP,GEdades,PobProyGE){
  Par1<-P1[1,];ICInf1<-P1[2,];ICSup1<-P1[3,]
  Par2<-P2[1,];ICInf2<-P2[2,];ICSup2<-P2[3,]
  Par3<-P3[1,];ICInf3<-P3[2,];ICSup3<-P3[3,]
  CP<-CasosProy(GEdades, tP, funcion, Par1, Par2, Par3, PobProyGE)
  ICInf<-CasosProy(GEdades, tP, funcion, ICInf1, Par2, Par3, PobProyGE)
  ICSup<-CasosProy(GEdades, tP, funcion, ICSup1, Par2, Par3, PobProyGE)
  CF<-matrix(0,nrow=9,ncol=length(tP))
  CF[1,]<-CP[1,];CF[2,]<-ICInf[1,];CF[3,]<-ICSup[1,]
  CF[4,]<-CP[2,];CF[5,]<-ICInf[2,];CF[6,]<-ICSup[2,]
  CF[7,]<-CP[3,];CF[8,]<-ICInf[3,];CF[9,]<-ICSup[3,]
  rownames(CF)<-c("GE1","ICInf","ICSup","GE2","ICInf","ICSup","GE3","ICInf","ICSup")
  colnames(CF)<-c(2014:2030)
  print(CF)
}

```

- \* **CasosProy:** Calcula los casos futuros en base a la proyección de parámetros hasta el año 2030.

```
CasosProy<-function(GEdades,tP, Curva, P1, P2, P3, Poblacion)
{
  Casos3GE<-matrix(0, ncol=length(tP), nrow=3)
  Casos14GE<-matrix(0, nrow=length(tP), ncol=14)
  for(i in 1:length(tP)){
    for(j in 1:14){
      Tasa<-TasasGrad(GEdades[j], Curva, P1[i],P2[i],P3[i]) ## Gamma,Weibull,
Normal y Peristera
      Casos14GE[i,j]<-Tasa*Poblacion[i,j]/100
    }
    Casos<-Casos14GE[i,]
    Casos3GE[1,i]<-Casos[1]
    Casos3GE[2,i]<-sum(Casos[2:9])
    Casos3GE[3,i]<-sum(Casos[10:14])
  }
  colnames(Casos3GE)<-c(2014:2030)
# rownames(Casos3GE)<-c("Menores 20", "De 20 a 59", "Mayores de 60")
CasosProy<-Casos3GE
}
```

- \* **TasasGrad:** Calcula los valores de las tasa dependiendo de la funcion que se requiera: 1. Gamma, 2. Weibull, 3. Normal y 4. Peristera

```
TasasGrad<-function(GEdades,name, P1, P2, P3){
  if(name==1) TasasGrad<-P1*(1/(gamma(P2)*P3^P2))*GEdades^(P2-1)*exp(-(GEdades/P3))
  else if(name==2) TasasGrad<-P1*dweibull(GEdades,P2,P3)
  else if(name==3) TasasGrad<-P1*dnorm(GEdades,P2,P3)
  else if(name==4) TasasGrad<-P1*exp(-((GEdades-P2)/P3)^2)
}
```

## ❖ Proyección de casos modelo 2: Graduación de tasas

```
Poblacion<-read.table("C:/.../Datos/Modelo2 /Poblacion.txt", header=TRUE)
Hospi<-read.table("C:/.../Datos/Modelo2 /Hospitalizacion.txt", header=TRUE)
Urgencias<-read.table("C:/... /Datos/Modelo2/Urgencias.txt", header=TRUE)
Incidencia<-read.table("C:/... /Datos/Modelo2/Incidencia.txt", header=TRUE)
PobInci<-read.table("C:/.../Datos/Modelo2/Grupos de edad/PobInci.txt", header=TRUE)
library(TSA);library(forecast);library(MASS)
```

- \* **Código de los gráficos de dispersión págs. 68 y 69.**

Tasa de E.H. por complicación metabólica 2000-2013.

```
Tabla<-Hospi;year<-14;c<-100
TMeta<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion, c)
GEdades<-c(17.5,22.5,27.5,32.5,37.5,42.5,47.5,52.5,57.5,62.5,67.5,72.5,77.5,82.5) #Edades
win.graph(width=6,height=3,pointsize=3);Identificar(Tasa,GEdades)
```



Tasa de E.H. por complicación circulatoria 2000-2013.

```
Tabla<-Hospi;year<-14;c<-100
TCircu<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion, c)
GEdades<-c(17.5,22.5,27.5,32.5,37.5,42.5,47.5,52.5,57.5,62.5,67.5,72.5,77.5,82.5) #Edades
win.graph(width=6,height=3,pointsize=3);Identificar(Tasa,GEdades)
```

Tasa de incidencia 2000-2012.

```
Tabla<-Hospi;year<-14;c<-100
TInci<-CTasa(Incidencia, PobInci,c)
GEdadesI<-c(17.5,22.5,35,47.5,55,62.5,70.5)
win.graph(width=6,height=3,pointsize=3);Identificar(Tasa,GEdades)
```

**\* Código de los resultados de las tablas 3.7-3.11.**

```
##### TABLAS DEFINITIVAS PARA CADA CAUSA #####
años<-c(2000:2013)
##### INCIDENCIA #####
```

```
Tabla<-Hospi;year<-14;c<-100
TMeta<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion, c)
TRenal<-CTasa(Seleccionar(2,year, Tabla), Poblacion,c)
TOfta<-CTasa(Seleccionar(3,year, Tabla), Poblacion,c)
TNeuro<-CTasa(Seleccionar(4,year, Tabla), Poblacion,c)
TCircu<-CTasa(Seleccionar(5,year, Tabla), Poblacion,c)
TOtras<-CTasa(Seleccionar(6,year, Tabla), Poblacion,c)
TSin<-CTasa(Seleccionar(7,year, Tabla), Poblacion,c)
TInci<-CTasa(Incidencia, PobInci,c)
GEdades<-c(17.5,22.5,27.5,32.5,37.5,42.5,47.5,52.5,57.5,62.5,67.5,72.5,77.5,82.5) #Edades
### INCIDENCIA ###
W<-MinCNoLin(TInci, GEdadesI,3,8,65,40);W #Función Weibull No. 3, argumentos a, b y d
W[,1]<-c(2000:2012); AInci<-W; AInci
### METABOLICAS ###
N<-MinCNoLin(TMeta, GEdades,4, 1,65,8) #Función Normal a No. 4
N1<-reajuste(TMeta[14,], GEdades,4, 1,60,14,14)
HMeta<-N; HMeta[14,]<-N1; HMeta[,1]<-c(2000:2013);HMeta
### R E N A L ###
N<-MinCNoLin(TRenal, GEdades,4,2,65,10) #Función normal No.4
n2010<-reajuste(TRenal[11,], GEdades, 4,2,60,10,11); N[11,]<-n2010; N[,1]<-c(2000:2013)
HRenal<-N
HRenal
### O F T A L M I C A ###Función Weibull No.3
W<-MinCNoLin(TOfta, GEdades,3, 8,70,8) ;HOfta<-W;HOfta
### N E U R O L O G I C A ### Función Weibull
W<-MinCNoLin(TNeuro, GEdades,3, 8,70,1) ;HNeuro<-W;HNeuro
### C I R C U L A T O R I A ###
G<-MinCNoLin(TCircu, GEdades,2,20,70,1) #Función Gamma No.2, argumentos r, b y c
n2001<-reajuste(TCircu[1,], GEdades, 2,20,70,1,12) ;G[1,]<-n2001; G[,1]<-c(2000:2013)
HCircu<-G;HCircu
### O T R A S COMPLICACIONES ###
W<-MinCNoLin(TOtras, GEdades,3,3,75,8) #Función Weibull No. 3, argumentos a, b y d
```

```
n2006<-reajuste(TOtras[7,], GEdades, 3,3,72,8,13)
W[7,]<-n2006; W[,1]<-c(2000:2013);HOtras<-W;HOtras
### S I N M E N C I Ó N D E L A C O M P L I C A C I Ó N ###
W<-MinCNoLin(TSin, GEdades,3,8,70,3) #Función Weibull No. 3, argumentos a, b y d
HSin<-W;HSin
```

#### URGENCIAS

```
#####Tabl
a<-Urgencias;year<-7;c<-100
TMeta<-CTasa(Seleccionar(1,year, Tabla), Poblacion, c)
TRenal<-CTasa(Seleccionar(2,year, Tabla), Poblacion,c)
TOfta<-CTasa(Seleccionar(3,year, Tabla), Poblacion,c)
TNeuro<-CTasa(Seleccionar(4,year, Tabla), Poblacion,c)
TCircu<-CTasa(Seleccionar(5,year, Tabla), Poblacion,c)
TOtras<-CTasa(Seleccionar(6,year, Tabla), Poblacion,c)
TSin<-CTasa(Seleccionar(7,year, Tabla), Poblacion,c)
GEdades<-c(17.5,22.5,27.5,32.5,37.5,42.5,47.5,52.5,57.5,62.5,67.5,72.5,77.5,82.5) #Edades
### M E T A B O L I C A S ###
N<-MinCNoLin(TMeta, GEdades,4, 2,70,8) #Función Normal No.4, argumentos R, m y s
UMeta<-N;UMeta
### R E N A L E S ###
N<-MinCNoLin(TRenal, GEdades,4, 2,70,10) #Función Normal No.4, argumentos R, m y s
URenal<-N;URenal
### O F T A L M I C A S ###
G<-MinCNoLin(TOfta, GEdades,2,100,70,1) #Función Gamma No. 2, argumentos a, b y d
UOfta<-G;UOfta
### N E U R O L O G I C A S ###
W<-MinCNoLin(TNeuro, GEdades,3,5,70,3) #Función Weibull No. 3, argumentos a, b y d
UNeuro<-W;UNeuro
### C I R C U L A T O R I A S ###
G<-MinCNoLin(TCircu, GEdades,2,100,70,1) #Función Gamma No.2, argumentos r, b y c
n2008<-reajuste(TCircu[2,], GEdades, 2,100,70,1,12);n2010<-reajuste(TCircu[4,], GEdades,
2,100,70,1,12)
n2013<-reajuste(TCircu[7,], GEdades, 2,100,70,1,12);G[2,]<-n2008; G[4,]<-n2010;G[7,]<-n2013 ;G[,1]<-
c(2007:2013)
UCircu<-G;UCircu
### O T R A S C O M P L I C A C I O N E S ###
W<-MinCNoLin(TOtras, GEdades,3, 5,75,3) #Función Weibull No.3, argumentos R, m y s
n2012<-reajuste(TOtras[6,], GEdades, 3,5,75,3,11);n2013<-reajuste(TOtras[7,], GEdades, 3,5,75,3,11)
W[6,]<-n2012; W[7,]<-n2013; W[,1]<-c(2007:2013);UOtras<-W;UOtras
### S I N M E N C I Ó N D E L A C O M P L I C A C I Ó N ###
W<-MinCNoLin(TSin, GEdades,3,5,72,20) #Función Weibull No. 3, argumentos a, b y d
USin<-W;USin
```

#### ❖ Proyección de casos del modelo 2: Graduación de tasas.

```
año<-2000;tP<-14:31; PobProyGE<-Poblacion[15:31,-1]
##### INCIDENCIA #####
Serie<-ts(AInci[,2][,-1], start=año+1,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año+1,1,0,0,0,18);P1
Serie<-ts(AInci[,3][,-1], start=año+1,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año+1,0,0,0,0,18);P2
Serie<-ts(AInci[,4][,-1], start=año+1,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año+1,0,0,0,0,18);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)
```

## HOSPITALARIAS

#####

#### METABOLICAS ####

Serie<-ts(HMeta[,2], start=año,freq=1);Serie[9]<-Serie[8]

P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1

Serie<-ts(HMeta[,3], start=año,freq=1);Serie[9]<-Serie[8]; plot(Serie)

P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,0,17);P2

Serie<-ts(HMeta[,4], start=año,freq=1);Serie[9]<-Serie[8]

P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,3,tP,GEdades,PobProyGE)

#### RENALES ####

Serie<-ts(HRenal[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,0,17);P1

Serie<-ts(HRenal[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(HRenal[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,3,tP,GEdades,PobProyGE)

#### OFTALMICAS ####

Serie<-ts(HOfta[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,1,0,0,0,17);P1

Serie<-ts(HOfta[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(HOfta[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)

#### NEUROLOGICAS ####

Serie<-ts(HNeuro[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P1

Serie<-ts(HNeuro[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(HNeuro[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)

#### CIRCULATORIAS ####

Serie<-ts(HCircu[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,1,1,0,1,17);P1

Serie<-ts(HCircu[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(HCircu[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,1,tP,GEdades,PobProyGE)

#### OTRAS COMPLICACIONES ####

Serie<-ts(HOtras[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,1,0,0,0,17);P1

Serie<-ts(HOtras[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(HOtras[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)

#### SIN MENCION DE LA COMPLICACIÓN ####

Serie<-ts(HSin[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1

Serie<-ts(HSin[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(HSin[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,1,1,0,1,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)

## URGENCIAS

#####

año<-2007;tP<-8:24

#### METABOLICAS ####

Serie<-ts(UMeta[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1

Serie<-ts(UMeta[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2

Serie<-ts(UMeta[,4][-1], start=año+1,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año+1,0,0,0,0,17);P3

CasosProyMod2(P1,P2,P3,3,tP,GEdades,PobProyGE)

#### RENALES ####

Serie<-ts(URenal[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1

```

Serie<-ts(URenal[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2
Serie<-ts(URenal[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,3,tP,GEdades,PobProyGE)
##### OFTALMICAS #####
Serie<-ts(UOfta[,2], start=año,freq=1);Serie[6]<-(Serie[7]+Serie[5])/2
P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1
Serie<-ts(UOfta[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2
Serie<-ts(UOfta[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,1,tP,GEdades,PobProyGE)
##### NEUROLOGICAS #####
Serie<-ts(UNeuro[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1
Serie<-ts(UNeuro[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2
Serie<-ts(UNeuro[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)
##### CIRCULATORIAS #####
Serie<-ts(UCircu[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1
Serie<-ts(UCircu[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2
Serie<-ts(UCircu[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,1,tP,GEdades,PobProyGE)
##### OTRAS COMPLICACIONES #####
Serie<-ts(UOtras[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,2,0,1,17);P1
Serie<-ts(UOtras[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P2
Serie<-ts(UOtras[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,0,0,0,17);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)
##### SIN MENCION DE LA COMPLICACIÓN #####
Serie<-ts(USin[,2], start=año,freq=1);P1<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P1
Serie<-ts(USin[,3], start=año,freq=1);P2<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P2
Serie<-ts(USin[,4], start=año,freq=1);P3<-ajusteModelo(Serie,año,0,1,0,1,17);P3
CasosProyMod2(P1,P2,P3,2,tP,GEdades,PobProyGE)

```

## ❖ Proyección de costos

- \* Código de la proyección de costos donde incluye los gráficos mostrados en las págs. 96-100.

```

CCIF<-read.table("C:/.../Datos/CCIF.txt", header=TRUE)
serie<-ts(CCIF[,3][139:142],start=c(2002,7),freq=12);Indice<-serie
win.graph(width=6.4,height=2.5,pointsize=8);par(mfrow=c(1,2));plot(Indice, type='l', main="CCIF en
salud")
acf(Indice, lag=36)
plot(diff(Indice)) #Primer diferencia
acf(diff(Indice), lag.max=36)
plot(diff(diff(Indice),lag=12), type='o'); abline(h=0) #Diferencia estacional

win.graph(width=6.4,height=2.5,pointsize=8);par(mfrow=c(1,2));acf(diff(diff(Indice),lag=12),
lag.max=36);pacf(diff(diff(Indice),lag=12), lag.max=36)

modelo<-arima(Indice, order=c(1,1,1), seasonal=list(order=c(1,1,1), period=12));modelo
modelo<-arima(Indice, order=c(1,1,0), seasonal=list(order=c(1,1,0), period=12));modelo
modelo<-arima(Indice, order=c(1,1,0), seasonal=list(order=c(0,1,1), period=12));modelo
modelo<-arima(Indice, order=c(0,1,1), seasonal=list(order=c(0,1,1), period=12));modelo

```

```

# ANALISIS DE RESIDUALES
residuales<-modelo$residuals
rstandard(modelo)
win.graph(width=3.5,height=2.5,pointsize=8);plot(rstandard(modelo), type='o'); abline(h=0)
plot(residuales, type='o', main="Residuales"); abline(h=0)
win.graph(width=2.5,height=2.5,pointsize=8);qqnorm(window(rstandard(modelo),
start=c(2002,7)));qqline(window(rstandard(modelo), start=c(2008,7)))
Box.test(residuales);Box.test(residuales, type=c("Ljung-Box"));shapiro.test(residuales)

#PREDICCIÓN Y GRÁFICO PAG. 100
Pred<-predict(modelo, n.ahead=204);U=Pred$pred+1.96*Pred$se;L=Pred$pred-1.96*Pred$se
win.graph(width=5.5,height=3,pointsize=8);plot(Indice, xlim=c(2002.6,2030), ylim=c(min(L,Indice),
max(U,Indice)), col=1,type='l')
lines(Pred$pred, col=2,type='l');lines(U, col=4, lty=2);lines(L, col=4, lty=2)
legend(2002.6,(Pred$pred[144]+1.96*Pred$se[144]), c("Real", "Proyectado", "IC95%"), col=c(1,2,4),
lty=c(1,1,2), pch=c(1,1,3))

```



## Bibliografía

- Asociación Latinoamericana de Diabetes ALAD. (2006). *Guías ALAD de diagnóstico, control y tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2*. VOL. XIV - N° 4.
- Banco mundial. (2014).  
<http://datos.bancomundial.org/indicador/SH.XPD.TOTL.ZS/countries?display=default>.  
Revisión 8 enero 2014.
- Bermudez S. Blanquero R. (2012). *A new parametric model for fitting fertility curves. Population Studies: A journal of demography* 66:3.297-310.
- Boyle, James P. Honeycutt, Amanda A. Geiss, Linda. (2001). *Projection of Diabetes Burden Through 2050: Impact of changing demography disease prevalence in U.S.* Diabetes care. Volume 24. number 11.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública CESOP (2006), *Antecedentes, en Salud* [Actualización: 19 de junio de 2006], en [www.diputados.gob.mx/cesop/](http://www.diputados.gob.mx/cesop/)
- Chatfield, Cris. (2005). *The analysis of time series and introduction*. (Six edition). Chapman & Hall/CRC.
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas CNSF. (2001). *Estándares de la práctica actuarial No. 1. definiciones*.
- Consejo Nacional de Población CONAPO. (2009). *La situación demográfica en México 2009: Evolución de la situación demográfica nacional a 35 años de la Ley General de Población de 1974*.
- Cowpewartwait, Paul. Metcalfe, Andrew. (2009). *Introductory time series with R*. Springer.
- Cryer, Jhonathan. (2008). *Time Series Analysis with applications in R*. Springer.
- Diario Oficial de la Federación DOF. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010 para la prevención, tratamiento y control de la diabetes*. México.
- Definiciones médicas (2011) <http://www.definicionesmedicas.com/definicion-de-enfermedad-transmisible.html>
- Enciclopedia de salud. (2013) <http://www.encyclopediasalud.com/>.
- Escobedo de la Peña, Jorge. (1996). *Incidencia y letalidad de las complicaciones agudas y crónicas de la diabetes mellitus en México*. Salud Pública. Volumen 38(4). 236-242. México.
- Fox, John. Weisberg Stanford. (2010). *Non linear least squares in R*.
- Gómez Dantés, Octavio. (2011). *Sistema de salud en México*. Salud Pública. México.
- González, Mónica. (2011). *Alarma sanitaria por sobrepeso y obesidad*. El sol de Cuernavaca.
- Guariguata, Leonor. Witing, David. (2011). *The International Diabetes Federation Diabetes Atlas methodology for estimation global and national prevalence of diabetes in adults*. Diabetes Research and Clinical Practice. International Diabetes Federation IDF
- International Diabetes Federation IDF. (2012). *Diabetes Atlas*, (Quinta edición).  
(2013). *Diabetes Atlas*, (Sexta edición). <http://www.idf.org/atlasmap/atlasmap>
- Instituto Carlos Slim de la Salud. (2013). *Manual para profesionales de la salud: Obesidad*. México.

- Instituto Mexicano del Seguro Social. IMSS. (2007). *Evaluación de los riesgos considerados en el programa de administración de riesgos institucionales 2007*. Dirección de finanzas. México.
- (2009). *Guía de Práctica Clínica (GPC): Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2 en el Primer Nivel de Atención*. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. *Índice de precios al consumidor. Clasificación del consumo individual por finalidades (CCIF)*. <http://www.inegi.org.mx>. Última revisión 3 mayo 2014.
- Instituto Nacional de Salud Pública INSP. (2006). *Boletín de la práctica médica efectiva (PME). Diabetes mellitus tipo 2*. México.
- (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales*. Primera edición. México.
- International Diabetes Federation IDF. (2013). *Diabetes Atlas*. (Sexta edición).
- King, Hilary. Ronald E. Aumbert. (1998). Global Burden of Diabetes 2000-2025, prevalence, numerical estimates and projections *Diabetes care vol. 21 number 9*.
- Leonor Guariguata, David Witing.(2011) "The International Diabetes Federation Diabetes Atlas methodology for estimation global and national prevalence of diabetes in adults". *Diabetes Research and Clinical Practice. International Diabetes Federation (IDF)*.
- Medline Plus (2012) Información de salud para usted  
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000304.htm>
- National Eye Institute NEI. (2013). *Folleto Retinopatía diabética, lo que usted debe hacer. National Institute of Health NIH*.
- Organización Mundial de la Salud. OMS. (2003) *Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud CIE-10*. Décima edición. Volumen II.
- (2013). Diabetes. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>
- (2014). *Enfermedades crónicas*.  
[http://www.who.int/topics/chronic\\_diseases/es/index.html](http://www.who.int/topics/chronic_diseases/es/index.html)
- Piniés José Antonio. (2008). *Complicaciones agudas y crónicas, un riesgo que debe ser evitado*. Revista Economía de la Salud, Vol 1, número 1, España.
- Presidencia de la República. (2013) *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- Quintana Zavala, María Olga. (2009) *Costos directos e indirectos de hospitalización en pacientes con diabetes mellitus tipo II*. Revista Biotecnia Volumen XI. Numero 2.
- Ramírez, Maribel (2011). *Lo que nos cuesta la diabetes*. El Economista. México
- Rodríguez Bolaños, R.A. Reynaldes Shigematsu, L.M. (2010). *Costos directos de atención médica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en México: Análisis al microcosteo*. Rev. Panam Salud Pública. 2010.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2014). *Presupuestos de Egresos de la Federación 2006-2013*. <http://www.shcp.gob.mx>. Revisión 3 marzo 2014.
- Secretaría de Salud. (1994). *NOM-07-SSA-1994. para la vigilancia epidemiológica*. México.



- (2005) *Sistema de Protección Social en Salud SPSS Elementos conceptuales. financieros y operativos* (Primera edición). México.
- (2007). *Programa Nacional de Salud 2007-2012 (PRONASA 2007-2012)*. (Primera edición). México.
- (2008) *Diagnóstico, metas de control ambulatorio y referencia oportuna de diabetes mellitus tipo 2 en el primer nivel de atención*. México.
- (2009). *Guía de Práctica clínica: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica Temprana*. México.
- (2010 a). *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria: Estrategia contra el sobre peso y la obesidad*. México.
- (2010 b) *Rendición de cuentas en salud*. México
- (2013). *Diagnóstico de los aportes de diferentes modelos clínicos terapéuticos para la diabetes mellitus*. México.
- (2014 a). Dirección General de Epidemiología. *Anuarios de Morbilidad*. <http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>. última revisión 5 julio 2014.
- (2014 b). Dirección General de Información en Salud (DGIS) <http://www.dgis.salud.gob.mx/>. última revisión 5 julio 2014.
- Shaw J. E., Sicree R. A. (2011). *Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030*. Diabetes Research and Clinical Practice. International Diabetes Federation (IDF) .
- (2011) *The global burden: Diabetes and impaired glucose tolerance*. IDF. Diabetes Atlas fourth edition.
- Siegel, Jacob S. Swanson David A. (2004). Cap. 21 Population projection. *The methods and materials of demography. (Second edition)*. Elsevier Academic Press.
- Vignolo, Julio (2011). *Niveles de atención. de prevención y atención primaria de la salud*. Prensa Médica Latinoamericana. Uruguay.