



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ÁRBOLES DE DECISIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL
RÉGIMEN EN LAS PENSIONES DE RETIRO
DE LA SEGURIDAD SOCIAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

P R E S E N T A

EDUARDO MARTÍNEZ MIRANDA

Tutor:

ACT. MAYDA HISAMARA RESÉNDIZ ROJAS



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020



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.

Índice General

Cuadros	I
Figuras	II
Introducción	1
Capítulo 1. Las pensiones de retiro de la seguridad social	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Antecedentes históricos.....	4
1.2.1 Régimen obligatorio de la Ley de 1973.....	5
1.2.2 Seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez de 1973.....	6
1.2.2.1 Seguro de retiro.....	6
1.2.2.2 Seguro de vejez.....	7
1.2.2.3 Seguro de cesantía en edad avanzada.....	9
1.3 Reforma estructural de 1997.....	10
1.3.1 Rentas vitalicias.....	11
1.3.2 Análisis comparativo de los principales aspectos en los cambios de Ley.....	12
1.4 Consideraciones y aspectos de la transición de 1997.....	15
1.4.1 A cargo del Gobierno Federal.....	15
1.4.2 A cargo de las Administradoras de Fondos para el Retiro.....	16
1.4.3 Esquema de beneficios.....	18
1.4.3.1 Portabilidad.....	25
1.4.3.2 Conservación de derechos.....	26
Capítulo 2 Simulación de pensiones y funciones biométricas	28
2.1 Antecedentes.....	28
2.2 Metodología de simulación.....	31
2.2.1 Transición de activos a pensionados.....	33
2.2.2 Generación de transición.....	33
2.2.3 Nomenclatura técnica actuarial.....	39
2.2.4 Árboles de decisión.....	40
2.2.4.1 Algoritmo.....	42
2.2.4.2 Entropía.....	42
2.3 Modelo de valuación actuarial.....	43
2.3.1 Funciones biométricas.....	44
2.3.1.1 Probabilidad asociada al fallecimiento.....	45
2.3.1.2 Probabilidad asociada a la incapacidad.....	48
2.3.1.3 Probabilidad asociada a la invalidez.....	50
2.3.1.4 Probabilidad asociada a la cesantía y vejez.....	52
Capítulo 3. Árboles de decisión para pensiones de la seguridad social	54
3.1 Introducción.....	54
3.2 Concepto y aplicación.....	54
3.2.1 Árboles de decisión.....	55
3.2.2 Árboles de regresión.....	56
3.3 Elementos.....	57
3.3.1 Diagramas de flujo.....	58
3.4 Construcción del árbol de decisión.....	59
3.4.1 Criterios de selección.....	61
3.4.1.1 Árbol de decisión para la elección del régimen.....	62

3.4.1.2	Árbol de decisión para estimar pensionados por riesgos de trabajo	66
3.4.1.3	Árbol de decisión para estimar pensionados por invalidez y vida	69
3.4.1.4	Árbol de decisión para estimar pensionados por retiro, cesantía en edad avanzada y vejez	72
Conclusiones		75
Bibliografía.....		76
Fuentes.....		76

Cuadros

Cuadro 1.1 Porcentajes de cuantía básica e incremento en función del salario	8
Cuadro 1.2 Determinación de la cuantía básica en función de los años cumplidos	9
Cuadro 1.3 Diferencias entre las modalidades	12
Cuadro 1.4 Principales diferencias entre ambos sistemas de pensiones	13
Cuadro 1.5 Aportación de la cuota social en función del salario base de cotización	15
Cuadro 1.6 Resumen de las inversiones realizadas por las SIAFORES	17
Cuadro 1.7 Descripción de las prestaciones y esquema de beneficios	24
Cuadro 2.1 Asegurados considerados en la valuación actuarial del SIV	34
Cuadro 2.2 Asegurados considerados en la valuación actuarial del SRT	34
Cuadro 2.3 Generación de transición de hombres afiliados al SIV (2008)	35
Cuadro 2.4 Generación de transición de mujeres afiliadas al SIV (2008)	36
Cuadro 2.5 Generación de transición de hombres afiliados al SRT (2008)	37
Cuadro 2.6 Generación de transición de mujeres afiliadas al SRT (2008)	38
Cuadro 2.7 Probabilidades de fallecimiento de asegurados por enfermedad general ..	46
Cuadro 2.8 Probabilidades de fallecimiento de asegurados por riesgo de trabajo	47
Cuadro 2.9 Probabilidades de incapacidad por riesgo de trabajo de 15 a 64 años	49
Cuadro 2.10 Probabilidades de incapacidad por riesgo de trabajo de más de 65 años .	50
Cuadro 2.11 Probabilidades de invalidez	51
Cuadro 2.12 Probabilidades de cesantía y vejez	53
Cuadro 3.1 Criterios para la construcción de árboles de decisión	62

Figuras

Figura 1.1 Distribución de la población afiliada a sistemas de seguridad social	5
Figura 2.1 Interacción de los modelos	30
Figura 2.2 Árbol decisión para del seguro de riesgos de trabajo del IMSS 2017	41
Figura 3.1 Clasificación de nodos de probabilidad	57
Figura 3.2 Descripción de los símbolos para diagramas de flujo	59

Introducción

En México uno de los beneficios que otorga la seguridad social es la obtención de una pensión al momento del retiro, es decir, una vez terminada la vida laboral de un individuo este recibe un monto, de forma mensual o en un pago único, para poder hacer frente a las necesidades que se presenten después en su retiro y tener un nivel de vida digno. Actualmente permanecen vigentes dos regímenes que otorgan diferente beneficio al momento del retiro, el régimen de 1973 y el régimen de 1997, siendo este último el que rige a las personas que comenzaron su vida laboral a partir del 1 de Julio de 1997.

Para determinar el beneficio que un plan de pensiones de seguridad social otorga se realizan valuaciones y proyecciones actuariales que apegados a la legislación nacional e internacional permiten estimar el monto necesario para que un pensionado pueda vivir de forma digna el resto de su vida, para dichas valuaciones y proyecciones se toman en cuenta factores como las probabilidades asociadas a condiciones tales como la incapacidad, la cesantía, el fallecimiento y la vejez, adicionalmente se toma en cuenta la estructura y la dinámica de la población.

El sistema de proyecciones y simulación de pensiones de la OIT (ILO-PENS) permite describir el comportamiento de gastos futuros y bases de cotización, además simula la evolución futura de la transición con arreglo a diferentes métodos de financiación

En la teoría de las decisiones existen diversas herramientas y modelos que nos permiten expresar de manera más clara y grafica problemas o situaciones en las que se debe elegir una de las alternativas existentes. Los árboles de decisión son una de las herramientas con las que contamos, un árbol de decisión es un diagrama que permite visualizar el resultado de una serie de decisiones relacionadas entre sí según sus costos, probabilidades y sus beneficios, los arboles de decisión pueden utilizarse como un algoritmo que anticipe matemáticamente la mejor opción.

Los árboles de decisión se utilizan en la valuación del IMSS para estimar como se distribuirán las pensiones, a través de esto se simula el porcentaje se asegurados que elegirán si su pensión será otorgada bajo las condiciones de la reforma del régimen LSS '73 o LSS '97.

Estos árboles de decisión se elaboran tomando datos estadísticos desde una fecha inicial hasta la fecha que se desea valorar. Con base en el árbol de decisión se elaboran las distribuciones porcentuales de las pensiones registradas en cada uno de los regímenes, las cuales se plantean de tal manera que los resultados de las

proyecciones demográficas y financieras se ajusten a las cifras de gasto que se esperan en el corto plazo, sin perder de vista la tendencia del gasto en el largo plazo.

La tesis se presenta en tres capítulos:

El objetivo del capítulo 1 es analizar la estructura de las pensiones del IMSS en México, los beneficios y características de las alternativas que la Ley ofrece, así como las reformas que se han realizado.

El objetivo del capítulo 2 es aplicar las técnicas y metodologías actuariales que son empleadas para determinar los beneficios de cada régimen y los elementos que son considerados en el proceso.

El objetivo del capítulo 3 es desarrollar árboles de decisión para estimar la forma en la que se distribuyen las pensiones directas y derivadas por régimen, seguro y sexo de los asegurados.

Capítulo 1.

Las pensiones de retiro de la seguridad social

1.1 Introducción

La Organización Internacional del Trabajo define la seguridad social como la protección que la sociedad proporciona a sus miembros, mediante una serie de medidas públicas, contra las privaciones económicas y sociales que, de no ser así, ocasionarían la desaparición o una fuerte reducción de los ingresos por causa de enfermedad, maternidad, accidente de trabajo, o enfermedad laboral, desempleo, invalidez, vejez y muerte; y también la protección en forma de asistencia médica y de ayuda a las familias con hijos e hijas.

“La seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado.”¹

Los principios básicos que debe reunir un sistema de seguridad social son

- a) Obligatorio: Busca que la seguridad social este establecida en la Ley
- b) Universal: La seguridad social debe proteger a toda la población
- c) Unificación: Si existen varios regímenes estos no se deben contraponer
- d) Equidad: La seguridad social se debe brindar sin ninguna restricción
- e) Solidaridad: Todos los miembros de la sociedad deben de ayudarse entre ellos mismos
- f) Subsidiariedad: El estado debe contribuir fuertemente al financiamiento
- g) Sustancialidad: Las prestaciones deben ser suficientes y oportunas
- h) Sostenibilidad financiera: Busca un sistema de financiamiento sólido y solvente para hacer frente a obligaciones presentes y futuras

Una pensión es una prestación económica que otorga la seguridad social a una persona para poder solventar gastos y necesidades que el pensionado tenga desde el momento de su retiro hasta su fallecimiento, la finalidad de una pensión es poder garantizar un nivel de vida digno para el pensionado y su familia.

La pensión correspondiente al seguro de retiro es el monto que recibe un trabajador de manera mensual al momento de separarse de una actividad remunerada siempre y cuando este haya cumplido con los requisitos establecidos en la Ley, dicho monto será otorgado al pensionado hasta el momento de su fallecimiento y en algunos casos pasando este beneficio a un familiar como puede ser esposa o hijos.

1.2 Antecedentes históricos

Los primeros pasos de la seguridad social en el mundo se remontan a 1883 cuando Otto Von Bismarck establece el primer sistema de seguridad social con tres principales Leyes, la Ley sobre el seguro de enfermedad (1883), la Ley sobre accidentes de trabajo (1884) y la Ley del seguro de vejez e invalidez (1889). El sistema planteado por el canciller Alemán se basaba en la aportación por parte de empleados y patrones para dar protección a los trabajadores de los accidentes del trabajo, de las enfermedades, la invalidez y la vejez.

Una vez terminada la primera guerra mundial y con acuerdos entre naciones se implementaron principios de solidaridad social en muchos de los países europeos que adoptaron la idea alemana y rápidamente se expandió por el resto del mundo, fue así que surgía la seguridad social por todo el mundo. Pero no todas las legislaciones fueron iguales. En los países industrializados se adoptaron sistemas diferentes del Alemania.

En México, con el movimiento revolucionario de 1910 se exigía la protección a las clases más vulnerables como son campesinos y obreros principalmente, con la promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se asentaron las bases para la seguridad social. En un principio se establecía en la constitución que la seguridad social era un derecho que solo podían tener aquellas personas que contaran con un trabajo formal.

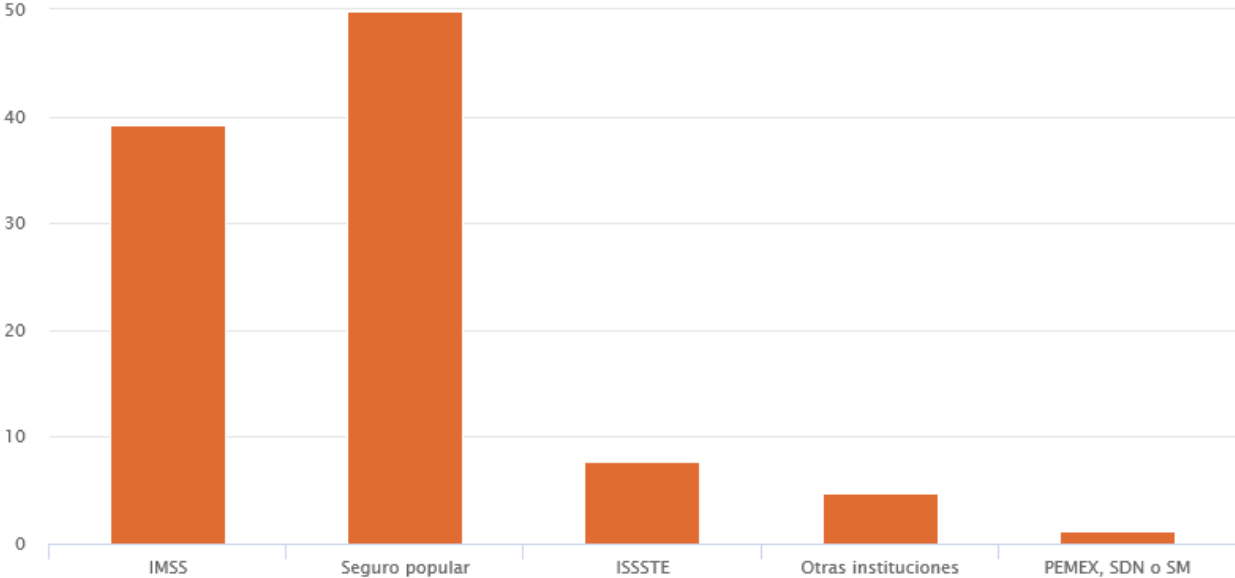
En 19 de Enero de 1943 que se emitió la Ley del Seguro Social y la creación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), esta Ley contemplaba únicamente las relaciones laborales urbanas, en 1954 se estableció el seguro social para algunos trabajadores del campo. La reforma a la ley del Seguro Social de 1973 permitió incluir trabajadores del campo y urbanos y la afiliación de trabajadores del campo sin capacidad de cotización.

En 1997 se realizó la última reforma, hasta ahora, de la Ley del Seguro Social en la cual se establece una reagrupación de los seguros incluidos en el régimen obligatorio y un cambio en sistema de pensiones por retiro cambiando de un sistema de beneficio definido a uno de cuentas individuales.

Por su parte el segundo órgano con mayor importancia en materia de seguridad social, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) tiene sus orígenes en la antes dirección de pensiones creada en 1925, la ley del ISSSTE fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1959 y en ella se establece la protección a los trabajadores del estado.

Actualmente se cuentan con diversas instituciones que brindan seguridad social al diferente sector de la población, a continuación se muestra una gráfica que refleja el porcentaje de la población afiliada a las diferentes instituciones encargadas de proteger a la población en materia de seguridad social.

Figura 1.1
Distribución de la población afiliada a sistemas de seguridad social



Fuente: INEGI Encuesta Intercensal 2015

1.2.1 Régimen obligatorio de la Ley de 1973

El 12 de marzo de 1973 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación una reforma a la Ley del Seguro Social, en el artículo 6 de dicha Ley señala que la seguridad social comprende tanto el régimen obligatorio como el régimen voluntario, dicha Ley también señala en su capítulo 1 del título segundo los seguros que comprende el régimen voluntario siendo estos los seguros de:

- I. Riesgos de trabajo;
- II. Enfermedades y maternidad;
- III. Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte;

- IV. Guardería para hijos de aseguradas, y
- V. Retiro.

Todas aquellas personas que se encuentren vinculadas a otras por una relación laboral son sujetos de aseguramiento al régimen obligatorio así como los miembros de sociedades cooperativas de producción y de administraciones obreras o mixtas y los ejidatarios, comuneros, colonos y pequeños propietarios organizados en grupo solidario, sociedad local o unión de crédito, comprendidos en la Ley de Crédito Agrícola.

Los asegurados serán registrados con el salario base de cotización que perciban en el momento de su afiliación, se considera como salario base de cotización los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, y las gratificaciones, percepciones, alimentación, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquier otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por sus servicios.

Se establecen como límite superior del salario base de cotización el equivalente a veinticinco veces el salario mínimo vigente en el distrito federal y como límite inferior el salario mínimo general del área geográfica respectiva

1.2.2 Seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez de 1973

1.2.2.1 Seguro de retiro

El seguro de retiro pretende brindar al asegurado un monto con el cual pueda hacer frente a sus necesidades personales y familiares una vez que este se separe de toda relación laboral y cumpla con los requisitos establecidos para poder gozar de los beneficios que el seguro de retiro ofrece.

En la Ley del Seguro Social de 1973 se establece que cada trabajador deberá de contar con una única cuenta individual a su nombre a lo largo de toda su vida laboral, en dicha cuenta individual existe una subcuenta de Seguro de retiro en la cual se deben realizar las aportaciones correspondientes a este seguro, las cuales son equivalentes al 2% del salario base de cotización del trabajador, dichas aportaciones podrán ser realizadas a través de instituciones de crédito u otras entidades financieras autorizadas por la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro (CONSAR).

Al momento de la apertura de la cuenta individual del trabajador, este debe nombrar beneficiarios, en caso del fallecimiento del trabajador la institución de crédito o entidad

financiera respectiva entregará el saldo de la cuenta individual a los beneficiarios que el titular haya señalado por escrito.

Las instituciones o entidades autorizadas por la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro están obligadas a informar a los trabajadores el estado de sus cuentas individuales según sea establecido, los trabajadores podrán solicitar que se haga un traspaso de fondos de una institución o entidad a otra institución de crédito o entidad financiera autorizada para el manejo de su cuenta individual y subcuenta de seguro de retiro.

Si por razones de una nueva relación laboral el trabajador deja de ser sujeto de aseguramiento obligatorio, podrá solicitar el retiro de los fondos de su subcuenta de seguro de retiro y transferirlos a una cuenta a su nombre dentro de algún otro mecanismo de ahorro para el retiro señalados por la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro. Los términos y condiciones en las que un trabajador puede disponer del saldo de su subcuenta de seguro de retiro son las siguientes:

“El trabajador que cumpla sesenta y cinco años de edad o adquiera el derecho a disfrutar una pensión por cesantía en edad avanzada, vejez, invalidez, incapacidad permanente total o incapacidad permanente parcial del 50% o más, en los términos de esta Ley o de algún plan de pensiones establecido por su patrón o derivado de contratación colectiva, tendrá derecho a que la institución de crédito o entidad financiera autorizada que lleve su cuenta individual de ahorro para el retiro, le entregue por cuenta del Instituto, los fondos de la subcuenta del seguro de retiro, situándoselos en la entidad financiera que el trabajador designe, a fin de adquirir una pensión vitalicia, o bien entregándoselos al propio trabajador en una sola exhibición”.

Cuando un trabajador deje de estar sujeto a una relación laboral tiene derecho a realizar aportaciones a la subcuenta de seguro de retiro, siempre y cuando estas no sean menores a 5 días de salario mínimo vigente y retirar el 10% del saldo en la subcuenta de seguro de retiro, adicionalmente el trabajador puede realizar aportaciones adicionales a su cuenta individual.

1.2.2.2 Seguro de vejez

La vejez brinda al asegurado una pensión, asistencia médica, asignaciones familiares y ayuda asistencial, para poder hacer goce de los beneficios del seguro de vejez el asegurado debe tener sesenta y cinco años de edad y tener reconocidas por el instituto un mínimo de quinientas semanas de cotización. El beneficio que recibe un asegurado que ha llegado a la edad y semanas cotizadas señaladas para poder gozar del seguro de vejez está dado por el siguiente cálculo:

$$Pension = SBC_5 \left(CB + \left(\frac{SemCot - 500}{52} \right) (IncAnual) \right)$$

Dónde:

SBC_5 = promedio de los últimos cinco años del sueldo base de cotización

CB = cuantía básica correspondiente

$SemCot$ = semanas cotizadas por el trabajador

$IncAnual$ = incremento anual correspondiente

La cuantía básica y el incremento anual son considerados tomando el sueldo base de cotización y dividiéndolo por el salario mínimo vigente (ahora UMA), expresando el salario diario en veces el salario mínimo general vigente a la fecha que el trabajador se pensione y en base a la siguiente tabla.

Cuadro 1.1

Porcentajes de cuantía básica e incremento en función del salario

Grupo de salario en veces el salario mínimo general para D.F. Hasta 1	Porcentaje de cuantía básica %	Incremento anual %
de 1.01 a 1.25	80.00	0.563
de 1.26 a 1.50	77.11	0.814
de 1.51 a 1.75	58.18	1.178
de 1.76 a 2.00	49.23	1.430
de 2.01 a 2.25	42.67	1.615
de 2.26 a 2.50	37.65	1.756
de 2.51 a 2.75	33.68	1.868
de 2.76 a 3.00	30.48	1.958
de 3.01 a 3.25	27.83	2.033
de 3.26 a 3.50	25.60	2.096
de 3.51 a 3.75	23.70	2.149
de 3.75 a 4.00	22.07	2.195
de 4.01 a 4.25	20.65	2.235
de 4.26 a 4.50	19.39	2.271
de 4.51 a 4.75	18.29	2.302
de 4.76 a 5.00	17.30	2.330
de 5.01 a 5.25	16.41	2.355
de 5.26 a 5.50	16.61	2.377
de 5.51 a 5.75	14.88	2.398
de 5.76 a 6.00	14.22	2.416
de 6.01 límite superior establecido	13.62	2.433
	13.00	2.450

Fuente: Artículo 167 de la Ley del Seguro Social de 1973

1.2.2.3 Seguro de cesantía en edad avanzada

Se considera cesantía en edad avanzada cuando el asegurado quede privado de trabajos remunerados después de los sesenta años de edad, la cesantía en edad avanzada ofrece al asegurado una pensión, asistencia médica, asignaciones familiares y ayuda asistencial.

Para que un trabajador pueda gozar de las prestaciones de este seguro es necesario que tenga reconocido en el Instituto un mínimo de quinientas cotizaciones semanales, que haya cumplido 60 años de edad y quede privado de trabajo remunerado.

El beneficio que se obtiene por con una pensión por cesantía en edad avanzada está dado por el siguiente cálculo:

$$Pension = SBC_5 \left(CB + \left(\frac{SemCot - 500}{52} \right) (IncAnnual) \right) CC$$

Dónde:

SBC₅ = promedio de los últimos cinco años del sueldo base de cotización

CB = cuantía básica correspondiente

SemCot = semanas cotizadas por el trabajador

IncAnnual = incremento anual correspondiente

CC = cuantía por cesantía en edad avanzada

Para determinar la cuantía por cesantía en edad avanzada se utiliza la siguiente tabla.

Cuadro 1.2

Determinación de la cuantía básica en función de los años cumplidos

Años cumplidos en la fecha en que se adquiere el derecho a recibir la pensión	Cuantía de la pensión expresada en % de la cuantía de la pensión de vejez que le hubiera correspondido al asegurado de haber alcanzado 65 años
60	75%
61	80%
62	85%
63	90%
64	95%

Fuente: Artículo 171 de la Ley del Seguro Social de 1973.

1.3 Reforma estructural de 1997

Hasta 1992 el Estado era el único encargado de la seguridad social en México, sin embargo debido al cambio en la estructura demográfica y económica del país se hizo necesaria una reforma que permitiera la entrada del sector privado para la administración de las cuentas individuales de los trabajadores. Fue así como en 1995 se llevó a cabo una reforma que entre otras cosas acotaba a la seguridad social por el otorgamiento de seguros, modificó los requisitos para acceso a pensiones y reorganizó los servicios de Salud.

- I. Riesgos de trabajo;
- II. Enfermedades y maternidad;
- III. Invalidez y vida;
- IV. Retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, y
- V. Guarderías y prestaciones sociales.

El sistema de pensiones establecido en la Ley del Seguro Social de 1973 se basaba en el principio de solidaridad o reparto, es decir, la pensión de los jubilados se cubriera con las aportaciones de la población económicamente activa, sin embargo este sistema representaba una carga económica para las finanzas del país pues la población económicamente activa no crecía al mismo ritmo que la población de 60 años o más por lo que los fondos eran insuficientes para cubrir las pensiones de los jubilados.

En 1997 se realizó una reforma al sistema de pensiones cambiando del sistema de reparto al de cuentas individuales, con este nuevo sistema se soluciona el problema de financiamiento y viabilidad del sistema anterior además de garantizar a los trabajadores la conservación de sus derechos.

A partir del 1 de julio de 1997, con la publicación de la Ley de los Sistemas de ahorro para el Retiro, inició el nuevo esquema de pensiones que autorizó la participación del sector financiero privado, por medio de las Administradoras de Fondos para el Retiro (Afores). De igual manera se crearon las Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro (Siefores), que son los instrumentos a través de los cuales las Afores invierten los recursos de los trabajadores.

En este régimen se empiezan a utilizar cuentas individuales, con esto los trabajadores crearán una cuenta en alguna de las Administradoras de Fondos para el Retiro, dentro de esta cuenta se depositaran las cuotas obrero-patronales y estatales por concepto del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez.

1.3.1 Rentas vitalicias

Las rentas vitalicias se aplican cuando el asegurado sufre algún riesgo de trabajo, ya sea por incapacidad parcial o total. En caso de que la incapacidad sea total y permanente, éste recibirá una pensión mensual definitiva equivalente al setenta por ciento del salario en que estuviere cotizando en el momento de ocurrir el riesgo. Para el caso de enfermedades de trabajo, se calcula con el promedio del salario base de cotización de las cincuenta y dos últimas semanas o las que tuviera si su aseguramiento fuese por un tiempo menor para determinar el monto de la pensión.

Cuando el trabajador tenga una cantidad acumulada en su cuenta individual que sea mayor al necesario para integrar el monto constitutivo para contratar una renta vitalicia que sea superior a la pensión a que tenga derecho, así como para contratar el seguro de sobrevivencia podrá optar por: retirar la suma excedente en una sola exhibición de su cuenta individual; contratar una renta vitalicia por una cuantía mayor; o, aplicar el excedente a un pago de sobreprima para incrementar los beneficios del seguro de sobrevivencia.

Bajo el régimen de 1997 existen tres modalidades de retiro, la primera es mediante una renta vitalicia, la segunda mediante un retiro programado y la tercera una pensión garantizada. La renta vitalicia consiste en recibir una pensión periódica por parte de una aseguradora a cambio de los recursos acumulados en la cuenta individual de un trabajador.

Al momento de su registro en el Seguro Social al trabajador se le abrirá una cuenta individual en la que se depositaran las cuotas obrero-patronales y los rendimientos correspondientes, dicha cuenta individual será operada por una Administradora de Fondos para el Retiro (AFORE) misma que podrá ser elegida por el trabajador con forme lo establece la CONSAR.

Una vez que el trabajador cumpla con los requisitos establecidos para el retiro, ya sea por cesantía en edad avanzada o por vejez, deberá solicitar al Instituto Mexicano del Seguro Social un listado de las aseguradoras autorizadas para ofrecer rentas vitalicias. Los fondos recaudados por la AFORE serán transferidos a la aseguradora seleccionada y esta se encargara de calcular una pensión que deberá pagar durante la vida del pensionado.

La pensión que reciba el retirado será actualizada proporcionalmente con la inflación garantizando que el monto no disminuya en ningún momento, es decir, que la pensión siempre será la misma.

Cuadro 1.3

Diferencias entre las modalidades

Renta vitalicia	Retiro programado
La pensión la paga una aseguradora	La pensión la paga la AFORE
La pensión se paga hasta el que asegurado fallezca	La pensión se paga hasta que los fondos de la cuenta individual se agoten
La pensión siempre es la misma pues se actualiza con la inflación	La pensión se recalcula con los fondos restantes en la cuenta individual
Conserva la asistencia medica	
En caso de fallecimiento los beneficiarios reciben la pensión	

El artículo 159 de la Ley del Seguro Social indica las principales propiedades de las cuentas individuales como son:

- Cuotas obrero-patronales y estatales por los conceptos de seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez.
- Se menciona el contrato por el cual la aseguradora a cambio de recibir los recursos acumulados en la cuenta individual se obliga a pagar periódicamente una pensión durante la vida del pensionado.
- Sobre los retiros programados, que consisten en una pensión fraccionando el monto total de los recursos de la cuenta individual, para lo cual se tomará en cuenta la esperanza de vida de los pensionados, así como los rendimientos previsibles de los saldos.
- La fracción VII que explica lo que es un monto constitutivo, este es la cantidad de dinero que se requiere para contratar el seguro de renta vitalicia y de sobrevivencia.

1.3.2 Análisis comparativo de los principales aspectos en los cambios de Ley

El régimen de 1973 era un sistema de reparto, lo que quiere decir que con las contribuciones de todos los trabajadores activos se pagarían las pensiones de los jubilados, se tenía un sistema de beneficio definido pues la pensión que recibirían todos se calcularía e igual manera.

El principal cambio en el régimen de 1997 fue el cambio de un sistema de reparto por uno de cuentas individuales, de esta manera la pensión que recibirán los jubilados únicamente dependerá de los recursos que haya acumulado en su cuenta individual y no con el sueldo que percibía durante los últimos cinco años de servicio como era el caso de la ley 73.

Cuadro 1.4

Principales diferencias entre ambos sistemas de pensiones

Reparto	Capitalización
1. El individuo no cotiza para su propia pensión	1. El individuo cotiza para su propia pensión
2. Las cotizaciones-prestaciones no están ligadas por un fondo de capital, ya que las pensiones actuales se financian con lo que se recauda de cotizaciones de los activos.	2. Las cotizaciones-prestaciones están ligadas mediante un fondo de capital, ya que la pensión es una reasignación de renta del individuo de los periodos activos a los pasivos.
3. Permite pagar pensiones de jubilación desde el momento en que se crea el sistema	3. Deben transcurrir muchos años para obtener una pensión, ya que deben acumularse reservar suficientemente grandes para pagar pensiones.
4. Las cantidades aportadas por los activos determinan las pensiones actuales	4. La cantidad aportada por cada individuo determina su pensión futura.
5. El sistema de reparto tiene una rentabilidad implícita derivada del crecimiento de la base de cotización: (crecimiento económico (productividad) y crecimiento demográfico (número de cotizantes).	5. El sistema tiene un rendimiento explícito por los fondos que es el tipo de interés aplicable.
6. El sistema de reparto protege a las pensiones frente a la inflación, ya que los salarios reales se mantienen constantes por lo que las contribuciones de los activos están indiciadas por la inflación	6. No corrige el efecto de la inflación porque el rendimiento que se obtiene es el tipo de interés real y no nominal.
7. En un sistema de reparto hay tres tipos de generaciones implicadas. La inicial (no contribuye y recibe pensión), la intermedia (contribuye y recibe pensión) y la terminal (contribuye y no recibe pensión).	7. Con el sistema de capitalización desaparecen los riesgos de la coyuntura entre activos y pasivos así como desaparecen la distribución entre generaciones.
8. El sistema de reparto se caracteriza como un acuerdo o contrato intergeneracional por el que las generaciones activas dan soporte a las jubiladas a cambio de un compromiso de que cuando alcancen la edad de jubilación también ellos recibirán la pensión. El carácter de seguro surge a través de un intercambio de promesas entre generaciones a través de un "contrato social" implícito.	8. No vincula a generaciones futuras a realizar contrato explícito porque solo está implicada una generación. Obliga a tener cuentas personales para cada uno de los cotizantes.

Fuente: Ley del Seguro Social.

Otra de las grandes diferencias entre un régimen y otro es viabilidad, mientras que a causa de cambios demográficos, como la esperanza de vida y la población económicamente activa, el régimen de 1973 era insuficiente para poder financiar las

pensiones de todos los jubilados, el régimen de 1997 se asegura de que cada trabajador se haga cargo de financiar su pensión futura.

Sin embargo esta forma de financiamiento deriva en una diferencia notable a la hora de recibir la pensión, ya que bajo el régimen de 1997 la pensión que recibe un trabajador al momento de su retiro es menor a la que recibe un trabajador que se retire bajo el régimen de 1973.

Mientras que la edad para un retiro por vejez o cesantía en edad avanzada permaneció igual, 65 años para vejez y de 60 a 64 años para cesantía en edad avanzada, las semanas mínimas que un trabajador debe cotizar para tener derecho a una pensión por retiro incremento de 500 semanas a 1250 semanas. Sin embargo en el régimen de 1997 el trabajador puede retirarse antes de cumplir la edad establecida para vejez o cesantía en edad avanzada, siempre y cuando la pensión bajo la modalidad de renta vitalicia sea mayor en un 30% a la pensión mínima garantizada.

Los trabajadores que cotizaron en ambos regímenes son trabajadores de transición, por lo que al momento de su retiro, el IMSS les dará a elegir entre uno u otro, tratando de seleccionar el sistema que más conviene. Existen cuatro principales diferencias entre los regímenes LSS '73 y LSS '97, estas diferencias son:

1. Su financiamiento es distinto; las pensiones del régimen de 1973 se cubren con las reservas acumuladas por las aportaciones que los trabajadores hicieron al seguro de invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte, y corren a cargo del Gobierno Federal, mientras las pensiones del nuevo régimen son financiadas con los recursos que los trabajadores acumularon durante su vida laboral en su cuenta individual.
2. Las pensiones del régimen anterior se cuantificaron a partir del salario base de cotización en su promedio de las últimas 250 semanas en relación con la antigüedad del trabajador, mientras que las nuevas pensiones atenderán exclusivamente a las cantidades acumuladas en la cuenta individual y será el trabajador quien decida su monto.
3. La ley derogada exige requisitos de edad para la pensión de cesantía; la nueva permite al asegurado pensionarse antes de cumplir las edades establecidas.
4. La pensión que el Instituto otorgue al trabajador conforme al régimen LSS '73 será pagada por el Gobierno Federal, en cambio, la pensión otorgada conforme a la ley vigente correrá a cargo de una aseguradora o de la Administración de Fondos para el Retiro, con los fondos de la cuenta individual del trabajador.

Finalmente y el principal motivo del cambio de régimen es la entidad encargada de pagar las pensiones de los jubilados, en el régimen de 1973 era el Gobierno Federal el

encargado de pagar las pensiones y en el régimen de 1997 es una aseguradora o AFORE la encargada de pagar la pensión dependiendo de la modalidad por la que se retire el trabajador

1.4 Consideraciones y aspectos de la transición de 1997

El régimen de cuentas individuales que se instituyó en México en 1997 fue una respuesta al antiguo régimen de pensiones que ya experimentaba un severo agotamiento y amenazaba, a decir de los tecnócratas, con provocar una crisis que acarrearía dejar sin pensión de retiro a futuras generaciones.

Como se ha visto el principal inconveniente del régimen de 1973 era el financiamiento, ya que era el Gobierno Federal el encargado de pagar las pensiones por retiro, al cambio de régimen la responsabilidad del financiamiento se dividió entre el Gobierno Federal y las Administradoras de Fondos para el Retiro.

1.4.1 A cargo del Gobierno Federal

Si bien con la reforma de 1997 se queta peso a la participación del Gobierno Federal, este no deja de tener participación en el esquema de financiamiento, siendo su principal aportación las contribuciones correspondientes al ramo de cesantía en edad avanzada y vejes que equivalen al 7.143% del total de las cuotas patronales de dicho ramo.

Así como, Una cantidad por cada día de salario cotizado, que aporte mensualmente el Gobierno Federal por concepto de cuota social para los trabajadores que ganen hasta quince veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, que se depositará en la cuenta individual de cada trabajador asegurado conforme a la tabla siguiente: ³

Cuadro 1.5

Aportación de la cuota social en función del salario base de cotización

Salario base de cotización del trabajador	Cuota social
1 Salario Mínimo	\$3.87077
1.01 a 4 Salarios Mínimos	\$3.70949
4.01 a 7 Salarios Mínimos	\$3.54820
7.01 a 10 Salarios Mínimos	\$3.38692
10.01 a 15.0 Salarios Mínimos	\$3.22564

Fuente: Artículo 168 de la Ley del Seguro Social de 1995.

Adicionalmente el Gobierno Federal se encarga de cubrir, en el momento que sea necesario, el monto correspondiente a una pensión garantizada. Dicha pensión es otorgada a los trabajadores que cumplen con la edad necesaria para el retiro pero cuya cuenta individual no cuente con los fondos necesarios para contratar una renta vitalicia y un seguro de supervivencia o un retiro programado.

Al momento de su retiro la pensión mínima garantizada será cubierta por los fondos existentes en la cuenta individual del trabajador, una vez que estos se terminen el Gobierno Federal deberá continuar pagando la pensión al jubilado con recursos propios.

1.4.2 A cargo de las Administradoras de Fondos para el Retiro

Las administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE) son entidades financieras que se dedican de manera habitual y profesional a administrar las cuentas individuales y canalizar los recursos de las subcuentas que las integran en términos de la presente ley, así como a administrar sociedades de inversión.⁵

Las Administradoras de Fondos para el Retiro reciben y administran los recursos de las cuentas individuales de los trabajadores para generar rendimientos, se encargan de la individualización de las aportaciones que realizan los patrones, obreros y el Gobierno Federal, es decir, canalizan el monto correspondiente a cada una de las subcuentas que conforman una cuenta individual y reportan a los trabajadores el estado de su cuenta individual.

Las Administradoras de Fondos para el Retiro están regidas por la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro mediante la LEY DE LOS SISTEMAS DE AHORRO PARA EL RETIRO, en ella se establece como debe constituirse una AFORE y las actividades que puede desempeñar.

Las AFORES cuentan con cinco fondos de inversión llamados SIEFORES (Sociedades de Inversión Especializadas de Fondos para el Retiro) y cada uno de estos fondos se encarga de invertir los ahorros de los trabajadores con el fin de generar el mayor rendimiento posible, apegados a una serie de normas que buscan proteger los ahorros de los trabajadores.

Las SIEFORES se dividen en cinco fondos llamados SIAFORES básicas, en estos fondos se agrupan a los trabajadores dependiendo de su edad. Cada una de las SIAFORES tiene reglas y límites de inversión para cada tipo de instrumento en los que

decide invertir el ahorro de los trabajadores. Las SIAFORES básicas se dividen de la siguiente manera:

- SIEFORE básica 4: 36 años y menores
- SIEFORE básica 3: entre 37 y 45 años
- SIEFORE básica 2: entre 46 y 59 años
- SIEFORE básica 1: 60 años y mayores
- SIEFORE básica 0: trabajadores de 60 años y mayores que están a punto de realizar retiros totales por pensión o negativa de pensión y trabajadores del ISSSTE con bono redimido.

Cada una de estas SIEFORES básicas brinda diferente rendimiento pues de igual manera los instrumentos en los que puede invertir cada una son diferentes siendo la SIEFORE básica 0 la más limitada para realizar inversiones y la SIEFORE básica 4 la que cuenta con mayores opciones para invertir. A continuación

Cuadro 1.6

Resumen de las inversiones realizadas por las SIAFORES

(Cifras porcentuales al cierre de mayo de 2019)

Tipo de Instrumento		Siefore Básica 0	Siefore Básica 1	Siefore Básica 2	Siefore Básica 3	Siefore Básica 4
Renta Variable Nacional	Renta Variable Nacional	0.0	2.1	5.3	6.0	8.4
Renta Variable Internacional	Renta Variable Internacional	0.0	3.5	10.8	12.4	15.2
Mercancías	Mercancías	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3
Deuda Privada Nacional	Aerolíneas	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
	Alimentos	0.0	0.6	0.9	0.9	0.7
	Automotriz	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3
	Banca de Desarrollo	0.0	1.8	1.4	1.1	0.9
	Bancario	0.0	1.4	1.1	1.0	1.0
	Bebidas	0.0	0.8	0.6	0.6	0.5
	Cemento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Centros Comerciales	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
	Consumo	0.0	0.3	0.3	0.3	0.5
	Deuda CP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Empresas productivas del Estado	0.0	3.9	2.8	2.6	2.3
	Estados	0.0	0.9	0.4	0.4	0.3
	Europeos	0.0	2.9	2.9	2.7	2.4
	Grupos Industriales	0.0	0.8	0.6	0.6	0.4
Hoteles	0	0	0	0	0	

Tipo de Instrumento		Siefore Básica 0	Siefore Básica 1	Siefore Básica 2	Siefore Básica 3	Siefore Básica 4
	Infraestructura	0.0	5.0	3.9	3.7	4.2
	Inmobiliario	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
	OTROS	0.0	1.2	1.0	0.9	0.9
	Papel	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
	Serv. Financieros	0.0	0.4	0.5	0.4	0.5
	Siderurgica	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
	Telecom	0.0	1.2	1.3	1.1	1.0
	Transporte	0.0	0.4	0.5	0.5	0.6
	Vivienda	0.0	2.2	1.3	1.2	1.1
Estructurado	Estructurados	0.0	0.9	6.1	7.4	6.5
FIBRAS	FIBRAS	0.0	1.7	2.5	2.5	2.6
Deuda Internacional	Deuda Internacional	0.0	1.4	1.3	1.1	1.4
Deuda Gubernamental	BOND182	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BONDESD	27.9	0.3	1.6	1.6	1.0
	BONOS	1.6	7.7	12.4	12.2	13.4
	BPA182	5.0	2.5	0.9	0.8	0.7
	BPAS	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	BPAT	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	CBIC	0.0	5.2	3.7	3.3	2.7
	CETES	52.7	2.1	4.2	2.8	2.1
	DEPBMX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UDIBONO	1.8	45.0	28.4	27.6	23.6
	UMS	0.0	0.6	0.6	0.9	0.7
REPORTOS	6.7	2.4	2.3	2.7	3.6	
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<https://www.consar.gob.mx/gobmx/aplicativo/siset/CuadroInicial.aspx?md=21>

1.4.3 Esquema de beneficios

Dentro de los beneficios del régimen de 1973 tenemos los siguientes:

- Se actualiza cada año con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) debido a la inflación, de esta forma conserva su poder adquisitivo a través de los años.
- El trabajador recibirá en una sola exhibición:
 - El saldo acumulado proveniente del SAR 92-97
 - Las aportaciones de 2% del salario realizadas a partir de 1997 a la subcuenta de retiro.

- El saldo acumulado de vivienda 92-97, en caso de no haber solicitado un crédito para vivienda.
- Los recursos de la subcuenta de Retiro, Cesantía en edad avanzada y Vejez (RCV) son transferidos al gobierno federal para el financiamiento de la pensión.

En caso de no cumplir las 500 semanas de cotización que marca la LSS '73:

- El trabajador recibirá en una sola exhibición:
 - El saldo acumulado proveniente del SAR 92-97.
 - Las aportaciones de 2% del salario, realizadas a partir de 1997 a la subcuenta de retiro.
 - El saldo acumulado de vivienda 92-97 en caso de no haber solicitado un crédito para vivienda.
- Además, se entregará en una sola exhibición los recursos correspondientes a la subcuenta de Retiro, Cesantía y Vejez (RCV), así como los recursos acumulados en la subcuenta de vivienda a partir de 1997.

En el caso de la LSS '97, para los casos del seguro de Retiro, Cesantía y Vejez (RCV), se deberán tener un mínimo de 1,250 semanas cotizadas al IMSS. El retiro del total de los recursos acumulados en la cuenta individual podrá hacerse a través de las siguientes modalidades:

- El monto de las contribuciones crece debido a los rendimientos obtenidos al invertir los recursos a través del mercado financiero a plazos largos, lo que aumenta la pensión del trabajador al momento de su retiro.
- Con el Sistema de Ahorro para el Retiro se fortalecen el pilar solidario, ya que se establece una Pensión Mínima Garantizada (PMG).
- El trabajador elige libremente su AFORE.
- El Sistema es transparente, ya que todo trabajador puede conocer en cualquier momento el monto de su Cuenta Individual.
- El Sistema es más justo, pues premia al trabajador que cotiza más tiempo.
- Se pueden realizar aportaciones para incrementar la pensión.

La arquitectura del nuevo sistema pensionario considera como componentes integrales tres seguros con diferentes modalidades, beneficios y tipos de financiamiento:

- 1) Seguro de Retiro, Cesantía en edad avanzada y Vejez (RCV). Es el seguro que se administra y fondea a través de un esquema de cuentas individuales. Adopta el modelo de contribución definida o capitalización individual con contribuciones obligatorias y con un beneficio definido, así como un pilar de ahorro voluntario. Se pueden identificar 5 tipos de beneficios básicos: pensión garantizada, pensión por vejez, pensión por cesantía en edad avanzada, pensión por retiro, y ahorro voluntario.
- Pensión garantizada, es aquella que el Estado asegura a quienes cumplan los requisitos legales para el otorgamiento de una pensión en cada instituto y su monto mensual será el equivalente al salario mínimo para los trabajadores del IMSS y 2 salarios mínimos a los del ISSSTE. Este monto se actualizará anualmente, en el mes de febrero, conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor, para garantizar el poder adquisitivo de dicha pensión.
 - Pensión por vejez, la cual se otorga a los trabajadores que hayan cumplido 65 años de edad y tengan reconocidas un mínimo de 1,250 semanas (IMSS) o 25 años (ISSSTE) cotizados ante su respectivo instituto. El monto de la pensión dependerá del saldo acumulado en la cuenta individual del trabajador, pero en ningún caso podrá ser menor a la Pensión Garantizada.
 - La Pensión por Cesantía en Edad Avanzada, se otorga al trabajador que quede privado de trabajos remunerados a partir de los 60 años de edad y haya cotizado al instituto correspondiente un mínimo de 25 años en el ISSSTE o 1,250 semanas con el IMSS. La suma de esta pensión se basará en función del monto acumulado en la cuenta individual del trabajador, pero al igual que la anterior, no podrá ser menor a la Pensión Mínima Garantizada en cada Instituto.
 - La Pensión por Retiro, es el beneficio que pueden obtener los trabajadores cuando ellos planean o determinan su edad de retiro, sin que tengan la necesidad de cumplir con los requisitos en edad y tiempo de cotizaciones que establecen los institutos, siempre y cuando, el saldo acumulado en su cuenta individual sea suficiente para obtener una renta vitalicia superior a la Pensión Garantizada.

El ahorro voluntario, tiene como objetivo promover el ahorro del trabajador y posibilitarle el acceso a tasas altas de rendimiento, así como fungir, en su caso, como complemento al ingreso pensionario. Adicionalmente, se prevén dos modalidades de carácter opcional para que el trabajador pueda recibir el pago de las pensiones por vejez o cesantía en edad avanzada. La primera, se refiere a la Renta Vitalicia, que se caracteriza por la contratación de un seguro de pensión ante

la compañía aseguradora que el trabajador elija, a través de su cuenta individual. Dicho seguro de pensión permitirá el trabajador obtener una renta vitalicia mensual. En el caso de contar con familiares derechohabientes con derechos pensionarios, el trabajador, adicionalmente a este seguro de pensión, deberá contratar un seguro de sobrevivencia, que le permitirá garantizar la transmisión de la renta vitalicia, en caso de fallecimiento.

La segunda opción se refiere al retiro programado, modalidad de obtener una pensión fraccionando el monto total de los recursos de la cuenta individual, para lo cual se tomará en cuenta la esperanza de vida de los pensionados, así como los rendimientos previsibles de los saldos.

- 2) Seguro de Invalidez y Vida (IV). Es el seguro de contribuciones definidas que opera como un fondo de reparto e interactúa con el pilar de cuentas individuales para el otorgamiento de beneficios. Tiene como finalidad cubrir los dos grandes riesgos a que se enfrenta cualquier persona durante su vida laboral activa: invalidez y muerte.

El primero, consiste en proteger con una pensión a los trabajadores que se inhabiliten física o mentalmente, por causas ajenas al desempeño de su trabajo, ya sea por accidentes o enfermedades no profesionales, que les impidan continuar desempeñando su labor en forma normal.

El segundo se refiere a la protección pecuniaria que se otorga los familiares derechohabientes, en caso de muerte del trabajador activo –por algún motivo distinto a su trabajo- o del pensionado por riesgos del trabajo o invalidez, y se otorga a la viuda, concubina, hijos u otros dependientes económicos.

Este seguro opera como un fondo de reparto o de beneficio definido, el cual es administrado directamente por el Instituto, para hacer frente al pago de los seguros de pensión por invalidez y vida, que en su caso, los trabajadores o familiares derechohabientes contraten con la compañía aseguradora de su preferencia.

El pago de estas pensiones, las cubrirá el Instituto con recursos del fondo de reparto de Invalidez y Vida, a través de la entrega del monto constitutivo necesario - a la compañía aseguradora que elijan- para contratar un seguro de pensión que les otorgará una renta vitalicia mensual.

- 3) Seguro de Riesgos de Trabajo (RT). Se financia con contribuciones obligatorias - pero en este caso, exclusivamente el patrón-, y opera como un fondo de reparto

con e interactúa con el pilar de cuentas individuales para el otorgamiento de beneficios. Tiene como finalidad proteger al trabajador y a sus familiares derechohabientes de las contingencias por accidentes, enfermedades y en caso de muerte, a que se expone el trabajador durante el ejercicio de sus labores o como consecuencia de su trabajo.

La pensión por Riesgos de Trabajo se otorgará al trabajador en los casos de incapacidad parcial, incapacidad permanente y fallecimiento por causas imputables a su desempeño laboral. Los seguros que se derivarán de los Riesgos de trabajo específicamente, son los siguientes:

- Incapacidad Temporal, se considera a la pérdida de aptitudes o facultades que imposibiliten a una persona parcial o totalmente a desempeñar su trabajo por algún tiempo.

Pensión provisional, al declarar la incapacidad permanente, ya sea parcial o total se concederá al trabajador la pensión que le corresponda, con carácter provisional, por un lapso de adaptación máximo de dos años.

- Incapacidad Permanente Parcial, se entenderá por incapacidad permanente parcial a la disminución de facultades o aptitudes de una persona para trabajar.

Si la incapacidad declarada es permanente parcial, superior al cincuenta por ciento, el asegurado recibirá una pensión que calculará conforme a la tabla de valuación de incapacidad contenida en la Ley Federal del Trabajo, tomando como base el monto de la pensión que correspondería a una incapacidad permanente Total. Además tendrá derecho a un aguinaldo anual. Si la valuación definitiva de la incapacidad fuera hasta del veinticinco por ciento, se pagará al asegurado en sustitución de la pensión, una indemnización global equivalente a cinco anualidades de la pensión que le hubiera correspondido.

- Incapacidad permanente Total, se entenderá a la pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilitan para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida.

Al ser declarada una incapacidad total, se concederá al incapacitado una Pensión mediante la contratación de un Seguro de Pensión que le otorgue una Renta, dicha pensión será siempre mayor a la que corresponda por invalidez. Asimismo, deberá contratar un Seguro de sobrevivencia para el caso de su fallecimiento, que otorgue a sus beneficiarios las pensiones y demás prestaciones económicas a que tengan derecho.

- Muerte, si el riesgo de trabajo trae como consecuencia el fallecimiento del asegurado, los institutos deberán cubrir a la institución de seguros, la cantidad necesaria para obtener una pensión, ayudas asistenciales y prestaciones que les corresponden por Ley a los beneficiarios. Cuando ocurra la muerte del asegurado o del pensionado, a sus beneficiarios derechohabientes se les podrá otorgar:
- Pensión por Viudez: Se le dará a la viuda una pensión, y sólo a falta de esposa tendrá derecho a recibir la pensión, la mujer con quien el asegurado vivió como si fuera su marido durante los cinco años que precedieron inmediatamente a su muerte o con la que tuvo hijos, siempre que ambos hubieran permanecido libres de matrimonio durante el concubinato.

Si al morir el asegurado o pensionado tenía varias concubinas, ninguna de ellas gozará de pensión. La misma pensión le corresponderá al viudo o concubinario que dependiera económicamente de la trabajadora asegurada o pensionada.

- Pensión por Orfandad: Se le da una pensión a cada uno de los huérfanos que lo sean de padre o madre, menores de dieciséis años para el IMSS o hasta dieciocho años en el ISSSTE.

O extenderá el goce de esta pensión, a los huérfanos hasta una edad máxima de veinticinco años, cuando se encuentren estudiando en planteles del sistema educativo nacional, tomando en consideración, las condiciones económicas, familiares y personales del beneficiario y siempre que no sea sujeto del régimen obligatorio. Una pensión a cada uno de los huérfanos que lo sean de padre o madre, que se encuentren totalmente incapacitados.

- Pensión por Ascendencia: A falta de viuda o viudo, huérfanos, concubina o concubinario con derecho a pensión, a cada uno de los ascendientes que dependían económicamente del trabajador fallecido o del pensionado, se le pensionará una pensión.

Al momento de su retiro el trabajador tendrá como beneficios una pensión, asistencia médica, ayuda asistencial y asignaciones familiares, en cualquiera de las modalidades que el asegurado decida retirarse tendrá derecho a los beneficios señalado. A continuación se presenta una tabla con la descripción de cada una de las prestaciones.

Cuadro 1.7

Descripción de las prestaciones y esquema de beneficios

Prestación	Descripción
Pensión	<p>El asegurado recibe un monto económico en cualquiera de las modalidades por la que se haya retirado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renta vitalicia • Retiro programado • Pensión garantizada
Asistencia medica	<p>Tanto el pensionado como sus beneficiarios tienen derecho a recibir los siguientes servicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistencia médica quirúrgica • Farmacéutica • Hospitalaria • En caso de maternidad: asistencia obstétrica, ayuda en especie, una canastilla y un periodo de lactancia durante la jornada laboral
Asignaciones familiares	<p>Las asignaciones familiares consisten en una ayuda al pensionado por concepto de carga familiar, es decir, una cantidad económica extra a la pensión por cada familiar que dependa económicamente del pensionado, conforme al artículo 138 de la Ley del Seguro Social:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la esposa o concubina del pensionado, el quince por ciento de la cuantía de la pensión; • Para cada uno de los hijos menores de dieciséis años del pensionado, el diez por ciento de la cuantía de la pensión; • Si el pensionado no tuviera ni esposa o concubina, ni hijos menores de dieciséis años se concederá una asignación del diez por ciento para cada uno de los padres del pensionado si dependieran económicamente de él; • Si el pensionado no tuviera ni esposa o concubina, ni hijos, ni ascendientes que dependan económicamente de él, se le concederá una ayuda asistencial equivalente al quince por ciento de la cuantía de la pensión que le corresponda, y • Si el pensionado sólo tuviera un ascendiente con derecho al disfrute de asignación familiar, se le concederá una ayuda asistencial equivalente al diez por ciento de la cuantía de la pensión que deba disfrutar.
Ayuda asistencial	<p>La ayuda asistencial consiste en un aumento de hasta el 20% de la pensión que este disfrutando el asegurado. Se entrega cuando el estado físico del asegurado o su viuda o viudo requiera que lo asistan de manera permanente o continua</p>

1.4.3.1 Portabilidad

La portabilidad es la forma de pasar de una Institución de Seguro Social a otra, conservando las semanas o años cotizados de los trabajadores, este fenómeno se debe a la migración de un trabajo a otro.

Antes de la Reforma a la Ley del ISSSTE, un trabajador que hubiera trabajado en el sector público y en el privado podría tener hasta varias cuentas de ahorro para el retiro: EL SAR del ISSSTE, el SAR anterior a 1997 del IMSS, y la cuenta individual posterior a 1997 del IMSS. En estos casos, los trabajadores, no podían trasladar sus derechos de pensiones entre el sistema del IMSS y el del ISSSTE. Aunque cuando tuvieran mejores oportunidades de desarrollo profesional, el cambiarse de un sector a otro implicaba perder los derechos de pensiones adquiridos y, por lo tanto, renunciar a una parte importante de la pensión.

Actualmente se cuenta con una portabilidad parcial en el sistema de seguridad social del país, pues a partir de la reforma hecha al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado en 2007, en la cual el ISSSTE también cambio su sistema al de cuentas individuales, es posible transferir los derechos obtenidos en régimen a otro, es decir, aquellas personas que estuvieran cotizando en IMSS y posteriormente cotizaran en el ISSSTE (o viceversa) podrán traspasar tanto las semanas de cotización como sus fondos de un régimen a otro.

De esta manera tanto las semanas o años de cotización, dependiendo el régimen, sumaran con la finalidad de alcanzar los requisitos establecidos para la pensión por retiro. En cuanto a los fondos, el ahorro hecho durante en cualquiera de los institutos podrán sumarse a los obtenidos en el nuevo sistema.

Si el trabajador goza de una pensión por retiro, cesantía en edad avanza y vejez no podrá obtener otra pensión de la misma naturaleza bajo otro régimen, sin embargo, podrá seguir cotizando y optar una de las siguientes acciones:

- Transferir sus fondos a la aseguradora o Afore que pague su pensión para incrementarla
- Retirar en una sola exhibición los fondos de su cuenta

Este movimiento podrá hacerse una vez al año en el mes en el que se optuvo el derecho a la pensión.

1.4.3.2 Conservación de derechos

La operación de las instituciones de seguridad social bajo este esquema de portabilidad de derechos tendría que ser coordinada de una manera muy precisa y efectiva. La tendencia en México es siempre a crear entidades, bien pudiera pensarse en una unión administrativa, en una especie de comisión mixta, una comisión reguladora que buscara intercambiar información entre las instituciones a partir de quienes reunieran más de 95 por ciento de la población en este supuesto como el IMSS y el ISSSTE; el problema principal sería el de la asignación de derechos dada la diversidad de formas, términos y condiciones imperantes en las legislaciones que rigen a ambos institutos.

Desde un punto de vista teórico, no obstante las diferencias acusadas entre un régimen y otro, pudieran llegarse a establecer equivalentes que permitieran a un trabajador que le fueran reconocidos sus derechos constitucionalmente otorgados bajo un sistema, y además, que se hiciera obligatorio este fundamental derecho de los mexicanos. Se ha hecho mucho hincapié en que el problema no es jurídico, no es tanto formal, sino económico.

La portabilidad de derechos implicaría la portabilidad de las reservas y resulta que no hay, para nadie escapa que los dos grandes institutos de seguridad social que hay en esta nación están financieramente quebrados, que no hay manera de individualizar a favor de un trabajador bajo el régimen anterior sus derechos, entonces la portabilidad de éstos es más sencilla que la de los pesos que habría que aplicar a un sistema o a otro.

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) firmaron un convenio que permitirá la portabilidad a los trabajadores que migren entre el sector público y privado, con el reconocimiento de sus años de servicio y derechos.

Con este acuerdo, el trabajador llevará consigo los recursos que ha aportado para el retiro y los que aportaron los patrones y el Estado, además de que se conservará su acceso a los servicios de salud como pensionado y los beneficios de los seguros de invalidez y vida.

La conservación de derechos consiste en permitirle al asegurado y a sus beneficiarios la oportunidad de continuar gozando de los beneficios que otorgan los seguros a los que está inscrito, así como el reconocimiento de las semanas que ha cotizado aun después una interrupción, es decir, si el trabajador deja de cotizar por algún tiempo el

Instituto le reconocerá las semanas cotizadas a su regreso cumpliendo con ciertos requisitos.

En el seguro de enfermedades y maternidad, si el asegurado queda privado del trabajo remunerado pero ha cotizado durante ocho semanas ininterrumpidas previas a la separación laboral, conservará el derecho a recibir la asistencia médica y de maternidad, quirúrgica, farmacéutica y hospitalaria que sea necesaria por ocho semanas más.

Si un trabajador deja de estar sujeto al régimen obligatorio y posteriormente reingrese a este, se le reconocerán las semanas cotizadas anteriores a su reingreso según lo establece el Artículo 151 de la Ley del Seguro Social:

- I. Si el tiempo que dejo de cotizar es menor a 3 años, se le reconocerán, al momento de su reinscripción, todas sus cotizaciones;
- II. Si el tiempo que dejo de cotizar es mayor a tres años pero menos a seis, se le reconocerán todas las cotizaciones anteriores cuando, a partir de su reingreso, haya cubierto un mínimo de veintiséis semanas de nuevas cotizaciones;
- III. Si el tiempo que dejo de cotizar es mayor a seis años, las cotizaciones anteriormente cubiertas se le acreditarán al reunir cincuenta y dos semanas reconocidas en su nuevo aseguramiento, y
- IV. En los casos de pensionados por invalidez que reingresen al régimen obligatorio, cotizarán en todos los seguros, con excepción del de invalidez y vida.

En caso de reingresar antes del periodo mencionado, las cotizaciones se reconocerán al momento de su reingreso.

Capítulo 2

Simulación de pensiones y funciones biométricas

2.1 Antecedentes

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) es un organismo fundado en 1919 derivado del tratado de Versalles, entre sus principales funciones están garantizar y promover los derechos laborales, mejorar la cobertura y eficacia de la seguridad social y crear mayores oportunidades para hombres y mujeres en materia de trabajo y salario digno, todo a través del dialogo y la participación de empleadores, trabajadores y los 187 Estados miembros.

La constitución de la organización fue creada entre enero y abril de 1919 por una Comisión del Trabajo establecida por la Conferencia de Paz. Dicha comisión estaba compuesta por representantes de nueve países: Bélgica, Cuba, Checoslovaquia, Francia, Italia, Japón, Polonia, Reino Unido y Estados Unidos, liderada por Samuel Gompers, presidente de la Federación Estadounidense del Trabajo.

Consideraciones sobre seguridad, humanitarias, políticas y económicas fueron las impulsoras para la creación de la OIT, existía un importante reconocimiento a la justicia social para lograr la paz, en contraste con un pasado de explotación en los países industrializados del momento. Algunos aspectos considerados en el preámbulo y que continúan vigentes son:

- Reglamentación de las horas de trabajo, incluyendo la duración máxima de la jornada de trabajo y la semana;
- Reglamentación de la contratación de mano de obra, la prevención del desempleo y el suministro de un salario digno;
- Protección del trabajador contra enfermedades o accidentes como consecuencia de su trabajo;
- Protección de niños, jóvenes y mujeres.
- Pensión de vejez e invalidez, protección de los intereses de los trabajadores ocupados en el extranjero;
- Reconocimiento del principio de igualdad de retribución en igualdad de condiciones;
- Reconocimiento del principio de libertad sindical;
- Organización de la enseñanza profesional y técnica, y otras medidas similares.

El 12 de septiembre de 1931 México ingresó a la OIT, desde entonces ha ratificado 78 de 188 convenios adoptados por la Organización. El 5 de enero de 1955 la OIT y el Gobierno de México firmaron un acuerdo para establecer una oficina en la capital del país. El Acuerdo estipulaba que las funciones de la Oficina serían las de "prestar asistencia técnica, a solicitud de los Gobiernos interesados, en las actividades que la propia Constitución de la Organización Internacional del Trabajo señala como de su competencia (...)".¹

La OIT supervisa la correcta implementación de las normas internacionales del trabajo a través de diversos medios de control, en caso de detectar alguna irregularidad en la aplicación de las normas, la OIT presta a los países colaboración a través del dialogo social y asistencia técnica.

Como parte de las recomendaciones y las asesorías técnicas que brinda la OIT se encuentra el modelo ILO-PENS. Es una herramienta de simulación y proyección pensionarias desarrollada por el departamento de protección social de la OIT. Su objetivo es asistir a los usuarios con el diseño y el costo de nuevos sistemas de pensiones y proveer información del impacto financiero esperado por modificaciones en los esquemas existentes.

Todas las guías y modelos diseñados por la OIT están disponibles para los expertos de los países miembros de la Organización, se espera que los usuarios sean personal calificado en materia de proyección social. Adicionalmente el modelo ILO-PENS y la guía técnica pueden ser utilizados como material de enseñanza de técnicas específicas de seguridad social. El modelo es utilizado en valuaciones actuariales de los esquemas de pensiones, provee estimaciones de los gastos futuros y las contribuciones requeridas con relación a los diversos sistemas financieros.

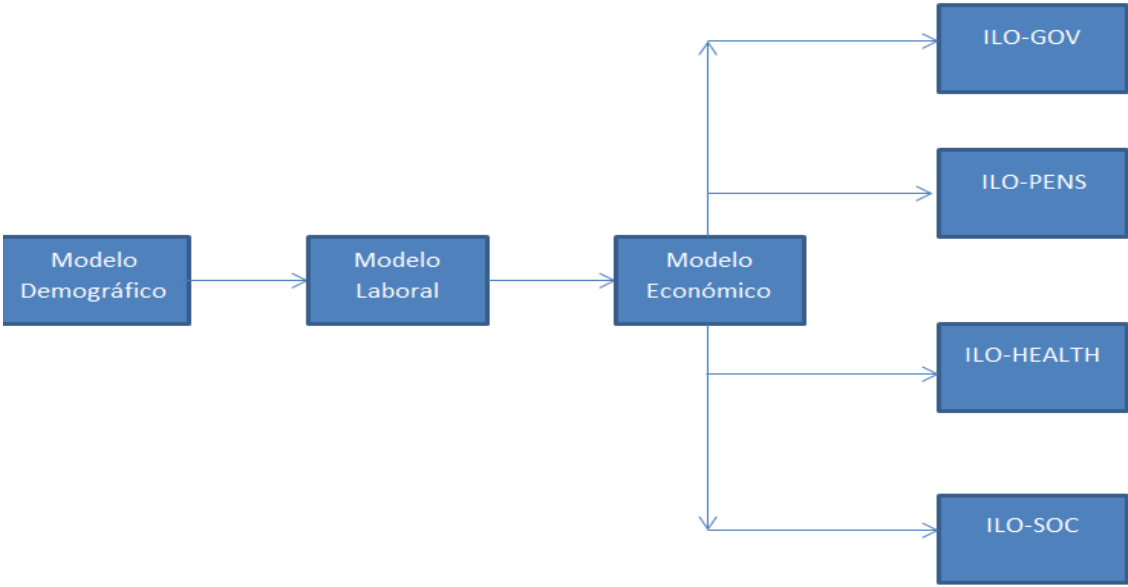
ILO-PENS proyecta los diferentes estatus que puede tener o adquirir un participante del esquema, como pueden ser muerte, invalidez, retiro, vejez, y las probabilidades de adquirir alguno de estos estatus. La correcta proyección de estos parámetros, así como de las variables demográficas y financieras de un esquema de pensiones basado en un sistema financiero a largo plazo son cruciales para asegurar su sustentabilidad.

La familia de modelos actuariales de la OIT está conformado por tres modelos principales: el modelo de presupuesto social, el modelo de pensiones y el modelo de cuidado de la salud. Cada modelo puede ser aplicado de forma independiente o bien ser parte de un modelo interconectado.

El modelo de presupuesto social proyecta y simula los gastos e ingresos de un sistema nacional de protección social (ILO-SOCBUD), mientras que el modelo de pensiones (ILO-PENS) y el modelo de cuidado de la salud (ILO-HEALTH) proyectan los ingresos y gastos de subsistemas de protección social. Existen modelos auxiliares como ILO-DIST que genera salarios alternativos e ILO-POP que genera distribuciones poblacionales, los cuales pueden ser utilizados como datos iniciales o auxiliares para los modelos principales.

El modelo ILO-SOCBUD consta de cuatro submodelos. El submodelo de fuerza laboral (ILO-LAB) y el submodelo económico (ILO-ECO) generan proyecciones del volumen de empleo y salarios, esta información es utilizada por el submodelo de gasto social (ILO-SOC) para proyectar gastos de la protección social como las pensiones y la salud. Posteriormente el submodelo ILO-GOV agrega los gastos de protección social en las cuentas gubernamentales e institucionales del sistema de seguridad social.

Figura 2.1
Interacción de los modelos



Fuente: The ILO Pension Model, A Technical Guide

2.2 Metodología de simulación

En general las valuaciones actuariales se realizan en dos pasos, en el primero se estima el gasto futuro y la contribución base del esquema de protección social, mientras que en el segundo paso se establece la contribución base y la sostenibilidad a largo plazo del esquema.

El método de simulación año por año es utilizado para estimar costos futuros, la idea básica de este método es registrar primero el estado actual del esquema y de los miembros del mismo (personas activas, inactivas, pensionadas, etc.) y los gastos asociados a los beneficios según la propia experiencia.

El estado de los miembros del esquema es proyectado año con año mediante el uso de estimaciones probabilísticas actuariales (tasa de mortalidad, tasa de jubilación, tasa de incremento salarial, etc.), contra la cual se aplica la condición de elegibilidad de beneficios y las fórmulas de pensión aplicables para generar el gasto anual futuro. El cálculo básico se puede expresar de la siguiente forma:

Gastos anuales por beneficios

$$\begin{aligned} &= \text{Costo}(\text{beneficio por fallecimiento}) + \text{Costo}(\text{beneficio por retiro}) \\ &+ \text{Costo}(\text{beneficio de jubilación}) + \text{Costo}(\text{beneficio de invalidez}) \end{aligned}$$

Para la estimación de los gastos anuales futuros por beneficios, se aplican supervivencia y factores de ajuste a los gastos del año actual, así como el costo total de los beneficios de las pensiones recién otorgadas.

$$\begin{aligned} \text{Gastos del próximo año} &= (\text{gastos del año actual}) (\text{tasa de supervivencia}) (\text{factor de ajuste}) \\ &+ (\text{costo de nuevas pensiones proyectadas para adjudicación el próximo año}) \end{aligned}$$

Por el lado de los ingresos, las contribuciones esperadas se calculan multiplicando el número de contribuyentes activos por las ganancias asegurables promedio y la tasa de recaudación por contribución del esquema.

$$\text{Base de contribución} = (\# \text{ contribuyentes}) (\text{ganancias asegurables promedio}) (\text{factor de recaudación})$$

La población activa puede estimarse multiplicando la población base en el año t por la tasa de cobertura, la tasa de cobertura se estima tomando en cuenta la fuerza laboral, tasa de participación, la tasa de desempleo y la experiencia observada previamente en

el esquema. La población base puede estimarse con población nacional, la fuerza laboral o la población ocupada, dependiendo de la cobertura del esquema de seguridad social. Por lo tanto la población activa puede estimarse de la siguiente forma:

$$Act(x, t) = Covrate(x, t) \cdot Pop(x, t)$$

Para supervisar la evolución de los integrantes del esquema de seguridad social se introducen las siguientes definiciones:

$S[Act(x, t)]$ son los miembros de $Act(x, t)$ que continúan activos en el año $t+1$; y $D(x+1, t+1)$ es la diferencia entre $S[Act(x, t)]$ y la población activa total en el año $t+1$

$$D(x + 1, t + 1) = Act(x + 1, t + 1) - S[Act(x, t)]$$

Se pueden presentar alguno de los siguientes casos (caso (a) o caso (b))

$$\text{Caso (a): } D(x+1, t+1) \geq 0$$

Este caso suele ser común en esquemas relativamente nuevos ya que tiene una población activa en constante crecimiento, en este caso $D(x+1, t+1)$ se compone de nuevos participantes o reingresos al esquema por lo que se introduce una nueva variable $NR(x, t)$ definido como el porcentaje de nuevos ingresos al esquema. Por lo tanto el número de nuevos participantes se calcula de la siguiente forma:

$$Nent(x + 1, t + 1) = NR(x + 1, t + 1) \cdot D(x + 1, t + 1)$$

Mientras que el número de reingresos en el año $t+1$ se calcula como:

$$Rent(x + 1, t + 1) = [1 - NR(x + 1, t + 1)] \cdot D(x + 1, t + 1)$$

Para garantizar la validez de la fórmula anterior, es necesario compararla contra el número real de personas inactivas. En caso de que no existan suficientes personas inactivas que puedan reingresar, es decir, $S[Inact(x, t)] < Rent(x+1, t+1)$. Donde $S[Inact(x, t)]$ son el número de personas inactivas en el año t que permanecen inactivas en el año $t+1$.

$$\text{Caso (b): } D(x+1, t+1) < 0$$

Este caso es común en esquemas de seguridad social maduros, donde la tasa de nuevos participantes es mínima. En este caso se considera $D(x+1, t+1)$ como la población inactiva, lo que permite estimar la población activa, nuevos ingreso y

reingresos del año siguiente. La población registrada, la población inactiva y los contribuyentes se estiman de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} Reg(x + 1, t + 1) &= S[Reg(x, t)] + Nent(x + 1, t + 1) \\ Inact(x + 1, t + 1) &= Reg(x + 1, t + 1) - Act(x + 1, t + 1) \\ Contx + 1, t + 1 &= Act(x + 1, t + 1) \cdot Dens(x + 1, t + 1) \end{aligned}$$

Donde $S[Reg(x, t)]$ se define como el número de personas registradas en el año t que continúen registradas en el año $t+1$.

2.2.1 Transición de activos a pensionados

La transición de activos a pensionados es realizada mediante el uso de probabilidades de transición; sean:

- $VACT$ el número de personas que se invalidan en el año t .
$$VACT = Act(x, t) \cdot Invrate(x, t)$$
- $DACT$ el número de personas que fallecieron en el año t .
$$DACT(X, T) = Act(x, t) \cdot Mort(x, t)$$
- $DOUT$ el número de personas que se vuelven inactivas en el tiempo t .
$$DOUT(x, t) = Act(x, t) \cdot Inactiverate(x, t)$$
- $RACT$ el número de personas que se jubilan durante el año t .
$$RACT(x, t) = Act(x, t) \cdot Retrate(x, t)$$
- $ZACT$ el número de personas activas que permanecen activas el año siguiente
$$ZACT = S[Act(x, t)] = Act(x, t) - VACT - DACT - RACT$$

Entonces se define $Npens\#(x+1, t+1)$ como el número de nuevos pensionados en el año $t+1$ y se calcula de la siguiente manera:

$$Npens\#(x + 1, t + 1) = VACT + RACT + NSURV\#(s(x), t + 1)$$

Donde $NSURV\#(s(x), t+1)$ son los pensionados sobrevivientes.

2.2.2 Generación de transición

En 1997 se realizó una reforma a la Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social en la cual se pasó de un sistema de beneficio definido a un sistema de cuentas individuales, los trabajadores que se afiliaron o que comenzaron a cotizar al Instituto antes del primero de julio de 1997 pertenecen a la generación de transición. Este grupo de conforma una matriz cerrada, por lo que no existen entradas a dicha generación.

Aquellos trabajadores que pertenecen a la generación de transición pueden optar por los beneficios que otorga la Ley del Seguro Social de 1973 o por los Beneficios que

otorga la Ley de 1997. A continuación se presenta la población afiliada al IMSS al 31 de diciembre del 207, así como la matriz correspondiente a la generación de transición por edad, sexo y antigüedad con la que se realizarán los cálculos para la presente tesis.

Cuadro 2.1
Asegurados considerados en la valuación actuarial del SIV
(al 31 de diciembre del 2017)

Concepto	Hombres	Mujeres	Total
Generación en Transición (GT)			
Número de asegurados	4,303,810	2,109,209	6,413,019
Edad promedio (años)	48.7	47.9	48.4
Antigüedad promedio (años)	26.4	25.3	26.0
Generación actual bajo la LSS de 1997 (GAL97)			
Número de asegurados	7,758,692	4,983,130	12,741,822
Edad promedio (años)	30.1	31.3	30.6
Antigüedad promedio (años)	8.0	7.6	7.8
Total			
Número de asegurados	12,062,502	7,092,339	19,154,841
Edad promedio (años)	36.8	36.2	36.6
Antigüedad promedio (años)	14.5	12.8	13.9

Fuente: Valuación actuarial del seguro de invalidez y vida del IMSS 2017

Cuadro 2.2
Asegurados considerados en la valuación actuarial del SRT
(al 31 de diciembre del 2017)

Concepto	Hombres	Mujeres	Total
Generación en Transición (GT)			
Número de asegurados	4,187,562	2,046,892	6,234,454
Edad promedio (años)	48.5	47.6	48.2
Antigüedad promedio (años)	26.2	25.1	25.9
Generación actual bajo la LSS de 1997 (GAL97)			
Número de asegurados	7,742,290	4,974,914	12,717,204
Edad promedio (años)	30.1	31.3	30.6
Antigüedad promedio (años)	7.9	7.6	7.8
Total			
Número de asegurados	11,929,852	7,021,806	18,951,658
Edad promedio (años)	36.6	36.0	36.4
Antigüedad promedio (años)	14.4	12.7	13.7

Fuente: Valuación actuarial del seguro de riesgos de trabajo del IMSS 2017

Cuadro 2.3
Generación de transición de hombres afiliados al SIV (2008)

	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	94	64	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	659	516	65	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	3,331	3,039	452	79	23	9	5	0	0	0	0	0	0
8	0	0	12,156	13,110	2,300	455	151	69	34	13	6	2	0	0	0
9	0	0	31,258	40,813	8,413	1,890	702	353	188	87	38	18	9	5	2
10	0	0	54,189	90,049	21,783	5,436	2,210	1216	705	346	158	79	45	21	11
11	0	0	58,938	139,828	40,151	10,680	4,512	2623	1,620	835	374	194	117	50	29
12	0	0	36,449	161,350	58,254	15,497	6,154	3512	2,190	1,122	449	236	149	61	32
13	0	0	12,510	160,701	82,246	21,520	7,619	4041	2,443	1,218	476	233	112	49	24
14	0	0	2,476	143,520	115,934	30,701	9,999	4936	2,909	1,405	537	261	110	46	29
15	0	0	0	104,986	149,166	42,146	12,731	5818	3,304	1,517	587	275	125	47	33
16	0	0	0	61,541	169,481	55,761	15,804	6650	3,605	1,607	601	287	127	49	28
17	0	0	0	26,465	163,872	70,231	18,833	7172	3,675	1,579	556	273	130	48	22
18	0	0	0	7,386	132,861	84,578	21,876	7401	3,544	1,467	507	254	124	44	22
19	0	0	0	929	89,883	96,965	25,731	7804	3,416	1,327	461	224	116	33	20
20	0	0	0	0	50,566	103,902	31,361	9048	3,724	1,372	479	219	113	30	20
21	0	0	0	0	22,723	101,104	38,861	11173	4,350	1,508	521	225	112	34	22
22	0	0	0	0	7,851	88,194	48,773	14374	5,376	1,721	584	238	112	34	21
23	0	0	0	0	1,957	68,877	61,577	19012	6,996	2,077	677	280	118	39	18
24	0	0	0	0	225	48,888	75,716	25127	9,062	2,543	799	332	132	49	19
25	0	0	0	0	0	31,503	85,646	32045	11,033	3,009	928	381	161	56	22
26	0	0	0	0	0	16,684	83,684	38213	12,200	3,260	995	402	180	59	22
27	0	0	0	0	0	6,194	68,000	42697	12,798	3,208	941	364	161	51	21
28	0	0	0	0	0	1,347	45,849	45955	13,949	3,171	861	320	127	40	17
29	0	0	0	0	0	139	26,200	48213	16,125	3,363	848	305	111	34	17
30	0	0	0	0	0	0	12,988	48751	19,621	3,847	908	316	114	30	14
31	0	0	0	0	0	0	5,564	45788	24,067	4,607	1,038	351	127	33	14
32	0	0	0	0	0	0	1,873	38180	28,507	5,501	1,174	383	138	37	16
33	0	0	0	0	0	0	398	27353	31,871	6,468	1,297	400	146	41	17
34	0	0	0	0	0	0	39	16495	33,258	7,530	1,417	408	147	43	17
35	0	0	0	0	0	0	0	8169	31,983	8,670	1,544	411	147	42	18
36	0	0	0	0	0	0	0	3232	27,881	9,804	1,683	426	148	40	15
37	0	0	0	0	0	0	0	978	21,550	10,734	1,851	453	149	41	14
38	0	0	0	0	0	0	0	204	14,463	11,178	2,047	491	157	44	15
39	0	0	0	0	0	0	0	20	8,315	10,882	2,263	541	166	48	17
40	0	0	0	0	0	0	0	0	4,043	9,739	2,487	607	181	52	21
41	0	0	0	0	0	0	0	0	1,589	7,835	2,662	678	201	56	22
42	0	0	0	0	0	0	0	0	461	5,587	2,724	736	220	62	26
43	0	0	0	0	0	0	0	0	88	3,531	2,633	770	231	64	25
44	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1,992	2,382	769	227	62	22
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	996	1,994	745	217	61	19
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	422	1,518	703	206	58	17
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	1,036	645	196	55	17
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	630	571	183	50	16
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	339	478	164	45	14
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	372	143	39	15
	0	0	212,071	954,304	1,118,191	902,780	712,877	526,631	370,956	147,249	46,166	16,656	6,099	1,882	822

Cuadro 2.4
Generación de transición de mujeres afiliadas al SIV (2008)

	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	49	36	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	339	277	42	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1,727	1,637	292	67	28	11	5	0	0	0	0	0	0
8	0	0	6,353	7,062	1,468	387	182	76	30	9	5	1	0	0	0
9	0	0	16,547	21,940	5,346	1,591	832	384	167	57	21	12	6	2	0
10	0	0	29,312	48,117	13,704	4,472	2,563	1301	625	229	89	49	21	9	5
11	0	0	33,050	73,632	24,724	8,361	5,024	2749	1,423	547	216	125	54	24	16
12	0	0	21,625	82,453	34,467	11,050	6,319	3563	1,907	722	260	153	63	28	23
13	0	0	7,739	78,658	46,400	14,007	7,102	4047	2,154	743	244	140	62	30	18
14	0	0	1,472	67,069	62,677	19,153	8,562	4919	2,608	849	272	133	69	34	16
15	0	0	0	46,614	77,337	25,756	10,095	5711	2,992	925	291	117	61	23	13
16	0	0	0	25,851	84,173	33,519	11,885	6433	3,362	1,000	303	109	59	23	14
17	0	0	0	10,653	77,733	40,748	13,256	6711	3,549	1,001	298	102	50	18	12
18	0	0	0	2,915	59,801	45,927	13,947	6343	3,391	947	266	81	48	16	8
19	0	0	0	373	37,984	48,540	14,707	5841	3,063	837	222	66	37	12	8
20	0	0	0	0	19,783	48,175	16,542	5818	2,928	786	201	66	28	13	8
21	0	0	0	0	7,972	43,847	19,455	6376	3,033	823	206	71	26	9	7
22	0	0	0	0	2,357	36,106	23,389	7347	3,253	884	224	73	32	9	7
23	0	0	0	0	528	26,666	28,111	8805	3,639	964	238	76	41	10	7
24	0	0	0	0	61	17,609	32,398	10622	4,108	1,055	253	78	42	12	7
25	0	0	0	0	0	10,271	33,845	12298	4,401	1,118	254	78	39	14	6
26	0	0	0	0	0	4,935	30,531	13350	4,320	1,087	245	76	37	12	5
27	0	0	0	0	0	1,701	23,235	13794	3,974	965	223	70	32	7	3
28	0	0	0	0	0	348	15,054	14197	3,751	839	197	62	27	6	2
29	0	0	0	0	0	38	8,492	14761	3,926	772	176	57	20	6	4
30	0	0	0	0	0	0	4,175	14992	4,577	780	172	55	17	5	4
31	0	0	0	0	0	0	1,738	14179	5,648	854	180	55	16	7	3
32	0	0	0	0	0	0	551	11973	6,975	958	187	53	18	8	2
33	0	0	0	0	0	0	111	8777	8,294	1,105	189	51	17	7	2
34	0	0	0	0	0	0	10	5446	9,213	1,318	192	52	18	8	2
35	0	0	0	0	0	0	0	2769	9,310	1,608	196	49	17	9	2
36	0	0	0	0	0	0	0	1122	8,394	1,960	199	47	17	7	3
37	0	0	0	0	0	0	0	344	6,617	2,319	212	46	16	6	3
38	0	0	0	0	0	0	0	72	4,485	2,598	239	46	15	6	4
39	0	0	0	0	0	0	0	7	2,592	2,698	286	46	15	8	3
40	0	0	0	0	0	0	0	0	1,265	2,550	356	50	14	8	3
41	0	0	0	0	0	0	0	0	499	2,153	432	60	17	8	3
42	0	0	0	0	0	0	0	0	146	1,606	506	70	17	7	1
43	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1,051	552	82	19	6	3
44	0	0	0	0	0	0	0	0	3	603	550	93	20	6	2
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297	498	104	19	6	3
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	395	108	22	4	3
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	276	111	24	4	2
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	169	111	27	4	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	88	103	28	4	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	87	29	4	0
	0	0	118,218	467,290	556,853	443,282	332,143	215,138	130,655	41,783	10,617	3,274	1,256	449	238

Cuadro 2.5
Generación de transición de hombres afiliados al SRT (2008)

	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	94	64	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	654	512	65	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	3,303	3,014	449	79	23	9	5	0	0	0	0	0	0
8	0	0	12,055	13,001	2,281	452	151	69	34	13	6	2	0	0	0
9	0	0	30,996	40,473	8,343	1,874	696	349	188	87	38	18	9	5	2
10	0	0	53,738	89,300	21,601	5,391	2,192	1205	700	343	158	79	45	21	11
11	0	0	58,447	138,663	39,817	10,592	4,474	2601	1,606	828	370	194	117	50	28
12	0	0	36,145	160,007	57,769	15,368	6,103	3483	2,173	1,113	445	236	148	59	30
13	0	0	12,406	159,362	81,562	21,341	7,556	4007	2,423	1,207	471	233	112	47	24
14	0	0	2,455	142,325	114,968	30,446	9,916	4896	2,884	1,393	532	260	110	46	28
15	0	0	0	104,110	147,924	41,795	12,625	5770	3,276	1,505	582	273	125	47	32
16	0	0	0	61,029	168,071	55,295	15,672	6594	3,574	1,593	596	285	127	49	26
17	0	0	0	26,244	162,506	69,646	18,677	7112	3,644	1,565	551	271	129	48	22
18	0	0	0	7,324	131,753	83,873	21,693	7339	3,514	1,455	502	254	124	44	22
19	0	0	0	921	89,135	96,158	25,517	7740	3,389	1,316	456	224	116	33	20
20	0	0	0	0	50,145	103,037	31,099	8972	3,692	1,361	475	219	113	30	20
21	0	0	0	0	22,533	100,261	38,538	11081	4,313	1,495	517	225	112	34	22
22	0	0	0	0	7,785	87,460	48,366	14254	5,331	1,707	579	237	112	34	21
23	0	0	0	0	1,940	68,303	61,064	18854	6,937	2,060	671	278	118	39	18
24	0	0	0	0	223	48,481	75,086	24918	8,986	2,521	792	328	132	48	19
25	0	0	0	0	0	31,240	84,932	31778	10,942	2,984	921	377	160	54	22
26	0	0	0	0	0	16,545	82,987	37895	12,098	3,233	987	398	177	58	22
27	0	0	0	0	0	6,143	67,434	42341	12,691	3,181	934	360	160	51	21
28	0	0	0	0	0	1,335	45,467	45573	13,833	3,144	854	317	127	40	17
29	0	0	0	0	0	138	25,980	47812	15,991	3,334	841	303	111	34	17
30	0	0	0	0	0	0	12,880	48345	19,458	3,816	900	313	114	30	14
31	0	0	0	0	0	0	5,519	45406	23,866	4,569	1,030	348	127	33	14
32	0	0	0	0	0	0	1,857	37862	28,270	5,455	1,165	379	138	37	16
33	0	0	0	0	0	0	395	27125	31,605	6,414	1,285	395	146	41	17
34	0	0	0	0	0	0	39	16357	32,980	7,467	1,405	403	147	43	17
35	0	0	0	0	0	0	0	8102	31,717	8,598	1,532	406	147	42	18
36	0	0	0	0	0	0	0	3205	27,649	9,722	1,670	421	147	40	15
37	0	0	0	0	0	0	0	969	21,370	10,645	1,835	448	149	41	14
38	0	0	0	0	0	0	0	202	14,343	11,084	2,030	486	156	44	15
39	0	0	0	0	0	0	0	20	8,246	10,792	2,243	536	165	48	17
40	0	0	0	0	0	0	0	0	4,010	9,658	2,467	602	178	52	21
41	0	0	0	0	0	0	0	0	1,576	7,771	2,639	672	197	55	22
42	0	0	0	0	0	0	0	0	457	5,540	2,702	730	215	61	26
43	0	0	0	0	0	0	0	0	87	3,501	2,611	763	226	62	25
44	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1,976	2,362	762	222	61	22
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	988	1,978	739	212	60	19
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	419	1,505	697	201	57	17
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	1,027	640	192	55	17
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	625	566	180	50	16
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	337	473	162	45	14
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	367	143	39	15
	0	0	210,304	946,356	1,108,878	895,262	706,941	522,245	367,866	146,023	45,781	16,517	6,048	1,867	815

Cuadro 2.6
Generación de transición de mujeres afiliadas al SRT (2008)

	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	49	36	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	336	275	42	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1,713	1,623	290	67	28	11	5	0	0	0	0	0	0
8	0	0	6,300	7,002	1,456	383	182	76	30	9	5	1	0	0	0
9	0	0	16,409	21,758	5,302	1,577	825	379	167	57	21	12	6	2	0
10	0	0	29,069	47,715	13,589	4,435	2,542	1289	620	228	89	49	21	9	5
11	0	0	32,773	73,019	24,518	8,291	4,982	2726	1,411	543	215	122	53	24	16
12	0	0	21,444	81,767	34,180	10,958	6,265	3533	1,891	716	256	148	60	27	22
13	0	0	7,675	78,003	46,014	13,891	7,043	4013	2,137	737	242	136	60	29	18
14	0	0	1,460	66,510	62,156	18,994	8,491	4879	2,587	842	268	129	66	32	16
15	0	0	0	46,225	76,692	25,542	10,011	5663	2,966	918	286	116	60	23	13
16	0	0	0	25,636	83,472	33,240	11,786	6380	3,335	991	298	108	59	23	14
17	0	0	0	10,565	77,085	40,408	13,146	6654	3,519	992	294	101	50	18	12
18	0	0	0	2,890	59,303	45,543	13,831	6291	3,364	939	262	81	48	16	8
19	0	0	0	370	37,667	48,135	14,585	5792	3,037	830	221	66	37	12	8
20	0	0	0	0	19,619	47,774	16,405	5770	2,903	779	201	66	28	13	8
21	0	0	0	0	7,905	43,482	19,292	6322	3,007	816	205	71	26	9	7
22	0	0	0	0	2,337	35,804	23,193	7286	3,226	876	223	73	32	9	7
23	0	0	0	0	523	26,444	27,878	8731	3,608	956	236	76	41	10	7
24	0	0	0	0	60	17,464	32,128	10534	4,074	1,046	251	78	42	12	7
25	0	0	0	0	0	10,186	33,564	12196	4,364	1,108	252	78	39	14	6
26	0	0	0	0	0	4,894	30,276	13239	4,284	1,078	243	76	37	12	5
27	0	0	0	0	0	1,687	23,041	13680	3,941	957	221	70	32	7	3
28	0	0	0	0	0	346	14,927	14079	3,720	831	197	62	27	6	2
29	0	0	0	0	0	38	8,422	14638	3,893	767	176	57	20	6	4
30	0	0	0	0	0	0	4,140	14868	4,539	775	172	55	17	5	4
31	0	0	0	0	0	0	1,723	14061	5,600	846	180	55	16	7	3
32	0	0	0	0	0	0	546	11874	6,917	950	187	53	18	8	2
33	0	0	0	0	0	0	110	8704	8,225	1,095	189	51	17	7	2
34	0	0	0	0	0	0	10	5401	9,137	1,306	192	52	18	8	2
35	0	0	0	0	0	0	0	2746	9,232	1,595	195	49	17	9	2
36	0	0	0	0	0	0	0	1113	8,324	1,943	198	47	17	7	3
37	0	0	0	0	0	0	0	341	6,561	2,300	211	46	16	6	3
38	0	0	0	0	0	0	0	71	4,447	2,576	237	46	15	6	4
39	0	0	0	0	0	0	0	7	2,570	2,676	284	46	15	8	3
40	0	0	0	0	0	0	0	0	1,255	2,529	353	50	14	8	3
41	0	0	0	0	0	0	0	0	495	2,136	428	60	17	8	3
42	0	0	0	0	0	0	0	0	145	1,593	501	70	17	7	1
43	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1,042	546	82	19	6	3
44	0	0	0	0	0	0	0	0	3	597	545	92	20	6	2
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	294	493	103	19	6	3
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	390	106	22	4	3
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	272	109	24	4	2
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	167	109	27	4	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	88	103	28	4	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	87	29	4	0
	0	0	117,233	463,397	552,214	439,591	329,376	213,347	129,567	41,435	10,529	3,247	1,246	445	237

2.2.3 Nomenclatura técnica actuarial

$Reg(x,t)$ es la población registrada en el tiempo t y se define como aquellas personas que están registradas en el esquema y que han hecho al menos una aportación en cualquier periodo anterior al año t

$Act(x,t)$ es la población activa en el año t y se define como las personas que han realizado al menos una aportación durante el año t .

$inact(x,t)$ es la población inactiva en el año t y se define como las personas que están registradas en el esquema pero que no han hecho ninguna contribución en el año t .

$$Reg(x,t) = Act(x,t) + Inact(x,t)$$

$Cont(x,t)$ son los contribuyentes en el año t y se define como el numero promedio de personas que realizaron contribuciones en cada uno de los periodos del año t .

$$Act(x,t) \geq Cont(x,t)$$

$Dens(x,t)$ es la densidad de contribución y se define como el porcentaje de contribuyentes dentro de la población activa.

$$Dens(x,t) = \frac{Cont(x,t)}{Act(x,t)}$$

$Nent(x,t)$ son los nuevos participantes y se define como aquellas personas que se registraron en el esquema durante el año t y que han realizado al menos una contribución durante el mismo periodo.

$Rent(x,t)$ son los reingresos y se definen como aquellas personas que pertenecían a la población inactiva durante el año $t-1$ pero que en el año t realizaron al menos una contribución.

SRT es el seguro de riesgos de trabajo que administra el IMSS

SIV es el seguro de invalidez y vida que administra el IMSS

2.2.4 Árboles de decisión.

Los árboles de regresión son una técnica de análisis discriminante no paramétrica que permite predecir la asignación de muestras a grupos predefinidos en función de una serie de variables predictoras, es decir, que teniendo una variable respuesta categórica, los árboles de regresión nos van a permitir crear una serie de reglas basadas en variables predictoras que nos van a permitir asignar una nueva observación a un grupo u a otro. Es una técnica discriminante porque permite «discriminar» entre grupos. Más importante que la interpretación de la relación entre la variable dependiente y las variables predictoras, es aquí la capacidad predictiva del modelo que generemos. Esta herramienta que permite estimar como se distribuirán las pensiones de acuerdo con su carácter, ya sea definitivo o temporal. Para la construcción de los árboles de decisión se consideran las pensiones iniciales de incapacidad permanente y fallecimiento, verificando bajo qué ley se otorgaron dichas pensiones (LSS de 1973 o LSS de 1997).

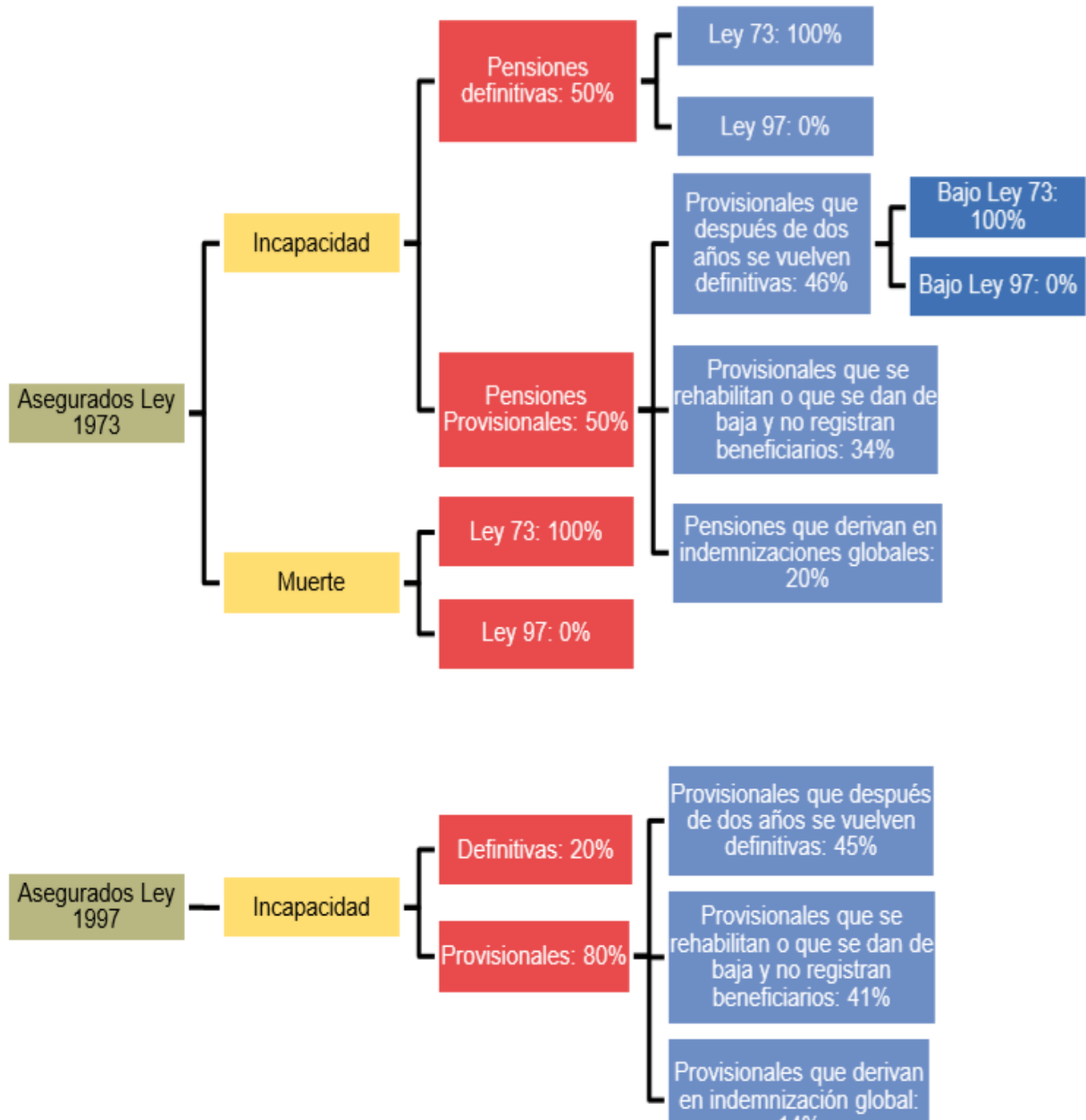
Para la generación de transición el árbol de decisión simula los siguientes escenarios:

- El número de pensiones definitivas que se otorgaran bajo la LSS de 1997
- El número de pensiones que se otorgaran con carácter provisional y que serán con cargo a los ingresos por cuotas del SRT o SIV (según sea el seguro que se esté valuando).
- En caso de que un pensionado con carácter provisional fallezca antes de que se otorgue la pensión definitiva, estima la proporción de pensiones derivadas que se otorgarán bajo la LSS de 1997.
- Al transcurrir los dos años otorga el número de pensiones definitivas a las que se les otorgará una renta vitalicia de acuerdo a lo establecido en la LSS de 1997.

Un factor que influye en la decisión de elegir los beneficios que ofrece la LSS de 1973 es que los trabajadores pueden retirar el saldo acumulado en la cuenta individual correspondiente a la aportación del 2% realizada por concepto de retiro más el saldo en la subcuenta de vivienda.

Para los asegurados de la generación actual, es decir, aquellos que se encuentran bajo la LSS de 1997, únicamente se simula el número de pensiones que se otorgaran con carácter definitivo o provisional.

Figura 2.2
Árbol decisión para del seguro de riesgos de trabajo del IMSS 2017



Fuente: Valuación actuarial del seguro de riesgos de trabajo al 31 de diciembre del 2017.

2.2.4.1 Algoritmo

El algoritmo utilizado en los arboles de decisión es el conocido como ID3 (Induction Decision Trees), dicho algoritmo fue desarrollado por John Ross Quinlan² y permite determinar el árbol de decisión mínimo manteniendo la información organizada y entendible para cualquier persona.

Este modelo es un algoritmo de aprendizaje inductivo, es decir, busca establecer leyes o principios generales sobre la base de la observación de varios o todos los componentes de un conjunto o clase. Aplica la estrategia “*divide y vencerás*” para hacer la clasificación de los objetos y asociarlos a una clase, tomando en cuenta los valores de los atributos de los objetos. Un árbol de decisión toma como entradas objetos o situaciones que se caracterizan mediante un conjunto de propiedades.

El resultado final del análisis realizado se representa como un gráfico en forma de árbol, es decir, con ramificaciones que ilustran los posibles escenarios o situaciones que se pueden presentar.

2.2.4.2 Entropía.

Dentro del algoritmo utilizado para el desarrollo de árboles de decisión es fundamental hablar de la entropía. La entropía se puede entender como la pérdida de información o incertidumbre que se presenta en una muestra. Por ejemplo: Si se tiene una muestra homogénea, es decir, una muestra en la que todos los individuos se clasifican igual, se dice que la entropía de dicha muestra es cero ya que se tiene certeza de que en dicha muestra todos los elementos se comportan igual. Por otro lado, si se tiene una muestra que no es homogénea la incertidumbre, entropía, es mayor pues todos los elementos de la muestra se comportan de forma diferente. La entropía dentro del algoritmo ID3 está definida como:

$$E(S) = \sum_{i=1}^c -p_i \log_2(p_i)$$

La función de entropía está definida en el intervalo [0,1]

Donde:

S es el conjunto de muestra o sistema analizado

C es el número de diferentes respuestas

p_i es la probabilidad de cada una de las respuestas posibles

2.3 Modelo de valuación actuarial

Las valuaciones actuariales son instrumentos técnicos que permiten estimar la ocurrencia de eventos de carácter contingente, es decir, eventos de los cuales no se tiene certeza cuándo ocurrirá o si ocurrirá el evento mismo, así como el impacto financiero de dichos eventos.

El Instituto Mexicano del Seguro Social realiza valuaciones actuariales de los seguros que administra de manera anual con forme a lo establecido en el artículo 261 de la Ley del Seguro Social, estas valuación le permiten medir la suficiencia de las primas de aseguramiento para poder hacer frente a las obligaciones con los asegurados, se analiza la situación financiera del año de proyección, así como una tendencia de los futuros gastos e ingresos.

Debido a la naturaleza de los eventos que se busca medir, las valuaciones actuariales están fundamentadas en el uso de funciones biométricas y una serie de supuestos de carácter demográfico y financiero observados históricamente, esto quiere decir que las valuaciones actuariales están sujetas al comportamiento real de las variables utilizadas para realizar las estimaciones.

El modelo utilizado por el Instituto Mexicano del Seguro Social es el “Método de Proyecciones Demográficas y Financieras (MPDF)”, mismo que es utilizado por recomendación de la OIT, en este modelo se integran de manera directa, tanto en sus valores básicos como en los mecanismos de cálculo, los elementos demográficos y económicos que intervienen en el otorgamiento de las pensiones.

Este modelo permite que la valuación actuarial se realice a grupo abierto, lo que significa que además de los asegurados vigentes al 31 de diciembre de 2017 (el cual es un grupo cerrado), se considere la incorporación de nuevos asegurados en cada año de proyección, mismos que se valuarán con derecho a los beneficios establecidos en la LSS de 1997.

Los supuestos demográficos del modelo son los siguientes:

- Crecimiento de asegurados.
- Densidad de cotización.
- Distribución de nuevos integrantes.
- Matriz de componentes familiares de pensionados directos y de los derivados del fallecimiento de los asegurados.
- Bases biométricas

Las bases biométricas se dividen en dos:

- Bases biométricas de salida de la actividad como asegurado, es decir, las probabilidades de que al asegurado le ocurra alguna contingencia por enfermedad, incapacidad o fallecimiento a causa de un riesgo o enfermedad laboral.
- Bases biométricas de sobrevivencia de pensionados, se refiere a las probabilidades de muerte que emite la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas para el cálculo de los montos constitutivos para la contratación de las rentas vitalicias y de los seguros de sobrevivencia que se establecen en los seguros de pensiones derivados de la LSS.

El Instituto Mexicano del Seguro Social realiza valuaciones actuariales para los seguros de Riesgos de Trabajo e Invalidez y Vida, ambos bajo el modelo MPDF.

2.3.1 Funciones biométricas

El modelo teórico que se utiliza para el diseño del sistema se denomina «Modelo Biométrico de Decrementos Múltiples». En etimología de la palabra *biometría*, proviene del griego *bios* que significa vida y *metrón* que significa medida, es decir, que la biometría humana se vincula con la medición de la vida del hombre y el instante en que una persona pasa por estados mórbidos como incapacidad, invalidez, vejez, cesantía y muerte.

Normalmente éstos se asocian con el cálculo de probabilidades por edad, denominados vectores biométricos, los cuales mantienen tres hipótesis básicas: i) Homogeneidad, los individuos forman un grupo homogéneo, es decir, que el comportamiento estadístico de su edad de fallecimiento es idéntico; ii) independencia, las variables que describen las edades de fallecimiento de los distintos individuos, son estadísticamente independientes; y, estacionariedad, las probabilidades biométricas sobre los individuos no dependen de su fecha de nacimiento, sino únicamente de su edad.

Así, al referirse a un modelo biométrico se está hablando de un modelo aleatorio que permite aproximarse a comportamiento de la supervivencia humana desde dos perspectivas: i) cuando se refiere al análisis del fenómeno de la mortalidad hasta que fallezca el individuo (edad biométrica); ii) y, cuando se refiere al análisis del mismo fenómeno bajo una cierta condición o estado como incapacidad, invalidez, cesantía en edad avanzada y vejez.

La biometría es un componente sustancial en el diseño y desarrollo de las valuaciones actuariales que son instrumentos teóricos que permiten determinar la suficiencia de los recursos financieros para poder hacer frente a los compromisos contraídos además de que colaboran para que se tenga un equilibrio financiero.

En esta planificación de políticas la participación del actuario resulta trascendental toda vez que su perfil profesional le permite el desarrollo e implementación de técnicas matemáticas, robustas, sistemáticas y universalmente aceptadas como la probabilidad y la estadística; es por ello, que ambas disciplinas aportan los componentes técnicos para desarrollar la biometría en la seguridad social. Las probabilidades aplicables a los asegurados

1. Invalidez dependiendo los años de antigüedad de los asegurados activos.
2. Incapacidad permanente.
3. Cesantía en edad avanzada y vejez, dependiendo de la antigüedad de los asegurados en activo.
4. Muerte a causa de un riesgo de trabajo.
5. Muerte a causa de una enfermedad general.

2.3.1.1 Probabilidad asociada al fallecimiento.

El fallecimiento de un asegurado, se puede dar cuando éste tenga un estado activo, de invalidez o incapacidad. Como anteriormente se especificó denotemos a la probabilidad dependiente anual de fallecimiento de un activo de edad x como:

$${}^*q_x^f$$

Por lo que podemos definir:

$S_x^f = {}^*q_x^f + {}^*q_x^i + {}^*q_x^{in}$ = Probabilidad anual de eliminación de la población de activos, por lo que $p_x^f = 1 - S_x^f$ probabilidad de que un activo de edad x , permanezca como activo después de haber transcurrido un año, es decir, a la edad $x+1$.

El número total de personas que salen por causa de muerte en el primer año, $T^f(x, x+1)$, puede ser estimada como las salidas sobre todos los órdenes que conforman la población:

$$T^f(x, x+1) = \sum_{t=0}^{w-x_0} (l_{x_0+t}) ({}^*q_{x_0+t}^f)$$

Cuadro 2.7
Probabilidades de fallecimiento de asegurados por enfermedad general

Edad	Muerte por Enfermedad General	Edad	Muerte por Enfermedad General	Edad	Muerte por Enfermedad General
15	0.000000000	40	0.001050054	65	0.006676937
16	0.000002896	41	0.001138199	66	0.006962903
17	0.000008523	42	0.001238576	67	0.007296551
18	0.000020738	43	0.001351456	68	0.007679817
19	0.000042985	44	0.001478548	69	0.008138418
20	0.000077931	45	0.001619829	70	0.008641256
21	0.000125834	46	0.001776140	71	0.009181720
22	0.000183766	47	0.001949475	72	0.009820163
23	0.000247026	48	0.002138931	73	0.010541006
24	0.000312275	49	0.002345298	74	0.011423337
25	0.000375605	50	0.002566133	75	0.012485906
26	0.000433576	51	0.002801211	76	0.013700667
27	0.000484811	52	0.003049666	77	0.015089834
28	0.000528880	53	0.003303385	78	0.016838798
29	0.000566951	54	0.003571040	79	0.019013767
30	0.000600130	55	0.003840061	80	0.021256646
31	0.000630723	56	0.004115416	81	0.024054108
32	0.000660198	57	0.004398404	82	0.027858956
33	0.000690473	58	0.004680468	83	0.032361164
34	0.000723171	59	0.004968867	84	0.052689604
35	0.000759836	60	0.005240922	85	0.062521026
36	0.000801876	61	0.005519668	86	0.074734354
37	0.000850757	62	0.005801809	87	0.089962873
38	0.000907644	63	0.006103372	88	0.109010308
39	0.000973743	64	0.006414317	89	0.132885605

Cuadro 2.8
Probabilidades de fallecimiento de asegurados por riesgo de trabajo

Edad	Muerte por RT (Todas las edades)	Edad	Muerte por RT (Todas las edades)	Edad	Muerte por RT (Todas las edades)
15	0.000225755	40	0.000124186	65	0.000164233
16	0.000092169	41	0.000126081	66	0.000167717
17	0.000090283	42	0.000127977	67	0.000172613
18	0.000089190	43	0.000129765	68	0.000178727
19	0.000089028	44	0.000131556	69	0.000186394
20	0.000089864	45	0.000133240	70	0.000194351
21	0.000091124	46	0.000134846	71	0.000201860
22	0.000092255	47	0.000136519	72	0.000209590
23	0.000093252	48	0.000138125	73	0.000216110
24	0.000094879	49	0.000139724	74	0.000221813
25	0.000096965	50	0.000141153	75	0.000225276
26	0.000099166	51	0.000142471	76	0.000223949
27	0.000101429	52	0.000143707	77	0.000216480
28	0.000103603	53	0.000144529	78	0.000203860
29	0.000105727	54	0.000145540	79	0.000185102
30	0.000107673	55	0.000146242	80	0.000156733
31	0.000109563	56	0.000147019	81	0.000125193
32	0.000111302	57	0.000148025	82	0.000094143
33	0.000112943	58	0.000149029	83	0.000064226
34	0.000114502	59	0.000150399	84	0.000039461
35	0.000116017	60	0.000151449	85	0.000020912
36	0.000117524	61	0.000153041	86	0.000009683
37	0.000119090	62	0.000155093	87	0.000003781
38	0.000120718	63	0.000158083	88	0.000001169
39	0.000122425	64	0.000161678	89	0.000000304

2.3.1.2 Probabilidad asociada a la incapacidad

La incapacidad es definida como la pérdida de facultades o aptitudes de una persona para trabajar, las cuales son causadas por un riesgo de trabajo. Dicha incapacidad, puede ser total, parcial o temporal.

- Incapacidad temporal: Pérdida de facultades o aptitudes que imposibilita parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo.
- La incapacidad permanente parcial: Disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar
- Incapacidad permanente total: Pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para realizar su trabajo por el resto de su vida¹

Sea

* q_x^i = Probabilidad dependiente anual de entrar en incapacidad

* q_x^{fi} = Probabilidad dependiente anual de fallecimiento por incapacidad, donde $x_0 < x < w$

* q_x^{ri} = Probabilidad dependiente anual de salir de la incapacidad y regresar a la actividad.

Por lo que:

$s_x^i = *q_x^i + *q_x^{ri}$ Es la probabilidad anual de eliminación para los incapacitados, y

$p_x^i = 1 - s_x^i$ Es la probabilidad de que un incapacitado permanezca como incapacitado después de haber transcurrido un año.

¹ Ley Federal del Trabajo Art. 478, 479 480

Cuadro 2.9
Probabilidades de incapacidad por riesgo de trabajo de 15 a 64 años

Edad	IP<=50	IP=>51 y <=99	IP = 100	Edad	IP<=50	IP=>51 y <=99	IP = 100
15	0.000192209	0.000122594	0.000035542	40	0.000873474	0.000143137	0.000033584
16	0.000185850	0.000112028	0.000032220	41	0.000963461	0.000149686	0.000034804
17	0.000182019	0.000103743	0.000029599	42	0.001060943	0.000156334	0.000036020
18	0.000180447	0.000097286	0.000027534	43	0.001165895	0.000163021	0.000037219
19	0.000180956	0.000092319	0.000025918	44	0.001278146	0.000169692	0.000038387
20	0.000183439	0.000088585	0.000024668	45	0.001397361	0.000176288	0.000039512
21	0.000187854	0.000085892	0.000023723	46	0.001523024	0.000182755	0.000040582
22	0.000194208	0.000084092	0.000023036	47	0.001654427	0.000189043	0.000041587
23	0.000202555	0.000083072	0.000022570	48	0.001790660	0.000195110	0.000042519
24	0.000212991	0.000082749	0.000022297	49	0.001930613	0.000200920	0.000043372
25	0.000225652	0.000083055	0.000022194	50	0.002072982	0.000206451	0.000044142
26	0.000240710	0.000083942	0.000022244	51	0.002216281	0.000211690	0.000044830
27	0.000258374	0.000085371	0.000022433	52	0.002358870	0.000216639	0.000045437
28	0.000278889	0.000087313	0.000022750	53	0.002498983	0.000221311	0.000045968
29	0.000302534	0.000089743	0.000023186	54	0.002634770	0.000225732	0.000046430
30	0.000329619	0.000092644	0.000023732	55	0.002764340	0.000229936	0.000046831
31	0.000360486	0.000095996	0.000024381	56	0.002885812	0.000233970	0.000047183
32	0.000395505	0.000099785	0.000025126	57	0.002997369	0.000237882	0.000047495
33	0.000435068	0.000103994	0.000025959	58	0.003097309	0.000241727	0.000047781
34	0.000479584	0.000108602	0.000026875	59	0.003184100	0.000245557	0.000048050
35	0.000529473	0.000113589	0.000027864	60	0.003256423	0.000249422	0.000048312
36	0.000585155	0.000118929	0.000028918	61	0.003313213	0.000253364	0.000048575
37	0.000647037	0.000124591	0.000030028	62	0.003353691	0.000257416	0.000048844
38	0.000715501	0.000130541	0.000031183	63	0.003377386	0.000261599	0.000049125
39	0.000790888	0.000136738	0.000032372	64	0.003384142	0.000265921	0.000049416

Cuadro 2.10
Probabilidades de incapacidad por riesgo de trabajo de más de 65 años

Edad	IP<=50	IP=>51 y <=99	IP = 100
65	0.003374120	0.000270378	0.000049717
66	0.003347783	0.000274949	0.000050024
67	0.003305877	0.000279605	0.000050329
68	0.003249397	0.000284304	0.000050626
69	0.003179550	0.000288995	0.000050905
70	0.003097716	0.000293622	0.000051157
71	0.003005397	0.000298127	0.000051372
72	0.002904175	0.000302452	0.000051541
73	0.002795667	0.000306540	0.000051656
74	0.002681482	0.000310343	0.000051709
75	0.002563182	0.000313816	0.000051696
76	0.002442256	0.000316929	0.000051612
77	0.002320087	0.000319657	0.000051457
78	0.002197936	0.000321989	0.000051231
79	0.002076929	0.000323924	0.000050935
80	0.001958044	0.000325474	0.000050575
81	0.001842115	0.000326657	0.000050154
82	0.001729828	0.000327503	0.000049680
83	0.001621728	0.000328050	0.000049159
84	0.001518232	0.000328341	0.000048601
85	0.001419631	0.000328425	0.000048013
86	0.001326112	0.000328354	0.000047405
87	0.001237762	0.000328183	0.000046784
88	0.001154587	0.000327968	0.000046160
89	0.001076522	0.000327764	0.000045540

2.3.1.3 Probabilidad asociada a la invalidez

Existe invalidez cuando el Trabajador activo haya quedado imposibilitado para procurarse, mediante un trabajo igual, una remuneración superior al cincuenta por ciento de su remuneración habitual, percibida durante el último año de trabajo, y que esa imposibilidad derive de una enfermedad o accidente no profesional. La declaración de invalidez deberá ser realizada por el Instituto

Sea

* q_x^{in} = Probabilidad dependiente anual de entrar en invalidez

* q_x^{fin} = Probabilidad dependiente anual de fallecimiento por invalidez

* q_x^{rin} = Probabilidad dependiente anual de salir de la incapacidad y regresar a la actividad.

Por lo que:

$s_x^{in} = *q_x^{in} + *q_x^{rin}$ Es la probabilidad anual de eliminación para los inválidos, y
 $p_x^{in} = 1 - s_x^{in}$ Es la probabilidad de que un incapacitado permanezca como incapacitado después de haber transcurrido un año.

Cuadro 2.11
Probabilidades de invalidez

Edad	Invalidez	Edad	Invalidez	Edad	Invalidez
15	0.0000000000	40	0.0010412568	65	0.0040959966
16	0.0000000000	41	0.0011644611	66	0.0044923952
17	0.0000000000	42	0.0013050112	67	0.0049636861
18	0.0000789852	43	0.0014661544	68	0.0054993624
19	0.0000931291	44	0.0016520635	69	0.0060965116
20	0.0001088501	45	0.0018673304	70	0.0067232011
21	0.0001261648	46	0.0021173820	71	0.0073489975
22	0.0001445487	47	0.0024086857	72	0.0079544419
23	0.0001639350	48	0.0027469003	73	0.0084883146
24	0.0001846040	49	0.0031379134	74	0.0089513093
25	0.0002068367	50	0.0035845060	75	0.0092852928
26	0.0002309280	51	0.0040862186	76	0.0094761952
27	0.0002574506	52	0.0046351575	77	0.0094822047
28	0.0002867310	53	0.0052093768	78	0.0093654527
29	0.0003192089	54	0.0057779025	79	0.0090840241
30	0.0003552284	55	0.0062809608	80	0.0086140767
31	0.0003952933	56	0.0066786597	81	0.0081043440
32	0.0004398440	57	0.0071157059	82	0.0075026432
33	0.0004894131	58	0.0071489082	83	0.0067842681
34	0.0005445936	59	0.0060726038	84	0.0061451584
35	0.0006060323	60	0.0033484634	85	0.0054721118
36	0.0006745082	61	0.0033037110	86	0.0048965260
37	0.0007509595	62	0.0033676418	87	0.0043955352
38	0.0008365549	63	0.0035289917	88	0.0038857833
39	0.0009327355	64	0.0037772291	89	0.0035945532

2.3.1.4 Probabilidad asociada a la cesantía y vejez

Se considera que un trabajador llega a la vejez, cuando éste, haya cumplido sesenta y cinco años de edad y además tenga reconocidas al menos mil doscientas cincuenta cotizaciones semanales en el caso del IMSS o veinticinco años de cotización para el caso del ISSSTE².

La entrada en vejez, da derecho al asegurado a una pensión.

Sea

* q_x^v = Probabilidad dependiente anual de entrar en vejez

* q_x^{fv} Probabilidad dependiente anual de fallecimiento del pensionado por vejez

Por lo que:

$s_x^v = *q_x^v + *q_x^{fv}$ Es la probabilidad anual de eliminación para los asegurados con derecho a pensión por vejez

$p_x^v = 1 - s_x^v$ Es la probabilidad de que un incapacitado permanezca como pensionado por vejez después de haber transcurrido un año.

² LSS Art.162, LISSSTE Art. 89

Cuadro 2.12
Probabilidades de cesantía y vejez

Edad	Invalidez	Edad	Invalidez	Edad	Invalidez
15	0.000000000	40	0.000000000	65	0.461538462
16	0.000000000	41	0.000000000	66	0.250052181
17	0.000000000	42	0.000000000	67	0.240253591
18	0.000000000	43	0.000000000	68	0.232913652
19	0.000000000	44	0.000000000	69	0.227560937
20	0.000000000	45	0.000000000	70	0.224005733
21	0.000000000	46	0.000000000	71	0.221973897
22	0.000000000	47	0.000000000	72	0.221085894
23	0.000000000	48	0.000000000	73	0.221002657
24	0.000000000	49	0.000000000	74	0.221333232
25	0.000000000	50	0.000000000	75	0.222066524
26	0.000000000	51	0.000000000	76	0.222903066
27	0.000000000	52	0.000000000	77	0.223541452
28	0.000000000	53	0.000000000	78	0.223404452
29	0.000000000	54	0.000000000	79	0.222811659
30	0.000000000	55	0.000000000	80	0.221302572
31	0.000000000	56	0.000000000	81	0.218072349
32	0.000000000	57	0.000000000	82	0.213750242
33	0.000000000	58	0.000000000	83	0.207727715
34	0.000000000	59	0.000000000	84	0.199606282
35	0.000000000	60	0.951071572	85	0.190214353
36	0.000000000	61	0.243524511	86	0.178720482
37	0.000000000	62	0.209664437	87	0.165554943
38	0.000000000	63	0.184407547	88	0.151030838
39	0.000000000	64	0.166198264	89	0.134905745

Capítulo 3.

Árboles de decisión para pensiones de la seguridad social

3.1 Introducción

A lo largo del tiempo atravesamos por situaciones que representan un problema o una necesidad y es preciso resolverlas mediante el análisis de alternativas. Dependiendo de los resultados obtenidos se elegirá la mejor opción y, si es necesario, se tomará otra decisión con base en lo elegido, repitiendo el proceso hasta lograr solucionar lo que en un principio nos impedía avanzar.

En ocasiones resulta necesario implementar herramientas o técnicas que nos permitan un mejor entendimiento del problema al que nos enfrentamos; en este caso, dada la cantidad de información que maneja el Instituto, sería de gran utilidad trabajar con un modelo que sintetice los aspectos más importantes en la toma de ediciones de un trabajador respecto a su régimen de pensión.

Los árboles de decisión son una herramienta que facilitan la visualización y fácil entendimiento del proceso y que, fundamentados en la teoría de la decisión, ayudan a realizar un análisis de los datos para así tomar la mejor alternativa. En este capítulo se presenta el uso y características de los árboles de decisión, así como su implementación para el proceso de la elección de régimen de un pensionado.

3.2 Concepto y aplicación

Los arboles de decisión son modelos utilizados en diferentes campos como una herramienta de predicción, son utilizados en la minería de datos, la economía, estudios de colocación de mercado e incluso en áreas como la psicología, por ejemplo, si un empresa está pensando en sacar un nuevo producto al mercado, el árbol de decisión puede mostrar los escenarios posibles para dicho producto y así la empresa puede decidir si lanza el producto o no.

El Instituto Mexicano del Seguro Social utiliza los arboles de decisión en las valuaciones que realiza anualmente de los seguros de invalidez y vida; y riesgos de trabajo. La función de estos árboles es determinar cuántas de las pensiones serán otorgadas bajo el régimen actual (LSS 1997) y cuantas bajo el régimen anterior (LSS 1973).

3.2.1 Árboles de decisión

Un árbol de decisión es un mapa de los posibles resultados de una serie de decisiones relacionadas. Permite que un individuo o una organización comparen posibles acciones entre sí según sus costos, probabilidades y beneficios. Se pueden usar para dirigir un intercambio de ideas informal o trazar un algoritmo que anticipe matemáticamente la mejor opción.

Los arboles de decisión comienzan con único nodo y de este se van desprendiendo diferentes alternativas entre las cuales se debe seleccionar la mejor opción para el problema que se esté trabajando. Hay tres tipos diferentes de nodos: nodos de probabilidad, nodos de decisión y nodos terminales.

Dentro de la teoría de los árboles de decisión se encuentra el llamado “aprendizaje basado en arboles de decisión”, este consiste en utilizar un árbol de decisión como un modelo predictivo que mapea observaciones sobre un artículo a conclusiones sobre el valor objetivo del artículo. Es uno de los enfoques de modelado predictivo utilizadas en estadísticas, minería de datos y aprendizaje automático.

Los modelos de árbol, donde la variable de destino puede tomar un conjunto finito de valores se denominan árboles de clasificación. En estas estructuras de árbol, las hojas representan etiquetas de clase y las ramas representan las conjunciones de características que conducen a esas etiquetas de clase. Los árboles de decisión, donde la variable de destino puede tomar valores continuos (por lo general números reales) se llaman árboles de regresión.

Algunas de las ventajas de los árboles de decisión son las siguientes:

- Los árboles de decisión son construcciones muy "naturales", en particular cuando la explicación
- Las variables tory son categóricas (y aún mejor, cuando son binarias).
- Los árboles son muy fáciles de explicar a los no estadísticos.
- Los modelos son invariables bajo transformaciones en el espacio predictor.
- La respuesta de múltiples factores se maneja fácilmente.
- El tratamiento de los valores perdidos es más satisfactorio que para la mayoría de los demás modelo
- Los modelos persiguen interacciones de inmediato, en lugar de una idea de último momento.

Por otro dalo, las desventajas que pueden presentar los arboles de decisión son:

- El espacio del árbol es enorme, por lo que es posible que necesitemos muchos datos.
- Es posible que no podamos encontrar el "mejor" modelo en absoluto.
- Puede ser difícil evaluar la incertidumbre en la inferencia sobre los árboles.
- Los resultados pueden ser bastante variables (la selección del árbol no es muy estable).

3.2.2 Árboles de regresión

Los arboles de regresión son un tipo de árboles de decisión cuya variable final (la que se desea predecir) toma valores continuos, por ejemplo, el costo de una casa. Los árboles de regresión pertenecen a una metodología llamada CART.

El algoritmo conocido como particionamiento recursivo es el proceso paso a paso para construir un árbol de decisión y es la clave para el método estadístico no paramétrico CART. Sea Y una variable respuesta y sean p variables predictoras x_1, x_2, \dots, x_p , donde las x son tomadas fijas y Y es una variable aleatoria. El problema estadístico es establecer una relación entre Y y las x de tal forma que sea posible predecir Y basado en los valores de las x . Matemáticamente, se quiere estimar la probabilidad condicional de la variable aleatoria Y ,

$$P[Y = y|x_1, x_2, \dots, x_p]$$

Cuando la variable Y es discreta, o un funcional de su probabilidad tal como la esperanza condicional

$$E[Y|x_1, x_2, \dots, x_p]$$

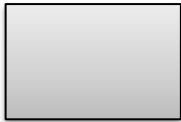
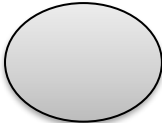

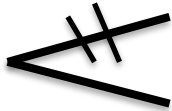
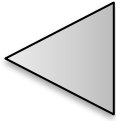
Cuando la variable Y es continua.

De otra forma, se busca dividir el espacio de variables x en conjuntos disjuntos. Existen muchas maneras de hacerlo, por ejemplo, la regresión lineal, sin embargo la regresión lineal presenta algunas desventajas como la restricción de la división en ciertos planos. Los árboles son una forma completamente diferente de partición. Todo lo que necesitamos es lograr una partición mediante particiones binarias sucesivas basadas en los diferentes predictores. Una vez que tenemos una partición como esta, basamos nuestra predicción en el promedio de las Y en cada partición. Podemos usar esto para la clasificación y regresión.

3.3 Elementos

Tanto los árboles de decisión están compuestos por dos elementos básicos, los nodos y las ramificaciones o divisiones que se dependen de cada nodo. Dentro de los nodos se pueden clasificar tres tipos diferentes de nodos, el nodo raíz o inicial, los nodos de probabilidad y los nodos terminales.

Figura 3.1
Clasificación de nodos de probabilidad

Figura	Nombre	Descripción
	Nodo raíz o inicial	Contiene todas las variables de predicción
	Nodo de probabilidad	Indica la probabilidad de que ocurra cierto evento
	Ramificaciones	Indica las posibles alternativas a seguir
	Alternativa rechazada	Indica la alternativa que no ha sido seleccionada
	Nodo terminal o final	Indica un resultado definitivo

Fuente: elaboración propia

3.3.1 Diagramas de flujo

Un diagrama de flujo es un esquema que permite mapear un proceso o algoritmo, a través una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten su revisión como un todo. Los diagramas de flujo emplea el uso de figuras geométricas para representar cada paso puntual del proceso que se está evaluando, estas figuras se conectan entre sí a través de flechas y líneas que indican la dirección del flujo y establecen el recorrido del proceso.






Los diagramas de flujo son un mecanismo de control y descripción de procesos, que permiten una mayor organización, evaluación o replanteamiento de secuencias de actividades y procesos de distinta índole, dado que son versátiles y sencillos. Son empleados a menudo en disciplinas como la programación, la informática, la economía, las finanzas, los procesos industriales e incluso la psicología cognitiva.

Se pueden agrupar cuatro diferentes tipos de diagramas de flujo.

- Formato vertical: en él, el flujo y la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.
- Formato horizontal: en él, el flujo o la secuencia de las operaciones, va de izquierda a derecha.
- Formato panorámico: el proceso entero está representado en una sola carta y puede apreciarse de una sola mirada mucho más rápido que leyendo el texto, lo que facilita su comprensión, aun para personas no familiarizadas. Registra no solo en línea vertical, sino también horizontal, distintas acciones simultáneas y la participación de más de un puesto o departamento que el formato vertical no registra.
- Formato arquitectónico: describe el itinerario de ruta de una forma o persona sobre el plano arquitectónico del área de trabajo. El primero de los flujogramas es eminentemente descriptivo, mientras que los utilizados son fundamentalmente representativos.

Si bien se pueden utilizar las formas que uno designa a cierta actividad dentro del proceso, existen figuras que son utilizadas de manera regular para indicar un paso dentro del mismo, algunas de las formas más utilizadas en los diagramas de flujos son los siguientes:

Figura 3.2
Descripción de los símbolos para diagramas de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

3.4 Construcción del árbol de decisión.

Para esta tesis la construcción de los árboles de decisión se realiza considerando la forma en que están distribuidos los asegurados según su edad y sexo, de esta manera se obtiene una probabilidad ponderada, con la cual se puede realizar la estimación de las pensiones. La población con la que se realizarán los cálculos es la correspondiente al año 2008

Para el Seguro de Invalidez y Vida se toma la población de hombres asegurados bajo la LSS de 1973 desde edad 15 hasta edad 89, se multiplica el número de total de asegurados de cada edad por la probabilidad correspondiente de que le suceda alguno de los decrementos, por ejemplo, muerte por enfermedad general, posteriormente se suman las multiplicaciones anteriores y se divide entre el total de asegurados afiliados al SIV, de esta manera se obtiene la probabilidad ponderada de muerte por enfermedad general. Para la obtención de la probabilidad del resto de decrementos se realiza el mismo procedimiento tomando la probabilidad correspondiente.

Este procedimiento es realizado nuevamente pero ahora con la población de mujeres aseguradas bajo la LSS de 1973 desde edad 15 hasta edad 89 y se realiza el cálculo de la probabilidad ponderada para cada uno de los decrementos. Posteriormente se realiza el cálculo de las probabilidades ponderadas y la construcción del árbol de decisión para el total de la población afiliada al SIV bajo la LSS de 1973.

Finalmente se repite el procedimiento para la población total, es decir, la suma de hombres y mujeres asegurados para cada edad. Se realiza la distribución de pensiones derivadas, para esto se utiliza una probabilidad ponderada la cual se obtiene siguiendo el procedimiento anterior, se multiplica la población por la probabilidad de muerte por enfermedad general y por la probabilidad de generar viuda, huérfano o ascendente.

Para el Seguro de Riesgos de Trabajo se toma la población de hombres asegurados bajo la LSS de 1973 desde edad 15 hasta edad 89, se multiplica el número de total de asegurados de cada edad por la probabilidad correspondiente de que le suceda alguno de los decrementos, por ejemplo, muerte por enfermedad general, posteriormente se suman las multiplicaciones anteriores y se divide entre el total de asegurados afiliados al SRT, de esta manera se obtiene la probabilidad ponderada de muerte por enfermedad general. Para la obtención de la probabilidad del resto de decrementos se realiza el mismo procedimiento tomando la probabilidad correspondiente.

Este procedimiento es realizado nuevamente pero ahora con la población de mujeres aseguradas bajo la LSS de 1973 desde edad 15 hasta edad 89 y se realiza el cálculo de la probabilidad ponderada para cada uno de los decrementos. Posteriormente se realiza el cálculo de las probabilidades ponderadas y la construcción del árbol de decisión para el total de la población afiliada al SRT bajo la LSS de 1973.

Finalmente se repite el procedimiento para la población total, es decir, la suma de hombres y mujeres asegurados para cada edad. Se realiza la distribución de pensiones derivadas, para esto se utiliza una probabilidad ponderada la cual se obtiene siguiendo el procedimiento anterior, se multiplica la población por la probabilidad de muerte por riesgo de trabajo y por la probabilidad de generar viuda, huérfano o ascendente.

3.4.1 Criterios de selección

Los criterios para la construcción de árboles de decisión a largo plazo deberán considerar la distribución de las pensiones de acuerdo a su carácter definitivo o temporal, así como al régimen bajo el cual serán otorgadas las pensiones, que para el caso de esta tesis únicamente será bajo el régimen de 1973.

Para el seguro de SIV Y SRT el árbol toma como base los datos observados en el periodo 2011-2018 de las pensiones iniciales de invalidez e incapacidad, así como de las pensiones derivadas de la muerte de asegurados a causa de enfermedad no laboral. Este muestra de manera esquemática el otorgamiento de las pensiones iniciales bajo cada uno de los regímenes legales, es decir, indica para ese período la elección de régimen de los asegurados con fecha de ingreso al Instituto hasta el 30 de Junio de 1997 (asegurados en transición).

Estos son un elemento muy importante, ya que plasman la forma como se estima que se distribuirán las pensiones de acuerdo a su carácter definitivo o temporal, así como al régimen bajo el cual serán otorgadas las pensiones.

Para el seguro de SIV Y SRT el árbol toma como base los datos observados en el periodo 2011-2018 de las pensiones iniciales de invalidez e incapacidad, así como de las pensiones derivadas de la muerte de asegurados a causa de enfermedad no laboral.

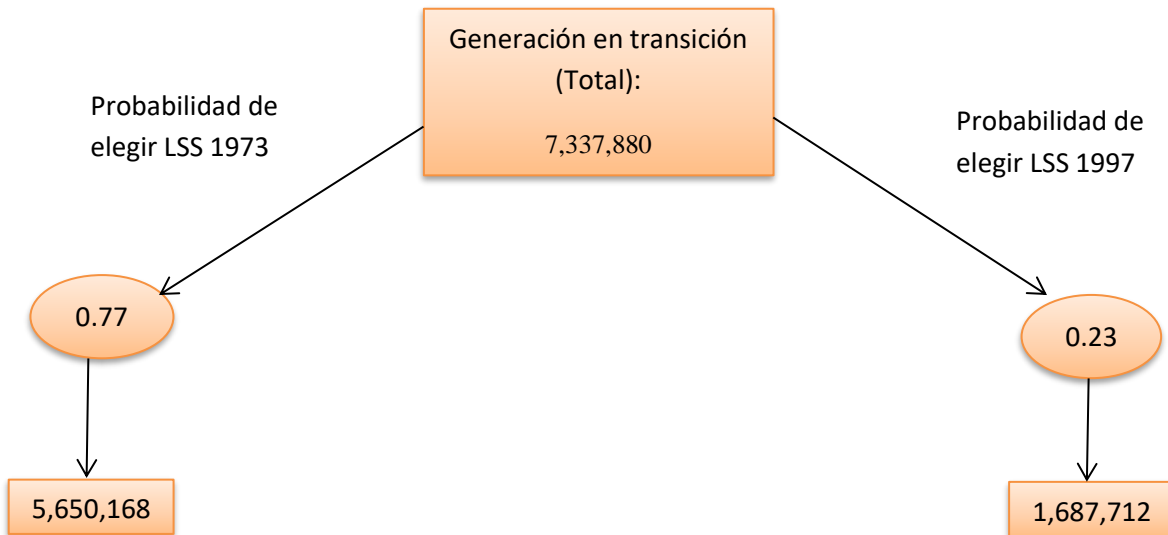
El árbol muestra de manera esquemática el otorgamiento de las pensiones iniciales bajo cada uno de los regímenes legales, es decir, indica para ese periodo la elección de régimen de los asegurados con fecha de ingreso al Instituto hasta el 30 de Junio de 1997 (asegurados en transición); para el caso de las pensiones que se otorgan bajo la LSS de 1997, el diagrama muestra el número de pensiones con carácter definitivo de invalidez y las pensiones temporales. Para estas últimas también se puede observar el cambio de carácter de las pensiones iniciales, de temporal a definitivo, así como el régimen legal bajo el que se hacen definitivas estas pensiones cuando corresponden a asegurados en transición.

Cuadro 3.1
Criterios para la construcción de árboles de decisión

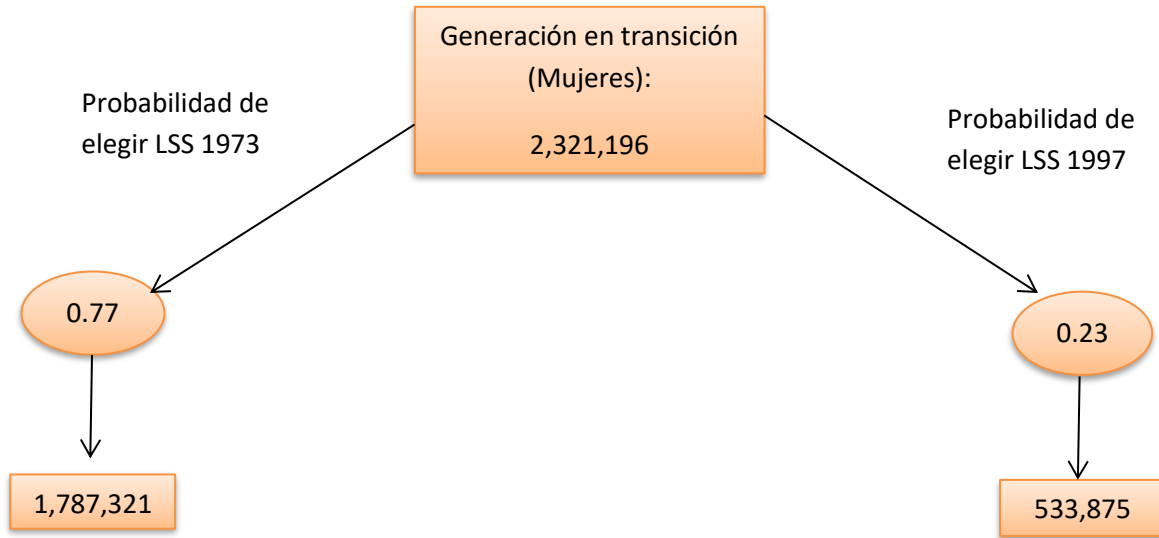
Seguro de Invalidez y Vida			Seguro de Riesgos de Trabajo		
Año	Pensiones		Año	Pensiones	
	Definitivas	Muerte		Definitivas	Muerte
2011	33%	66%	2011	25%	60%
2012	31%	65%	2012	26%	58%
2013	30%	63%	2013	28%	56%
2014	29%	61%	2014	29%	53%
2015	28%	60%	2015	30%	51%
2016	26%	58%	2016	31%	49%
2017	25%	57%	2017	33%	47%
2018	24%	55%	2018	34%	45%
2019	22%	53%	2019	35%	43%
2020	21%	52%	2020	36%	41%
2021	20%	50%	2021	37%	38%
2022	19%	48%	2022	39%	36%
2023	17%	47%	2023	40%	34%
2024	16%	45%	2024	41%	32%
2025	16%	45%	2025	41%	32%
2026-2110	16%	45%	2026-2110	41%	32%

3.4.1.1 Árbol de decisión para la elección del régimen

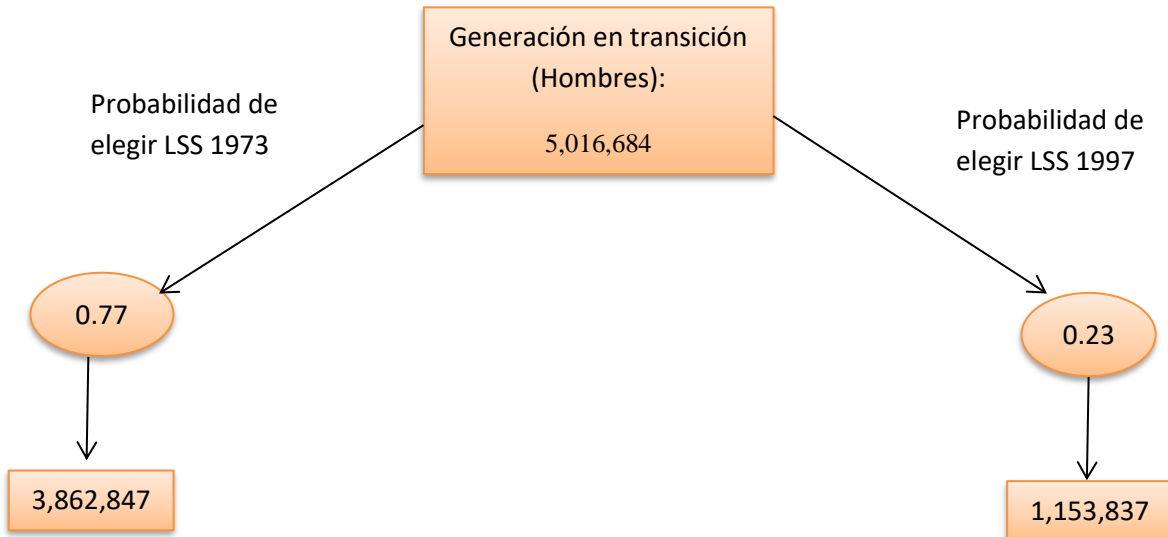
Seguro de Invalidez y Vida (población total)



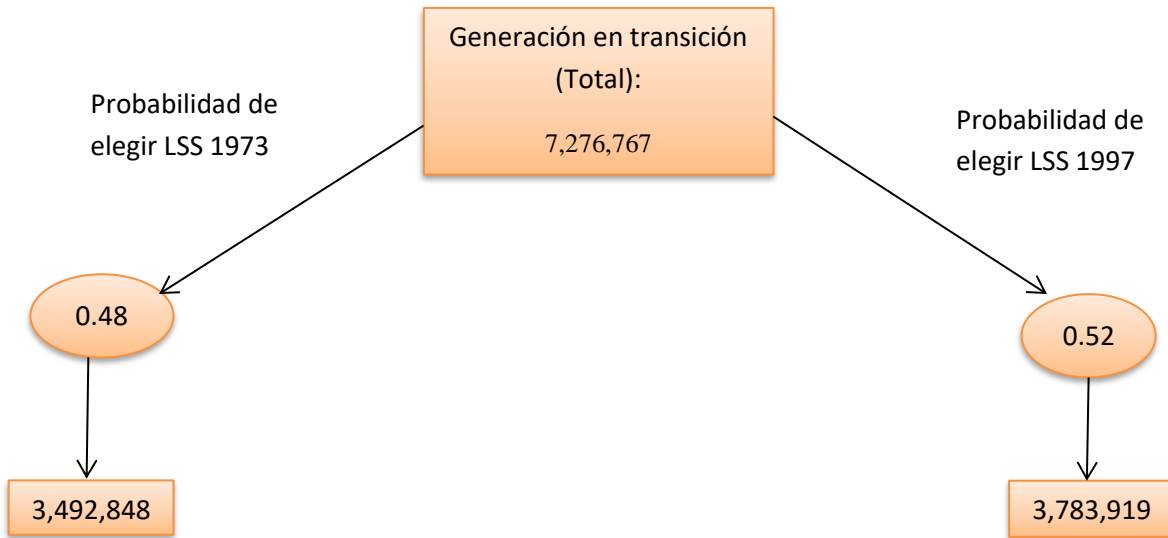
Seguro de Invalidez y Vida (mujeres)



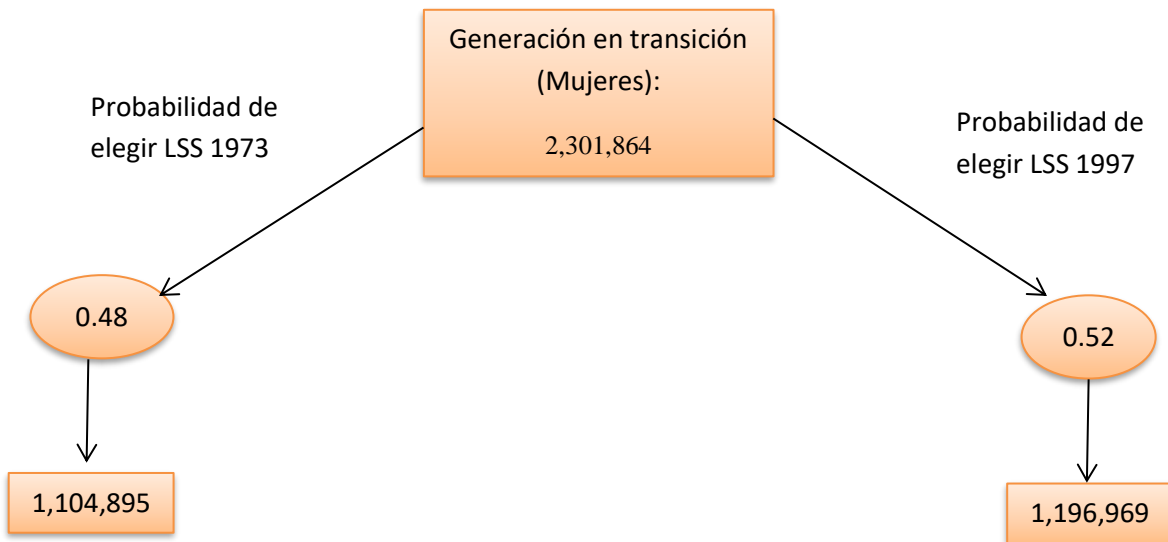
Seguro de Invalidez y Vida (hombres)



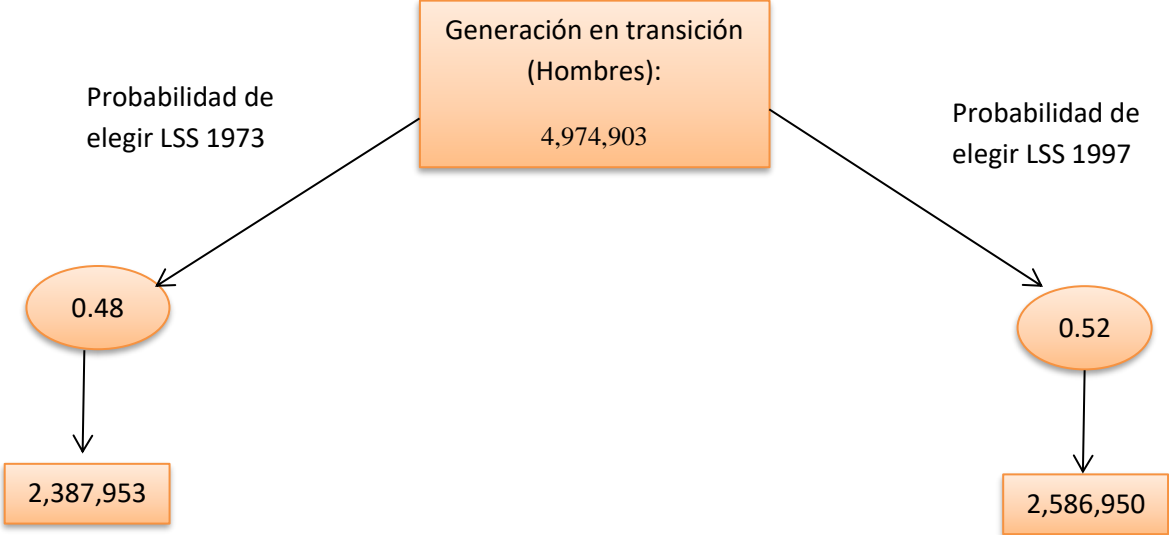
Seguro de Riesgos de Trabajo (población total)



Seguro de Riesgos de Trabajo (mujeres)

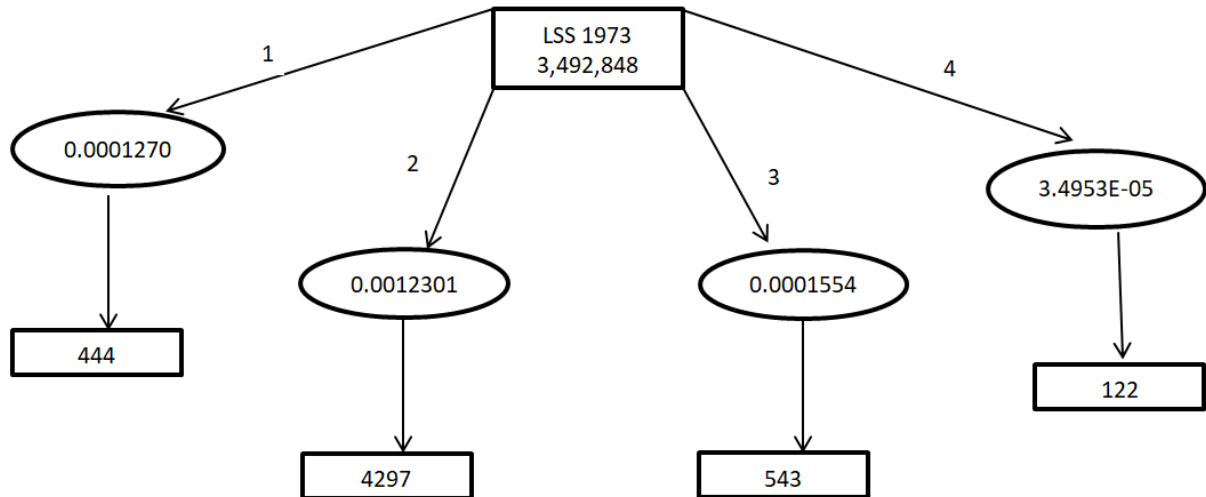


Seguro de Riesgos de Trabajo (Hombres)

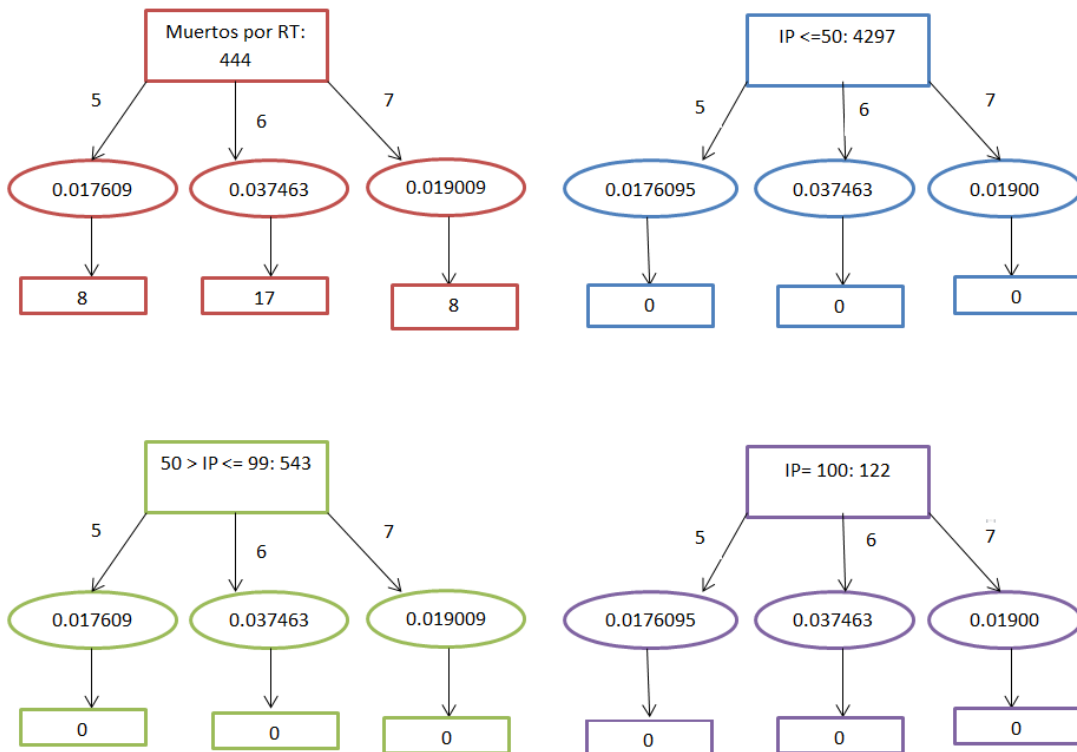


3.4.1.2 Árbol de decisión para estimar pensionados por riesgos de trabajo

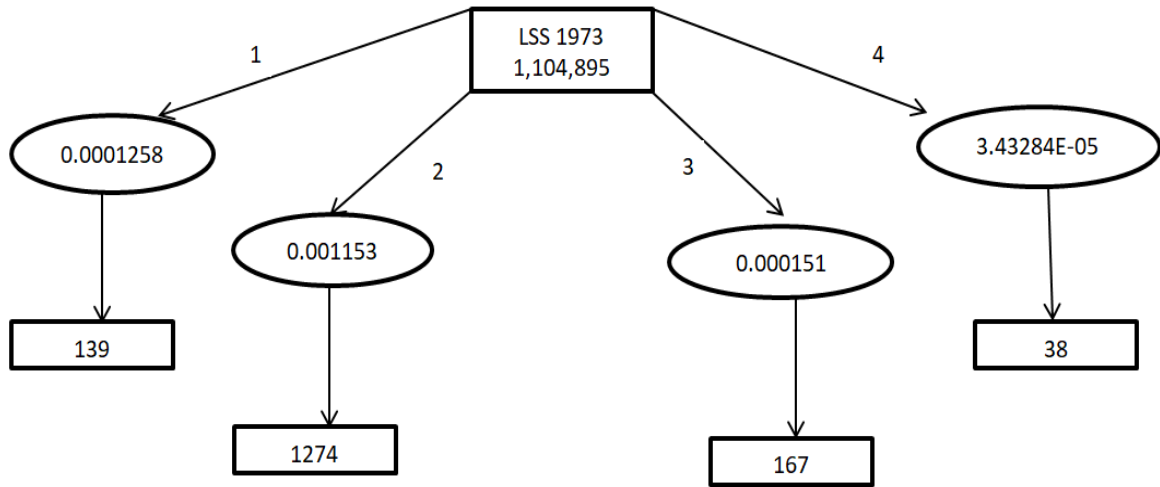
Población total bajo el régimen de 1973



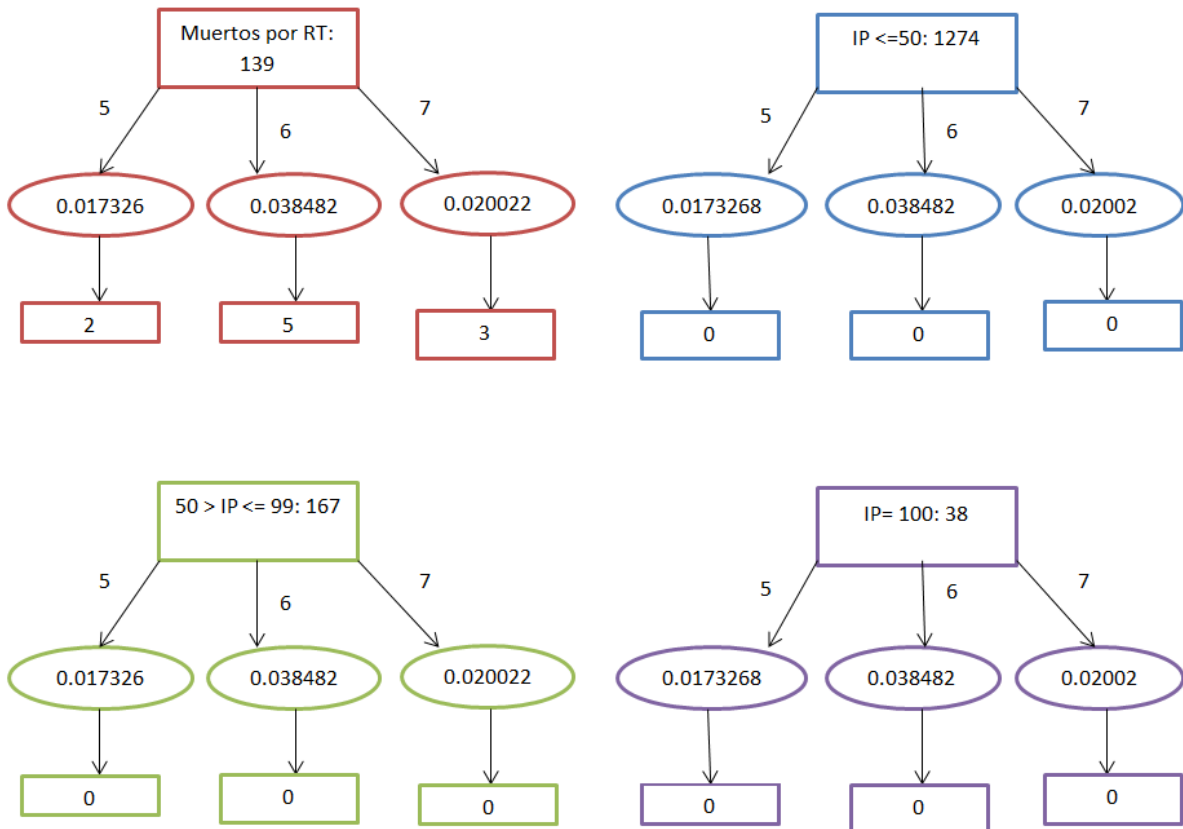
Distribución de viudas, huérfanos y ascendentes



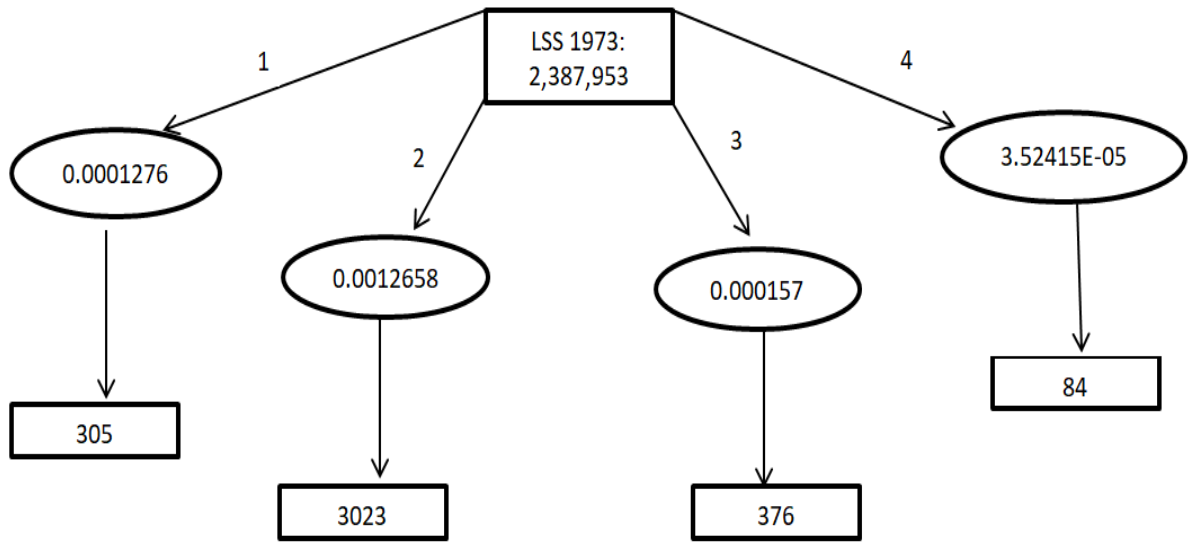
Población de mujeres bajo el régimen 1973



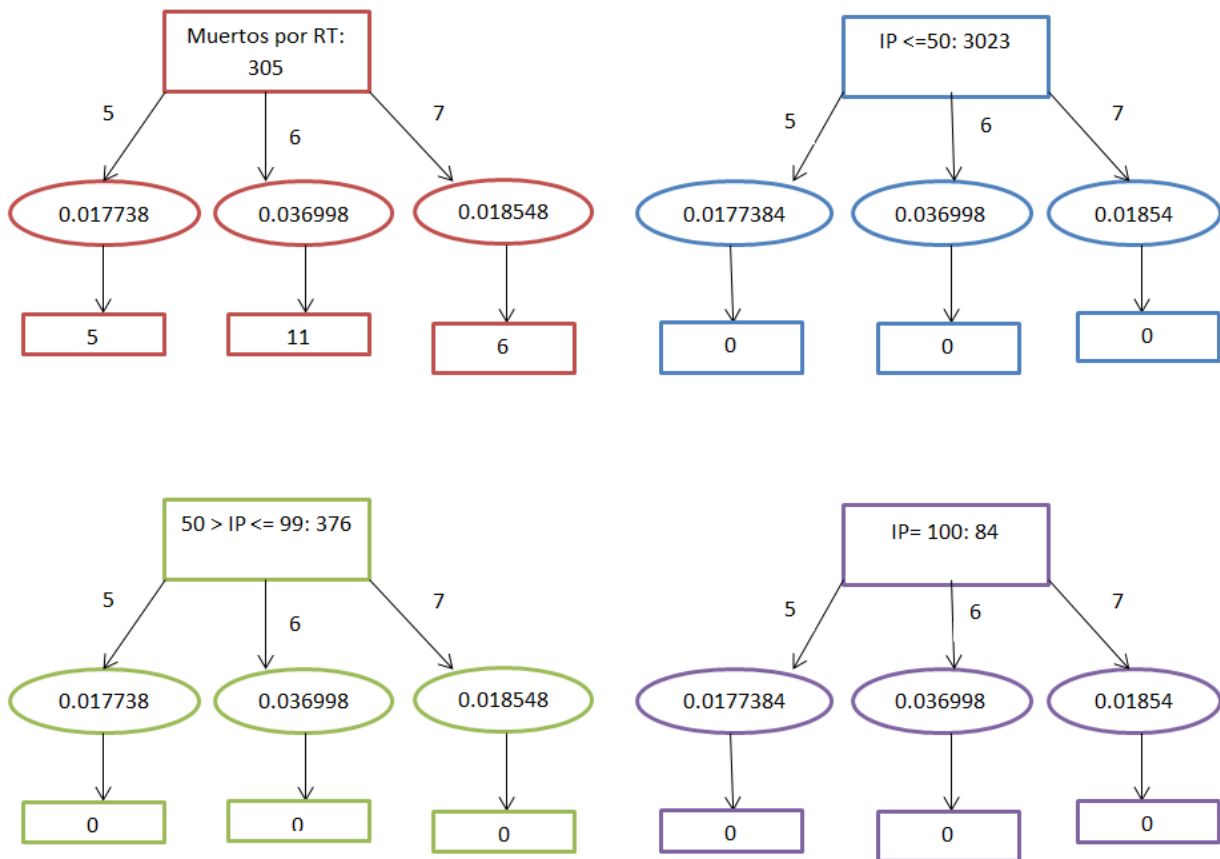
Distribución de viudas, huérfanos y ascendentes



Población de hombres bajo el régimen de 1973



Distribución de viudas, huérfanos y ascendentes

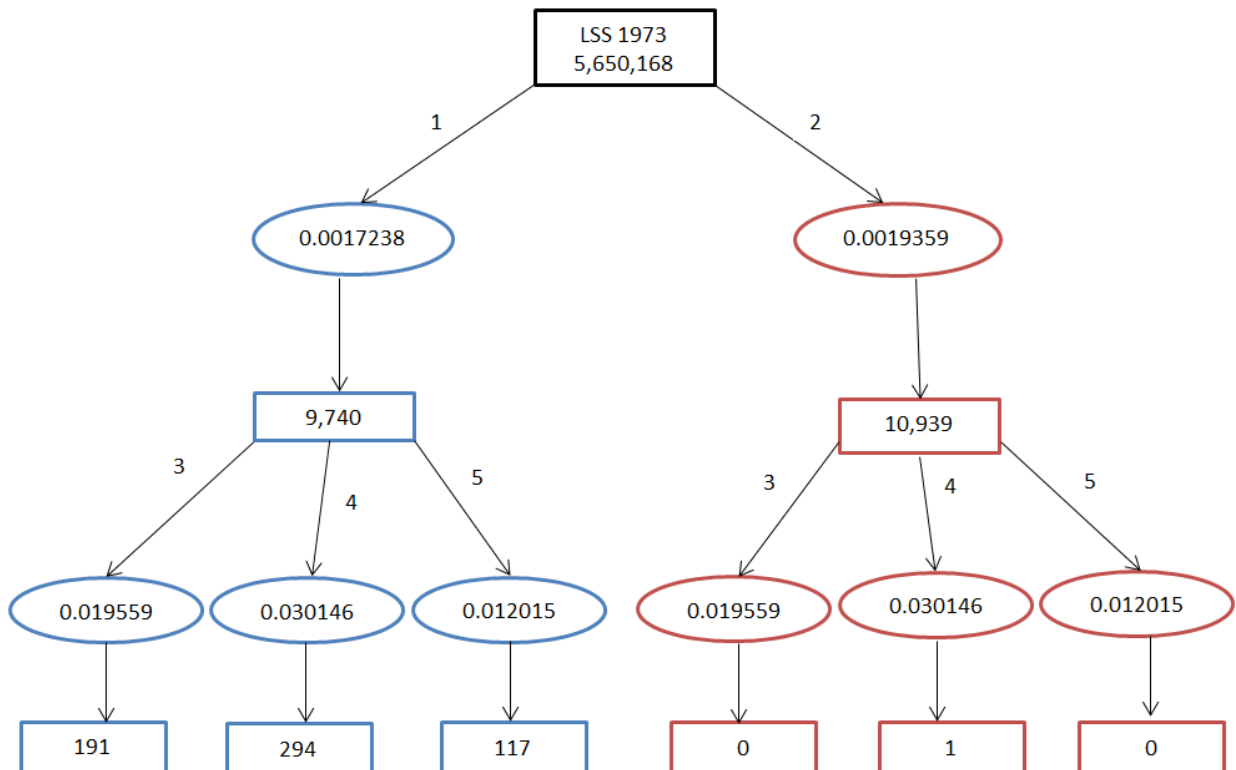


Donde para los casos de población total, mujeres y hombres correspondientes al SRT se tiene:

1. Probabilidad de muerte por RT
2. Probabilidad de IP ≤ 50
3. Probabilidad de $50 > IP \leq 99$
4. Probabilidad de IP = 10
5. Probabilidad de generar viuda
6. Probabilidad de generar huérfano
7. Probabilidad de generar ascendentes

3.4.1.3 Árbol de decisión para estimar pensionados por invalidez y vida

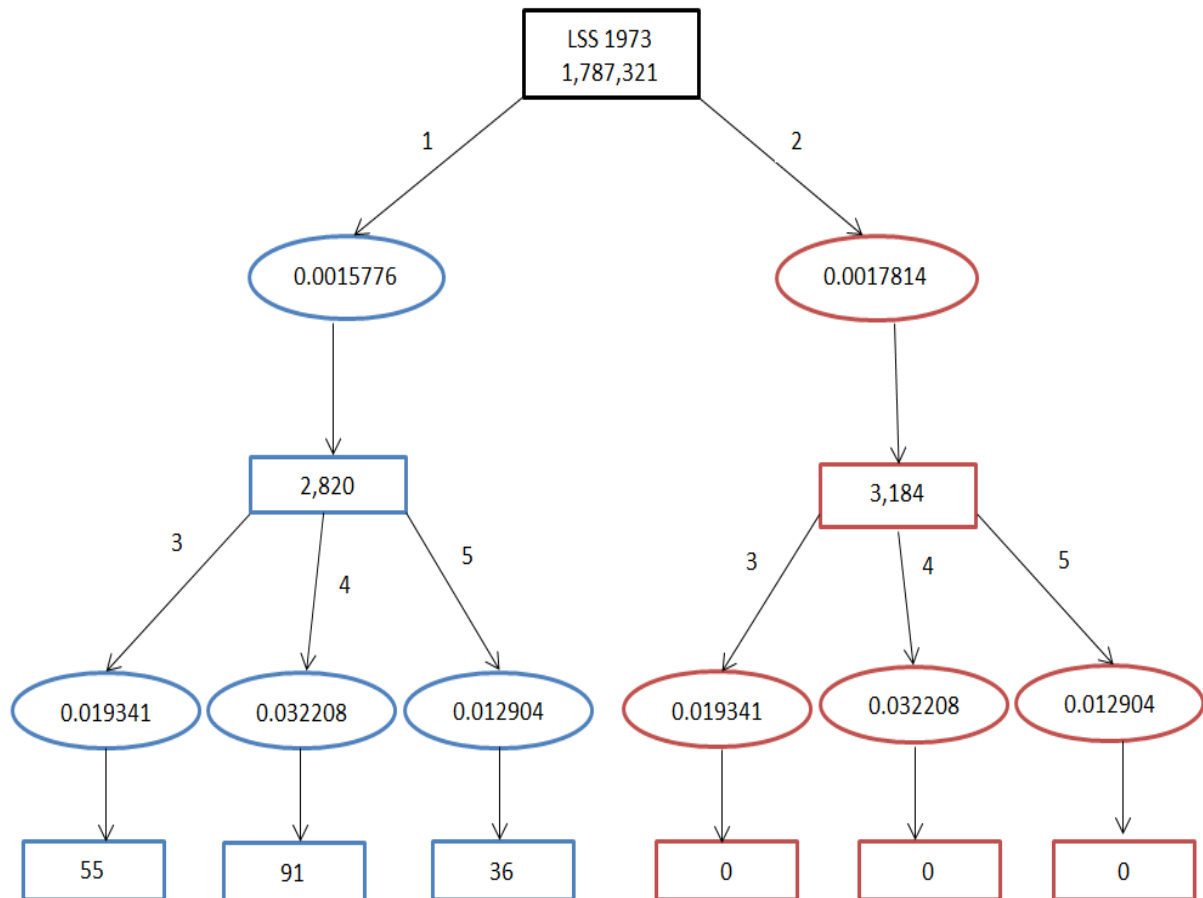
Población total bajo el régimen de 1973



1. Probabilidad de muerte por enfermedad general
2. Probabilidad invalidez
3. Probabilidad de generar viuda
4. Probabilidad de generar huérfano

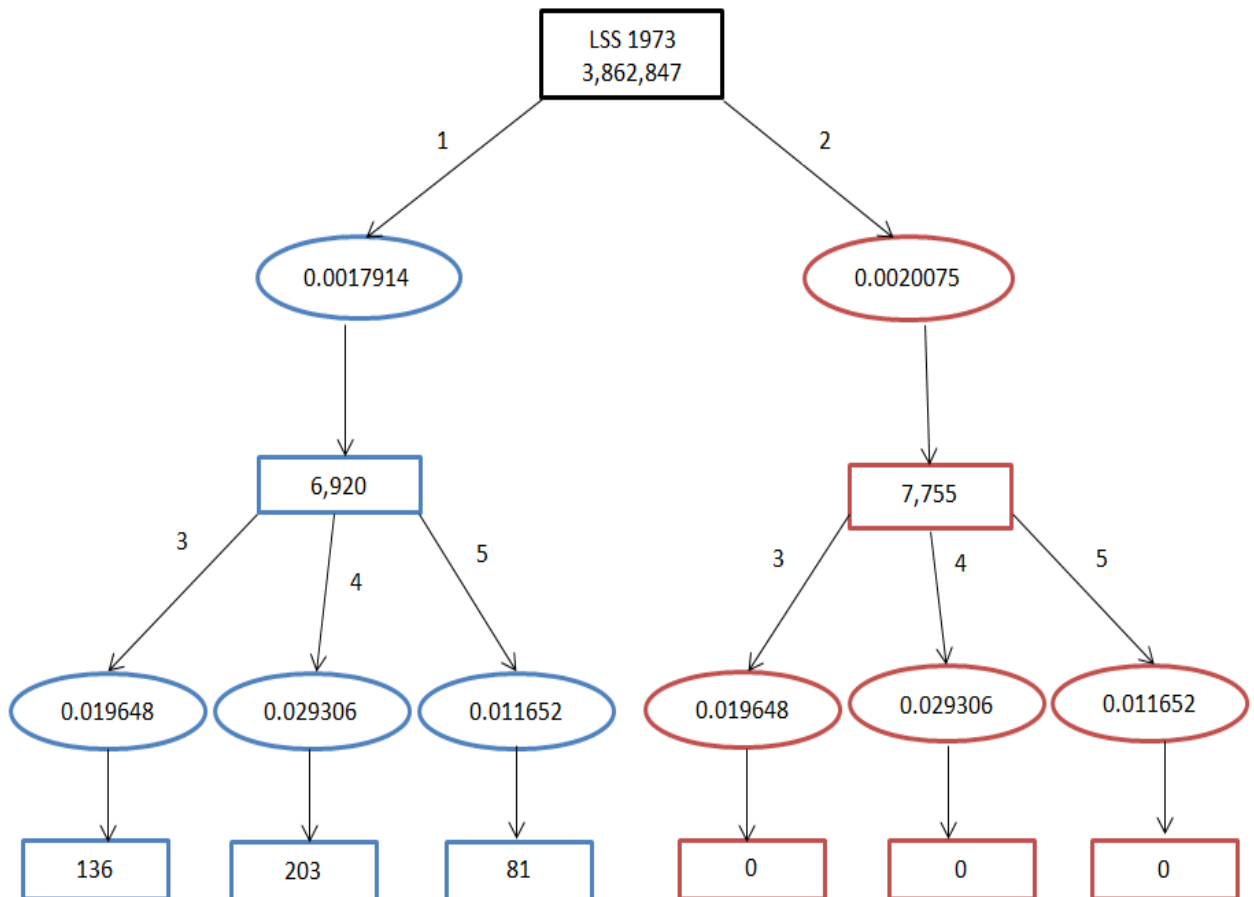
5. Probabilidad de generar ascendentes

Población de mujeres bajo el régimen 1973



1. Probabilidad de muerte por enfermedad general
2. Probabilidad invalidez
3. Probabilidad de generar viuda
4. Probabilidad de generar huérfano
5. Probabilidad de generar ascendentes

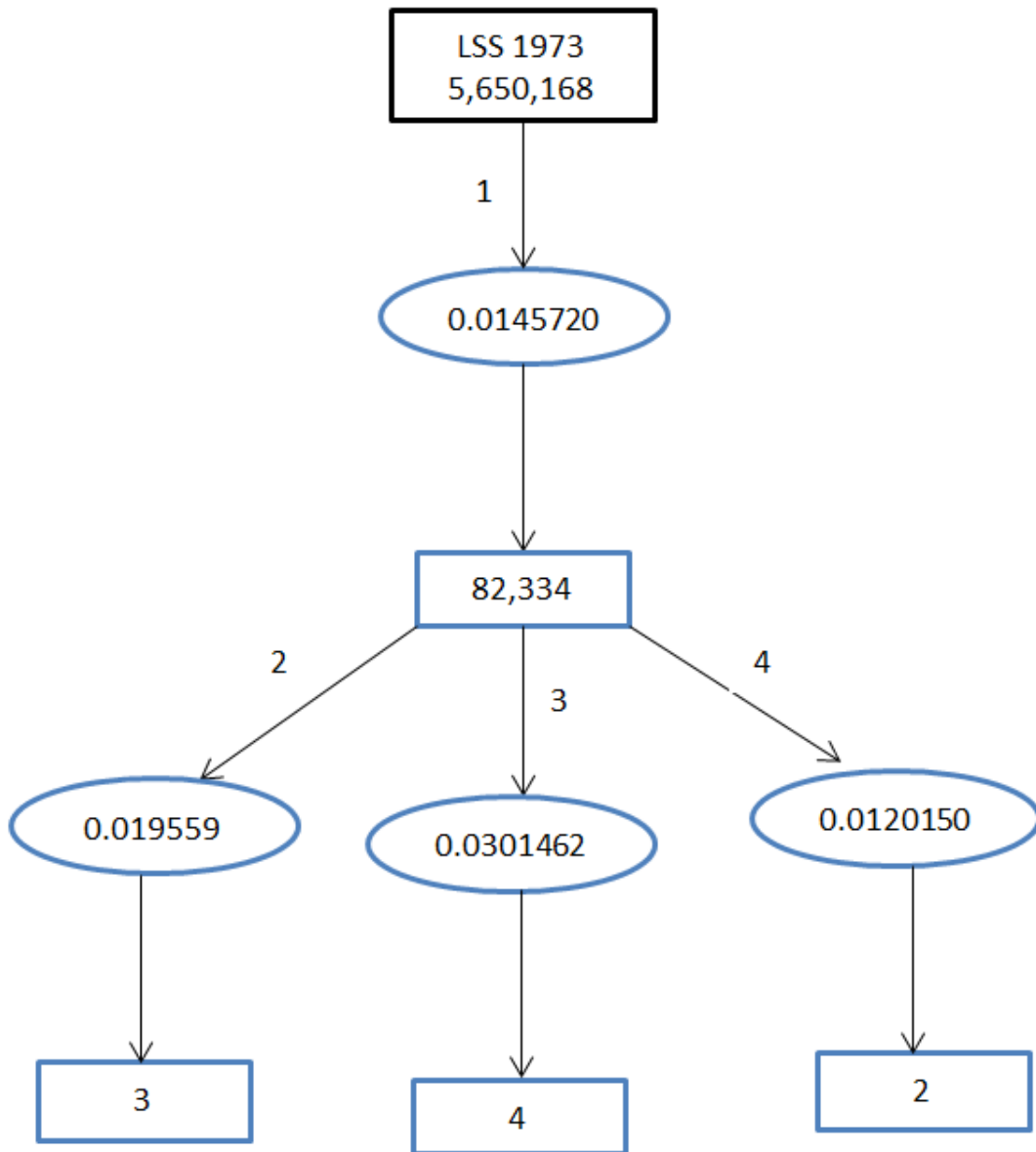
Población de hombres bajo el régimen 1973



1. Probabilidad de muerte por enfermedad general
2. Probabilidad invalidez
3. Probabilidad de generar viuda
4. Probabilidad de generar huérfano
5. Probabilidad de generar ascendentes

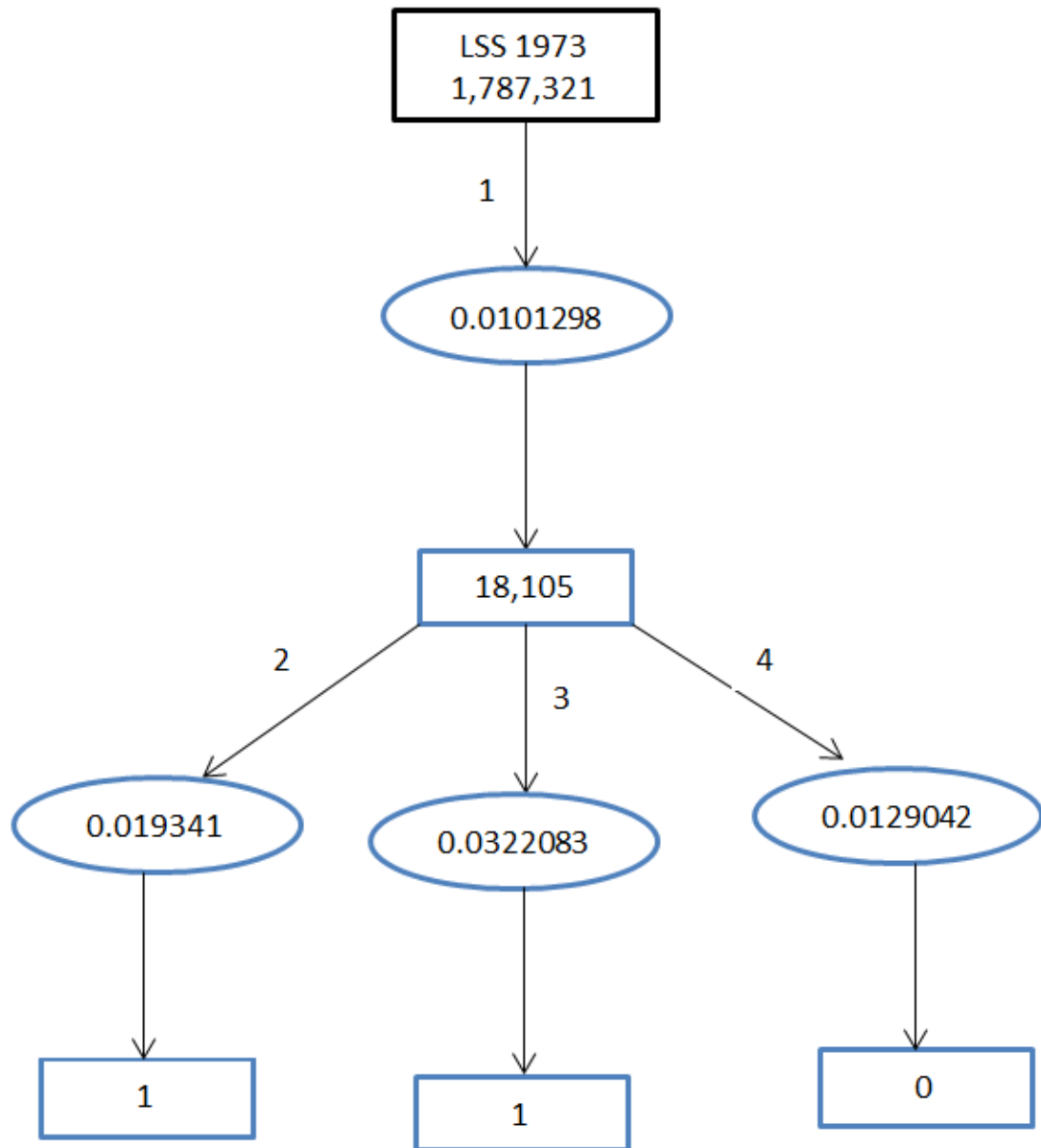
3.4.1.4 Árbol de decisión para estimar pensionados por retiro, cesantía en edad avanzada y vejez

Población total bajo el régimen de 1973



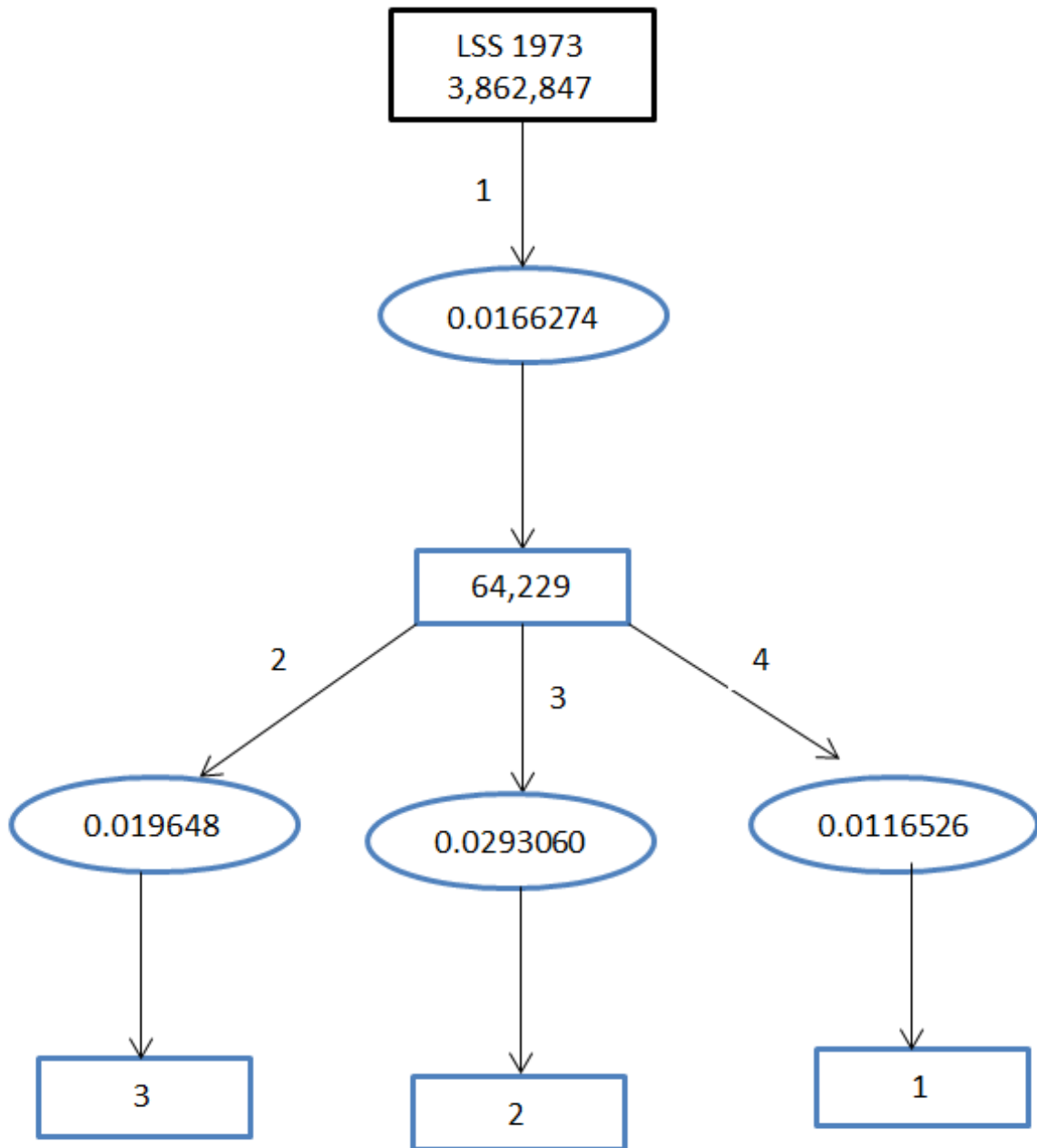
1. Probabilidad de cesantía en edad avanzada y vejez
2. Probabilidad de generar viuda
3. Probabilidad de generar huérfano
4. Probabilidad de generar ascendentes

Población de mujeres bajo el régimen 1973



1. Probabilidad de cesantía en edad avanzada y vejez
2. Probabilidad de generar viuda
3. Probabilidad de generar huérfano
4. Probabilidad de generar ascendentes

Población de mujeres bajo el régimen 1973



1. Probabilidad de cesantía en edad avanzada y vejez
2. Probabilidad de generar viuda
3. Probabilidad de generar huérfano
4. Probabilidad de generar ascendentes

Conclusiones

Los árboles de decisión empleados en las valuaciones que realiza el IMSS son de suma importancia para diagnosticar el estado financiero; así como la forma en que se distribuirán las pensiones correspondientes a cada seguro que administra el instituto. Es por esa razón que la metodología que propongo en esta tesis tiene como finalidad un mejor análisis de la información.

Utilizar las probabilidades ponderadas para estimar la ocurrencia de un decremento tiene como principal ventaja su sustento en las bases biométricas, es decir, su cálculo está basado en las probabilidades correspondientes a cada grupo de edad, de igual manera se fortalece al considerar el número de asegurados en cada edad, de esa manera el peso que tiene cada grupo de asegurados con relación al total se conserva en la probabilidad final.

Hay que decir que para que esta metodología presente mejores resultados es conveniente realizar una base biométrica para cada grupo que se quiera analizar, pues se tendrían presente los diferentes factores que afectan a cada población y se tendrían resultados más aproximados a la realidad.

El segundo punto importante a considerar es el análisis por sexo, dividir la población por sexo permite tener un mejor panorama de la forma en que las pensiones se distribuyen, ya sea por régimen, por la causa de la pensión e incluso, en el caso de las pensiones derivadas, permite determinar cuántas de estas pensiones son derivadas de asegurados hombres o aseguradas mujeres.

Uno de los inconvenientes en realizar una partición de la población es la significancia que tiene cada grupo, ya que al analizar a la población total se pueden tener resultados que no concuerden con el análisis de cada grupo por separado, esto debido al que el número de asegurados no sea lo suficientemente grande para tener un impacto en los resultados.

La partición por sexo presentada en esta tesis es ideal para las valuaciones actuariales del IMSS ya que presenta un panorama más completo de la distribución de las pensiones, permitiendo un mejor análisis sin presentar inconvenientes como puede ser el exceso de bases de información, ya que el IMSS presenta regularmente la información por edad, antigüedad y sexo, a pesar de esto nunca se han presentado los resultados de las valuación de esta forma.

Bibliografía

- Contreras H. F. Prácticas para el modelo dinámico de seguridad social. Reporte de actividad de apoyo a la docencia. UNAM. 2011
- Dirección de finanzas. Valuación actuarial del Seguro de Invalidez y Vida al 31 de Diciembre de 2017 del IMSS. Edición 2018.
- Dirección de finanzas. Valuación actuarial del Seguro de Riesgos de Trabajo al 31 de Diciembre de 2017 del IMSS. Edición 2018.
- <https://rafalab.github.io/pages/649/section-11.pdf>
- Ley del Seguro Social, Ciudad de México, 1995, pp. 1
- Quinlan, J. R., (1986). Induction of Decision Trees. Machine Learning 1: 81-106, Kluwer Academic Publishers
- Rokach, Lior; Maimon, O. (2008). Data mining with decision trees: theory and applications. World Scientific Pub Co Inc.

Fuentes

- https://www.ilo.org/mexico/la-oficina/WCMS_209742/lang--es/index.htm