



**GOBIERNO DE CHILE**  
SUPERINTENDENCIA DE AFP



SUPERINTENDENCIA  
VALORES Y SEGUROS

**SUPERINTENDENCIA DE ADMINISTRADORAS DE FONDOS DE PENSIONES**

**CIRCULAR N°**

**SUPERINTENDENCIA DE VALORES Y SEGUROS**

**NCG N°**

VISTOS: Lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N°3.500, de 1980 y en el artículo 20 del DFL N°251, de 1931, y las facultades que les confiere la ley, estas Superintendencias han estimado necesario reemplazar las actuales tablas de mortalidad B-85 y MI-85, hombres y mujeres.

**REF.: FIJA TABLAS DE MORTALIDAD MI-2006 Y B-2006, HOMBRES Y MUJERES, PARA PENSIONADOS POR INVALIDEZ Y BENEFICIARIOS DE PENSION DE SOBREVIVENCIA DEL D.L. N° 3.500, DE 1980, RESPECTIVAMENTE.**

1. Conforme a lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N°3.500, de 1980 y en el artículo 20 del DFL N°251, de 1931, las Superintendencias de Administradoras de Fondos de Pensiones y de Valores y Seguros, en adelante “las Superintendencias”, establecen el uso de las tablas MI-2006 (hombres y mujeres) tratándose de pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia, y B-2006 (hombres y mujeres) en el caso de beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de las actuales tablas de mortalidad MI-85 (hombres y mujeres) y B-85 (hombres y mujeres), respectivamente.
2. Las tablas señaladas, se definen con sus correspondientes tasas de mortalidad “qx” y factores de mejoramiento “AAx” asociados, en Anexo N°1. Asimismo, en Anexo N° 2 se entrega Nota Técnica que detalla los criterios técnicos de su elaboración.
3. Las tablas MI-2006 y B-2006 deberán ser utilizadas para el cálculo de los retiros programados por parte de las AFP, del aporte adicional y de las reservas técnicas por parte de aseguradoras del segundo grupo, que mantengan obligaciones por la contratación de seguros de renta vitalicias del D.L. N°3.500, de 1980.
4. La metodología específica de aplicación de las tablas y sus factores de mejoramiento, será materia de instrucciones de cada Superintendencia a sus fiscalizados.
5. La presente Norma rige por un período máximo de cinco años, a contar del 1 de enero de 2008.

---

**SOLANGE BERSTEIN JÁUREGUI**  
Superintendente de Administradoras de  
Fondos de Pensiones

---

**GUILLERMO LARRAIN RIOS**  
Superintendente de Valores y Seguros

## ANEXO N°1

## TABLAS DE MORTALIDAD

Tabla Beneficiarias : B- 2006 M					
Edad	qx	Ax	Edad	qx	Ax
0	0.00631526	0.0156	56	0.00346698	0.0138
1	0.00057939	0.0156	57	0.00380681	0.0138
2	0.00035759	0.0156	58	0.00417390	0.0138
3	0.00026510	0.0156	59	0.00456963	0.0138
4	0.00021873	0.0156	60	0.00499880	0.0135
5	0.00019129	0.0156	61	0.00545792	0.0135
6	0.00017299	0.0156	62	0.00595291	0.0135
7	0.00015470	0.0156	63	0.00648775	0.0135
8	0.00014553	0.0156	64	0.00709266	0.0135
9	0.00014545	0.0156	65	0.00772716	0.0135
10	0.00014538	0.0156	66	0.00841439	0.0135
11	0.00014531	0.0156	67	0.00918763	0.0135
12	0.00015431	0.0156	68	0.01003686	0.0135
13	0.00016330	0.0156	69	0.01093274	0.0135
14	0.00018136	0.0156	70	0.01198018	0.0133
15	0.00019939	0.0156	71	0.01311877	0.0133
16	0.00022647	0.0156	72	0.01443330	0.0133
17	0.00024446	0.0156	73	0.01587499	0.0133
18	0.00026243	0.0156	74	0.01750040	0.0133
19	0.00028039	0.0156	75	0.01930758	0.0126
20	0.00029833	0.0156	76	0.02132448	0.0126
21	0.00030721	0.0156	77	0.02348999	0.0126
22	0.00031608	0.0156	78	0.02599483	0.0126
23	0.00033398	0.0156	79	0.02882416	0.0126
24	0.00034283	0.0156	80	0.03183934	0.013
25	0.00035210	0.015	81	0.03545130	0.0125
26	0.00036094	0.015	82	0.03927982	0.012
27	0.00041600	0.015	83	0.04361382	0.0115
28	0.00047106	0.015	84	0.04836096	0.011
29	0.00052612	0.015	85	0.05361622	0.0105
30	0.00058225	0.0141	86	0.05937086	0.01
31	0.00063741	0.0141	87	0.06580766	0.0095
32	0.00069257	0.0141	88	0.07279040	0.009
33	0.00074773	0.0141	89	0.08035262	0.0085
34	0.00080289	0.0141	90	0.08803917	0.008
35	0.00085927	0.0134	91	0.09698694	0.0075
36	0.00091451	0.0134	92	0.10655183	0.007
37	0.00096975	0.0134	93	0.11704276	0.0065
38	0.00102499	0.0134	94	0.12834067	0.006
39	0.00108023	0.0134	95	0.14046937	0.0055
40	0.00113501	0.0136	96	0.15344937	0.005
41	0.00119022	0.0136	97	0.16729824	0.0045
42	0.00124544	0.0136	98	0.18203079	0.004
43	0.00130066	0.0136	99	0.19765917	0.0035
44	0.00135587	0.0136	100	0.21419326	0.003
45	0.00141052	0.0138	101	0.23164102	0.0025
46	0.00147159	0.0138	102	0.25000871	0.002
47	0.00155780	0.0138	103	0.26930102	0.0015
48	0.00166923	0.0138	104	0.28952216	0.001
49	0.00180579	0.0138	105	0.31067530	0.0005
50	0.00196757	0.0138	106	0.33276325	0
51	0.00215440	0.0138	107	0.35543338	0
52	0.00236636	0.0138	108	0.37899671	0
53	0.00260344	0.0138	109	0.40345313	0
54	0.00286576	0.0138	110	1.00000000	0
55	0.00315348	0.0138			

**Tabla Beneficiarios: B-2006 H**

Edad	qx	Ax	Edad	qx	Ax
0	0.00808475	0.0166	56	0.00589678	0.0095
1	0.00075335	0.0166	57	0.00646116	0.0095
2	0.00042261	0.0166	58	0.00709556	0.0095
3	0.00030318	0.0166	59	0.00779823	0.0095
4	0.00024805	0.0166	60	0.00858696	0.0093
5	0.00022049	0.0166	61	0.00943426	0.0093
6	0.00020212	0.0166	62	0.01036756	0.0093
7	0.00018374	0.0166	63	0.01140333	0.0093
8	0.00018374	0.0166	64	0.01255908	0.0093
9	0.00018374	0.0166	65	0.01399380	0.0088
10	0.00019293	0.0166	66	0.01548717	0.0088
11	0.00021131	0.0166	67	0.01708726	0.0088
12	0.00023887	0.0166	68	0.01882233	0.0088
13	0.00028480	0.0166	69	0.02069439	0.0088
14	0.00034911	0.0166	70	0.02271503	0.0089
15	0.00043180	0.0166	71	0.02490129	0.0089
16	0.00052367	0.0166	72	0.02727824	0.0089
17	0.00063392	0.0166	73	0.02985402	0.0089
18	0.00078333	0.0166	74	0.03271038	0.0089
19	0.00089938	0.0166	75	0.03602773	0.0084
20	0.00100576	0.0166	76	0.03957020	0.0084
21	0.00111214	0.0166	77	0.04348901	0.0084
22	0.00118950	0.0166	78	0.04787513	0.0084
23	0.00125720	0.0166	79	0.05276941	0.0084
24	0.00131522	0.0166	80	0.05822208	0.0084
25	0.00135832	0.015	81	0.06510584	0.0081
26	0.00137772	0.015	82	0.07267777	0.0078
27	0.00140683	0.015	83	0.08085317	0.0075
28	0.00141653	0.015	84	0.08971066	0.0072
29	0.00143593	0.015	85	0.09923404	0.0069
30	0.00144975	0.0136	86	0.10942306	0.0066
31	0.00146921	0.0136	87	0.12034394	0.0063
32	0.00149840	0.0136	88	0.13192747	0.006
33	0.00153732	0.0136	89	0.14424610	0.0057
34	0.00158597	0.0136	90	0.15725813	0.0054
35	0.00165002	0.0119	91	0.17304863	0.0051
36	0.00171836	0.0119	92	0.18932569	0.0048
37	0.00180623	0.0119	93	0.20542246	0.0045
38	0.00191363	0.0119	94	0.22158476	0.0042
39	0.00203079	0.0119	95	0.23847796	0.0039
40	0.00218209	0.0108	96	0.25531205	0.0036
41	0.00229111	0.0108	97	0.27150626	0.0033
42	0.00242257	0.0108	98	0.28773359	0.003
43	0.00256157	0.0108	99	0.30435823	0.0027
44	0.00270855	0.0108	100	0.32164382	0.0024
45	0.00286976	0.0098	101	0.33943960	0.0021
46	0.00303442	0.0098	102	0.35791174	0.0018
47	0.00320853	0.0098	103	0.37649768	0.0015
48	0.00339264	0.0098	104	0.39599906	0.0012
49	0.00358730	0.0098	105	0.41575618	0.0009
50	0.00379697	0.0093	106	0.43584621	0.0006
51	0.00404182	0.0093	107	0.45635111	0.0003
52	0.00430463	0.0093	108	0.47840791	0
53	0.00461752	0.0093	109	0.50705977	0
54	0.00498503	0.0093	110	1.00000000	0
55	0.00540253	0.0095			

Tabla Inválidas: MI-2006 M					
Edad	qx	Ax	Edad	qx	Ax
0	0.00616549	0.0156	56	0.01207053	0.0138
1	0.00617930	0.0156	57	0.01242561	0.0138
2	0.00619380	0.0156	58	0.01279159	0.0138
3	0.00620832	0.0156	59	0.01317051	0.0138
4	0.00622354	0.0156	60	0.01357634	0.0135
5	0.00623945	0.0156	61	0.01400347	0.0135
6	0.00625607	0.0156	62	0.01447498	0.0135
7	0.00627271	0.0156	63	0.01500852	0.0135
8	0.00629074	0.0156	64	0.01562278	0.0135
9	0.00630948	0.0156	65	0.01633716	0.0135
10	0.00632894	0.0156	66	0.01717182	0.0135
11	0.00634911	0.0156	67	0.01814830	0.0135
12	0.00636999	0.0156	68	0.01928870	0.0135
13	0.00639229	0.0156	69	0.02061418	0.0135
14	0.00641601	0.0156	70	0.02215464	0.0133
15	0.00644046	0.0156	71	0.02391185	0.0133
16	0.00646633	0.0156	72	0.02591222	0.0133
17	0.00649363	0.0156	73	0.02817239	0.0133
18	0.00652237	0.0156	74	0.03070883	0.0133
19	0.00655324	0.0156	75	0.03358542	0.0126
20	0.00658487	0.0156	76	0.03672741	0.0126
21	0.00661934	0.0156	77	0.04019403	0.0126
22	0.00665528	0.0156	78	0.04399974	0.0126
23	0.00669407	0.0156	79	0.04815731	0.0126
24	0.00673505	0.0156	80	0.05263538	0.013
25	0.00678647	0.015	81	0.05758298	0.0125
26	0.00683349	0.015	82	0.06292129	0.012
27	0.00688229	0.015	83	0.06865777	0.0115
28	0.00693492	0.015	84	0.07479846	0.011
29	0.00699119	0.015	85	0.08134845	0.0105
30	0.00705990	0.0141	86	0.08831175	0.01
31	0.00712961	0.0141	87	0.09569155	0.0095
32	0.00719721	0.0141	88	0.10349056	0.009
33	0.00727041	0.0141	89	0.11264460	0.0085
34	0.00734947	0.0141	90	0.12183268	0.008
35	0.00744424	0.0134	91	0.12951520	0.0075
36	0.00753519	0.0134	92	0.14023096	0.007
37	0.00763205	0.0134	93	0.15171826	0.0065
38	0.00773629	0.0134	94	0.16407326	0.006
39	0.00784865	0.0134	95	0.17729851	0.0055
40	0.00796521	0.0136	96	0.19139658	0.005
41	0.00809456	0.0136	97	0.20655835	0.0045
42	0.00823283	0.0136	98	0.22269271	0.004
43	0.00838222	0.0136	99	0.23980253	0.0035
44	0.00854276	0.0136	100	0.25807953	0.003
45	0.00873309	0.0138	101	0.27743262	0.0025
46	0.00898376	0.0138	102	0.29795958	0.002
47	0.00927915	0.0138	103	0.31956913	0.0015
48	0.00957353	0.0138	104	0.34226444	0.001
49	0.00986744	0.0138	105	0.36614358	0.0005
50	0.01016228	0.0138	106	0.39111500	0
51	0.01045998	0.0138	107	0.41676500	0
52	0.01076304	0.0138	108	0.44327000	0
53	0.01107386	0.0138	109	0.47063000	0
54	0.01139456	0.0138	110	1.00000000	0
55	0.01172673	0.0138			

Tabla Inválidos: MI-2006 H					
Edad	qx	Ax	Edad	qx	Ax
0	0.00367489	0.0166	56	0.02064263	0.0095
1	0.00369561	0.0166	57	0.02169304	0.0095
2	0.00371634	0.0166	58	0.02278287	0.0095
3	0.00373707	0.0166	59	0.02391483	0.0095
4	0.00375779	0.0166	60	0.02510212	0.0093
5	0.00377852	0.0166	61	0.02632899	0.0093
6	0.00379925	0.0166	62	0.02761050	0.0093
7	0.00381997	0.0166	63	0.02895308	0.0093
8	0.00384070	0.0166	64	0.03036484	0.0093
9	0.00386142	0.0166	65	0.03188793	0.0088
10	0.00388215	0.0166	66	0.03347286	0.0088
11	0.00390288	0.0166	67	0.03516858	0.0088
12	0.00392360	0.0166	68	0.03699888	0.0088
13	0.00394433	0.0166	69	0.03899281	0.0088
14	0.00396506	0.0166	70	0.04117536	0.0089
15	0.00398578	0.0166	71	0.04359897	0.0089
16	0.00400651	0.0166	72	0.04629321	0.0089
17	0.00402724	0.0166	73	0.04929492	0.0089
18	0.00404796	0.0166	74	0.05263724	0.0089
19	0.00406869	0.0166	75	0.05640568	0.0084
20	0.00408941	0.0166	76	0.06051426	0.0084
21	0.00411014	0.0166	77	0.06503328	0.0084
22	0.00413087	0.0166	78	0.06997424	0.0084
23	0.00415159	0.0166	79	0.07534264	0.0084
24	0.00417232	0.0166	80	0.08113925	0.0084
25	0.00420670	0.015	81	0.08741364	0.0081
26	0.00422750	0.015	82	0.09411485	0.0078
27	0.00424829	0.015	83	0.10123568	0.0075
28	0.00426908	0.015	84	0.10876828	0.0072
29	0.00428988	0.015	85	0.11670493	0.0069
30	0.00432293	0.0136	86	0.12503878	0.0066
31	0.00463314	0.0136	87	0.13376423	0.0063
32	0.00496202	0.0136	88	0.14287721	0.006
33	0.00530892	0.0136	89	0.15237520	0.0057
34	0.00567274	0.0136	90	0.16225663	0.0054
35	0.00607334	0.0119	91	0.17252114	0.0051
36	0.00647050	0.0119	92	0.18316885	0.0048
37	0.00688474	0.0119	93	0.19420015	0.0045
38	0.00731835	0.0119	94	0.20561573	0.0042
39	0.00777460	0.0119	95	0.21741634	0.0039
40	0.00827559	0.0108	96	0.23279983	0.0036
41	0.00878984	0.0108	97	0.24830028	0.0033
42	0.00933793	0.0108	98	0.26362624	0.003
43	0.00992227	0.0108	99	0.28053788	0.0027
44	0.01054435	0.0108	100	0.29853434	0.0024
45	0.01122628	0.0098	101	0.31768522	0.0021
46	0.01192302	0.0098	102	0.33806456	0.0018
47	0.01265441	0.0098	103	0.35975116	0.0015
48	0.01341887	0.0098	104	0.38282887	0.0012
49	0.01421490	0.0098	105	0.40738693	0.0009
50	0.01505603	0.0093	106	0.43352027	0.0006
51	0.01591199	0.0093	107	0.46132995	0.0003
52	0.01679713	0.0093	108	0.49092350	0
53	0.01771219	0.0093	109	0.52210202	0
54	0.01865841	0.0093	110	1.00000000	0
55	0.01962933	0.0095			

## **ANEXO N°2**

### **TABLAS DE MOTALIDAD PARA AFILIADOS INVALIDOS Y BENEFICIARIOS NO INVALIDOS DE PENSION DE SOBREVIVENCIA**

#### **I. INTRODUCCION**

Con fecha 21 de febrero de 2004, se publicó la Ley N°19.934 que entre otras modificaciones al D.L. N°3.500 de 1980 y al DFL N°251, de 1931, estableció que las tablas de mortalidad para efectos del cálculo de las reservas técnicas de los seguros de Renta Vitalicia, para el cálculo del Capital Necesario de las pensiones de Retiro Programado y de los Aportes Adicionales cubiertos por el seguro de invalidez y sobrevivencia, serán fijadas conjuntamente por las Superintendencias de Valores y Seguros y de Administradoras de Fondos de Pensiones.

Bajo este escenario, ambas superintendencias han desarrollado cuatro nuevas tablas de mortalidad, para Beneficiarios B-2006 H (hombres) y B-2006 M (mujeres) e Inválidos MI-2006 H (hombres) y MI-2006 M (mujeres).

El proceso de construcción de las tablas se dividió en 4 etapas:

1. Obtención y depuración de datos
2. Cálculo de expuestos y determinación tasas brutas de mortalidad
3. Ajuste de tasas brutas de mortalidad y Aplicación de test estadísticos.
4. Cálculo de los factores de mejoramiento y márgenes de seguridad

#### **II. OBTENCION Y DEPURACION DE BASE DE DATOS**

La base de datos utilizada para la construcción de la tabla se obtuvo de tres fuentes de información que involucran al sistema previsional chileno:

- a. Base de pólizas de Renta Vitalicia SVS
- b. Base de pensionados del Sistema DL. 3.500 SAFP
- c. Base de pensionados Sistema INP (ex cajas de previsión)
- d. Base de Datos del Sistema DL. 3500 (Fusión Base de Datos SVS-SAFP)

##### **1. Base de pólizas de Renta Vitalicia SVS**

*- Conformación de la Base de Datos*

Se utilizan los datos que trimestralmente envían las compañías de seguros, y reaseguros, correspondientes al Stock de pólizas y siniestros sea que se encuentren vigentes o hayan dejado de estarlo, conforme a lo establecido en la Circular 1194, de 1995 (actualización de Circular 727, de 1987) y la circular 528.

Los datos recibidos incluyen antecedentes de la póliza de renta vitalicia, o del siniestro antes mencionado, de los afiliados causantes de dichas pólizas y de sus beneficiarios.

*- Pólizas incluidas*

Se utilizó el stock de datos al 31 de diciembre de 2005. Se incluyeron todas las pólizas de RV inmediata y RV diferida, en estas últimas tanto que se haya iniciado el pago de la renta vitalicia, como aquellas en que aún no comienzan a devengarse las rentas. Además se consideran siniestros de invalidez y sobrevivencia, ocurridos con anterioridad 31/12/1987 (Circ.528).

*- Registros excluidos*

No se incluyó en el análisis las pólizas que corresponden a aceptaciones de reaseguro, tanto de las reaseguradoras como las aceptaciones entre aseguradoras.

Los datos de la compañía Le Mans fueron excluidos por encontrarse en quiebra. Así mismo se excluyeron de la base de trabajo los beneficiarios designados, por tratarse de registros cuya única función dentro de la póliza es asignar la reserva por la pensión no percibida por un rentista fallecido, cuando no existen beneficiarios con derecho a pensión, siendo en muchos casos información que no corresponde a un beneficiario “natural”.

*- Depuración base de datos de personas duplicadas*

Los registros duplicados se generan debido a la posibilidad que un causante de pensión tenga más de una póliza de renta vitalicia, con la consecuente repetición del grupo familiar en cada póliza o por el hecho que en un grupo familiar ambos cónyuges mantengan póliza de Renta Vitalicia, en cuyo caso los hijos serían beneficiarios de ambos causantes, duplicándose de esta forma estos beneficiarios. En estos casos, se establece una regla general donde se mantienen los datos de la póliza más antigua.

*- Verificación de datos en el Registro Civil*

Con el objeto de tener una mayor certeza en los datos a utilizar en la construcción de las tablas de mortalidad, los datos fueron enviados al registro civil para verificar fechas de nacimiento, fallecimiento y sexo de las personas que constituyen esta base.

La base de datos que se envió a verificar consistió en 605.516 registros correspondientes a causantes de renta vitalicias mujeres, causantes hombres inválidos, y beneficiarios. No se consideró causantes hombres no inválidos y los beneficiarios designados, que ya se encontraban eliminados de la base de trabajo.

## **2. Base de pensionados del Sistema DL. 3.500 SAFP**

*- Conformación de la Base de Datos*

La información proporcionada por las Administradoras de Fondos de Pensión para estos efectos, corresponde a afiliados declarados inválidos definitivos desde 1981 hasta 2005, potenciales beneficiarios de pensión de sobrevivencia, es decir aquellos declarados por los afiliados que se encuentran percibiendo pensión de vejez o invalidez en la modalidad de retiros programados y beneficiarios acogidos a pensión de sobrevivencia en dicha modalidad.

*- Verificación de datos en el Registro Civil*

Las Administradoras, en forma previa a la entrega de la información señalada verificaron con el Registro Civil la condición de vivos o muertos para todos aquellos beneficiarios potenciales inválidos y no inválidos, vivos o muertos, que adquirieron la calidad de beneficiarios debido a que el afiliado con el cual tienen alguna relación de parentesco se acogió a pensión entre el 01.05.1981 y el 31.12.2005, y dicho afiliado se encuentre vivo al 31.12.2005.

*- Depuración base de datos de personas duplicadas*

Al igual que con la base de datos de la SVS, se chequearon duplicados entre beneficiarios e inválidos ya que existe la posibilidad de que uno de ellos sea beneficiario más de una vez, por ejemplo si su padre y su madre están pensionados en la modalidad retiro programado.

### **3. Base de pensionados Sistema INP**

*- Conformación de la Base de Datos*

Se utilizó la base de datos proporcionada por el INP conformada por todos los pensionados vivos y muertos al 31/12/2005, que al 01/01/1999 se encontraban vivos y con derecho a pensión o que entraron al sistema con ese derecho, entre las fechas señaladas. Del mismo modo, se incorporó el dato de todos aquellos pensionados que, habiendo estado vivos y vigentes al 01/01/ 1999, hayan salido del sistema entre estas fechas.

*- Registros excluidos*

No se incluyó para el análisis y posterior elaboración de las tablas, los pensionados de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, por cuanto se consideró que la evaluación de dicha invalidez obedece a una mortalidad diferente de los inválidos conforme la Norma del DL 3.500.

*- Depuración base de datos de personas duplicadas*

La depuración de la base de datos consistió en dejar una sola vez cada afiliado causante pensionado de invalidez y cada beneficiario inválido o no inválido.

Los registros duplicados se generan por la posibilidad que un causante de pensión sea pensionado de más de una caja, con la consecuente repetición del grupo familiar en cada póliza o por el hecho que en un grupo familiar ambos cónyuges sean pensionados del INP, en cuyo caso los hijos serían beneficiarios de ambos causantes, duplicándose de esta forma estos beneficiarios.

*- Verificación de datos en el Registro Civil*

Con el objeto de tener una mayor certeza en los datos a utilizar en la construcción de las tablas de mortalidad, se envió una muestra representativa de base de datos de 90.000 casos donde su resultado ha sido satisfactorio, y esto demuestra que efectivamente el INP realiza chequeos constantes con el Registro Civil de su base de datos.

### **4. Base de Datos del Sistema DL. 3500 (fusión base de datos SVS-SAFP)**

#### - Conformación de la Base de Datos

Se fusionaron las bases de datos provenientes de la SVS y SAFP (antes mencionadas) en una sola, la cual es representativa del Sistema de Capitalización Individual de Chile

#### - Depuración base de datos de personas duplicadas

Al igual que en las bases de datos anteriores existe la posibilidad de datos repetidos, ya que una persona se puede traspasar de retiro programado a renta vitalicia, o mantener una pensión en ambas modalidades. Por este motivo la base se depuró completamente de repetidos teniendo en cuenta el RUT.

### III. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE TASAS BRUTAS Y EXPUESTOS

#### Nomenclatura y definiciones

En este informe **se utiliza** la notación actuarial generalmente aceptada.

$\Theta_x$  número de muertos observados a la edad  $x$ .

$E_x$  cantidad de expuestos al riesgo en la edad  $x$ .

$q_{x,t}$  probabilidad de que una persona de edad  $x$  al momento  $t$  muera antes de cumplir la edad  $x+1$  al momento  $t+1$ .

$q^{\circ}_{x,t}$  tasa bruta de mortalidad; valor observado de  $q_{x,t}$

$q'_{x,t}$  se refiere a la tasa de mortalidad ajustada

$r_{x,t}$  factor de mejoramiento del valor  $q_{x,t}$  del momento  $t-1$  al momento  $t$ .

#### Cálculo de las tasas brutas de mortalidad

El cálculo se efectúa de la siguiente manera:

$$q^{\circ}_{x,t} = \Theta_x / E_x.$$

Donde  $\Theta_x$  es la cantidad de muertes ocurridas y  $E_x$  es la cantidad de expuestos al riesgo en la edad  $x$ .

## Cálculo de Expuestos al Riesgo

Primero es **necesario** calcular la edad asegurada “IA”:

IA = Fecha exacta bautizo de la póliza – fecha exacta de nacimiento.

La fecha exacta se expresa en números decimales, para posteriormente aproximarla al número entero más cercano (edad actuarial).

Luego se recalcula la fecha de nacimiento (VYB) teniendo en cuenta la nueva edad a la toma del seguro.

$$VYB = CYI - IA$$

Donde CYI es el año calendario en que se bautizó la póliza (sin mes ni días).

Una vez obtenidos los valores de IA y VYB se puede calcular el siguiente vector:

$$v_i = [y_i, z_i, \theta_i, \varphi_i]$$

Donde:

	<b>Nombre Variable</b>	<b>Forma de Cálculo</b>
$y_i$	edad en que comienza la observación	Año en que comienza la observación – VYB
$z_i$	edad en que sale del periodo de observación	Año en que termina la observación – VYB
$\theta_i$	edad exacta de muerte	IA + muerte exacta – Bautizo exacto de la póliza
$\varphi_i$	edad de renuncia	Año en que renuncia – VYB

Una vez tenido esos datos se pueden calcular los expuestos y fallecimientos por año.

El cálculo se realiza de la siguiente forma:

Expuestos a la edad  $x = A$  la suma de todos los individuos que cumplan con estos requisitos:

$$(y_i < x + 1); (z_i > x + 1); (\theta_i = 0 \text{ ó } x \leq \theta_i); (\varphi_i = 0 \text{ ó } x \leq \varphi_i)$$

Fallecimientos a la edad  $x =$  el subconjunto de expuestos a la edad  $x$  que cumplen con  $x < \theta_i \leq x+1$ .

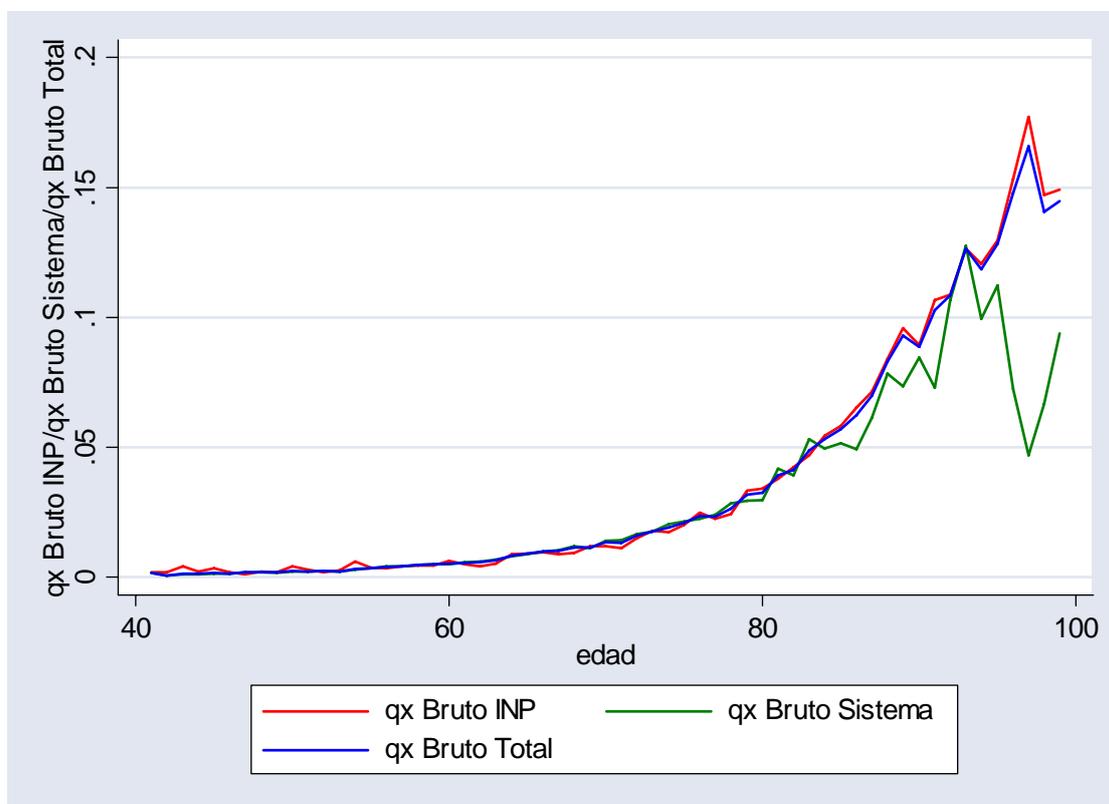
### 1. Cálculo de expuestos de beneficiarias:

Para este cálculo se consideró un período de cuatro años, con cortes entre el 2001 y el 2004 inclusive, tanto para la información del sistema de capitalización individual como, para el sistema de reparto, INP.

Además, para el caso del INP se consideró dentro de ese período a las beneficiarias con una última pensión mayor a 70.000 pesos. Lo anterior debido a que la pensión mínima de un pensionado mayor a 70 años es de alrededor de 105.000 pesos y a que las cónyuges les corresponde por lo general un 60% de la pensión que recibía el imponente fallecido. Este corte es equivalente al utilizado en la construcción de la tabla RV 2004, que se efectuó para utilizar información del INP de imponentes que hubieran podido contratar una Renta Vitalicia, y para ello debían cumplir con tener una pensión mayor o igual a la mínima. Por este motivo, este monto fue el que mejor replicó los expuestos del Sistema DL 3.500.

Por otro lado, los datos del INP no tienen importancia en los primeros años, debido a que se trata de un universo de mayor edad que la del Sistema. Los datos del INP recién a partir de la edad 80 comienzan a influir para la construcción de las edades extremas.

En el gráfico podemos ver estas comparaciones:

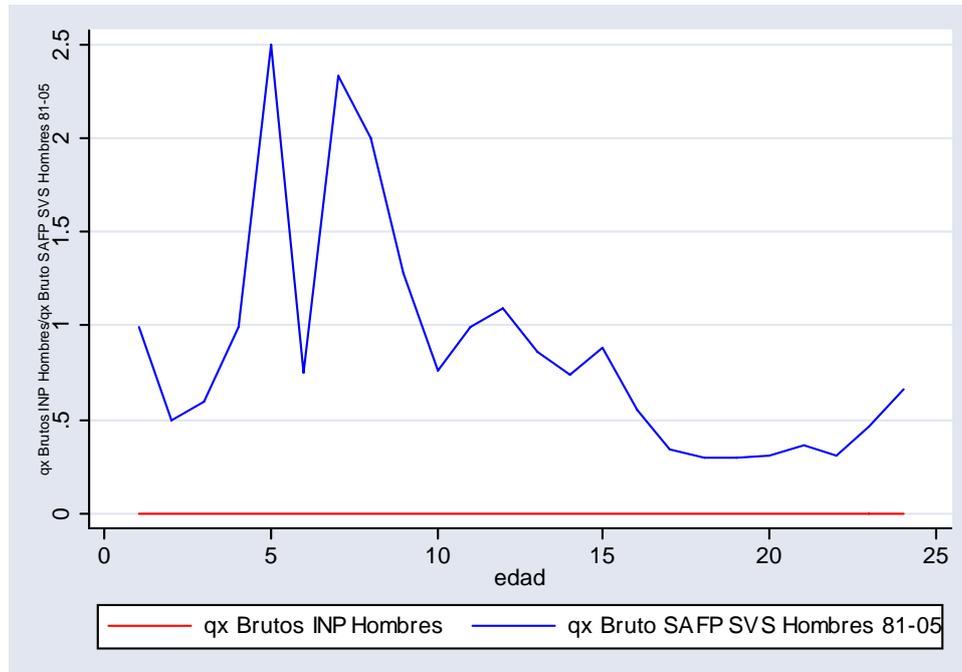


Como podemos ver si hubiéramos tomado la tendencia de la curva verde, esto es utilizando exclusivamente los datos del sistema del D.L. 3.500, tendríamos una caída significativa en la mortalidad. Si por el contrario, incorporamos los datos del INP, teniendo en cuenta que a partir de la edad 80 años estos son representativos mientras que los datos del Sistema D.L. 3.500 son escasos, podemos ver que si bajamos el nivel de pensión del INP tendríamos dos efectos, por un lado aumenta la exposición del INP y por el otro aumenta la mortalidad porque tienen menos ingresos, por lo que si se desplazara hacia arriba la mortalidad del sistema DL 3.500, cambiaría la tendencia de ésta, la cual es la base de la tabla de mortalidad.

En el peor escenario si sacamos la información del INP, necesariamente la mortalidad disminuye y se continúa con la tendencia de los datos del sistema, reflejada en la línea verde.

## 2. Cálculo de expuestos de beneficiarios:

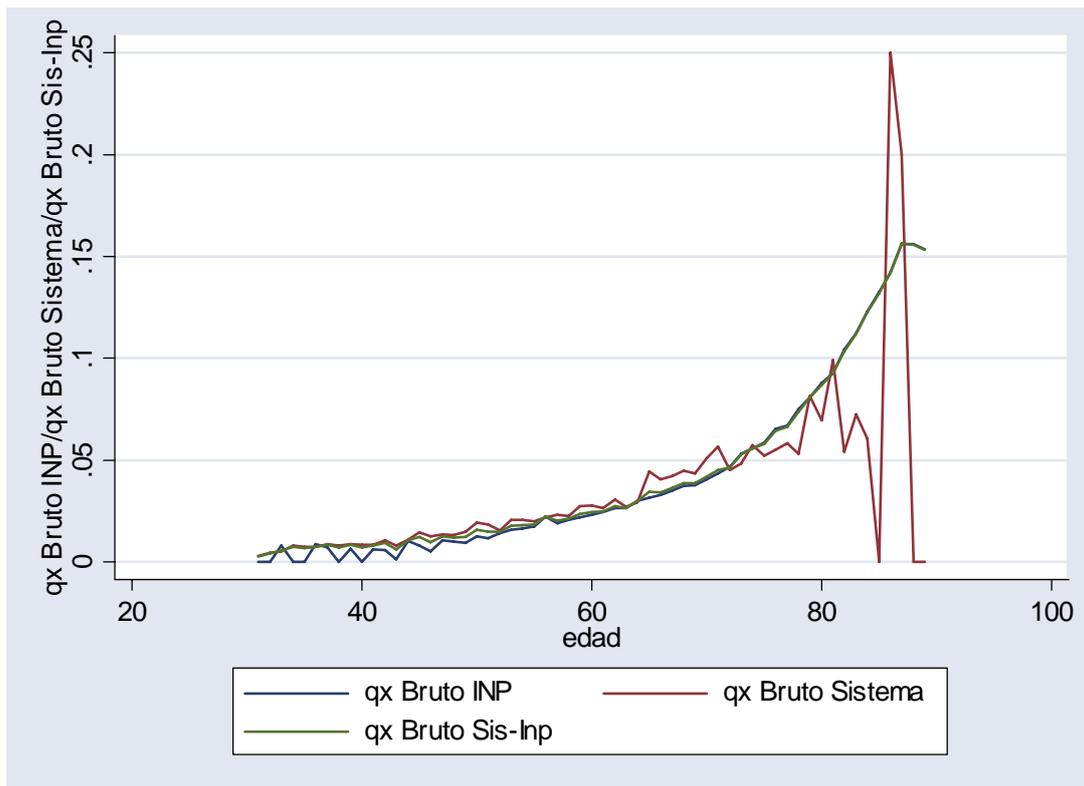
Para el caso de los hombres se analizaron diversos períodos debido a que la información es extremadamente escasa. Incluso con datos desde el año 1995 hasta el 2005, lo que implica utilizar 11 años de observación, no es posible obtener tasas de mortalidad que sean estadísticamente representativas. Podemos ver en el gráfico la gran volatilidad de estos.



Vemos que en el INP la información es inexistente, mientras que en los datos del sistema solo se aprecia una tendencia.

## 3. Cálculo de expuestos de inválidos:

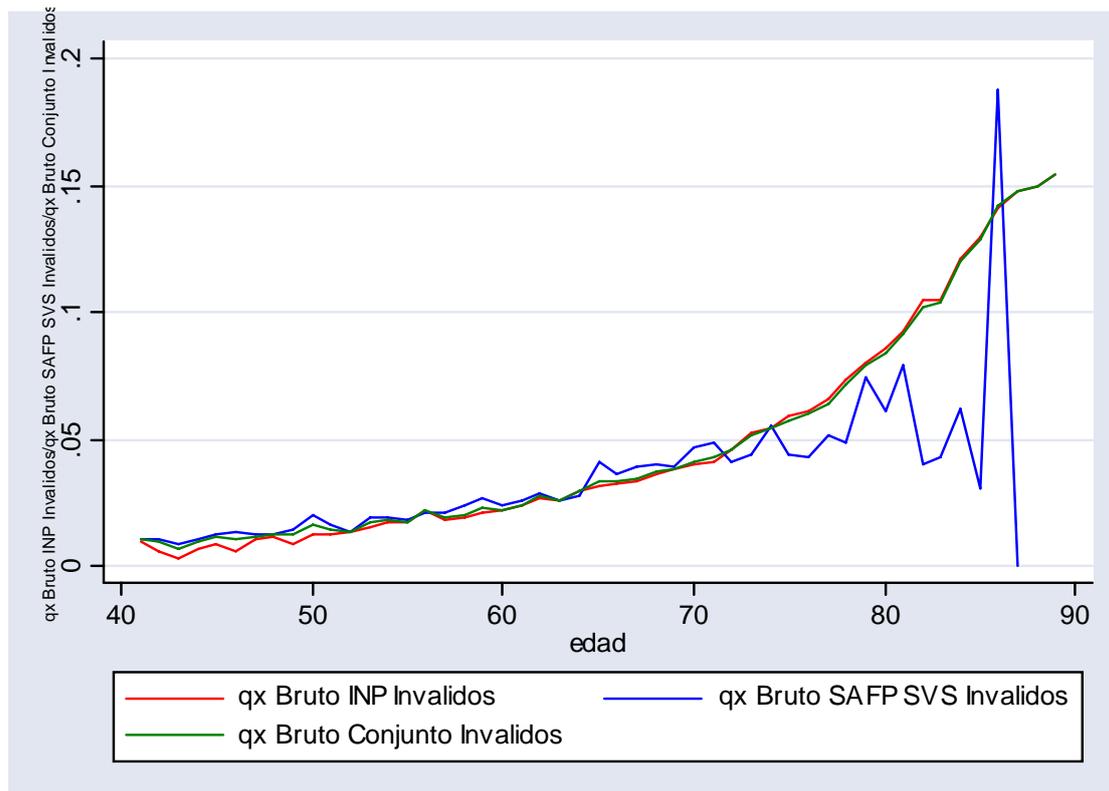
Para el caso de los inválidos se tomaron seis años de exposición desde el 1999 al 2004 inclusive. La información del sistema es escasa por lo que necesariamente se debe complementar con los datos del INP. Es cierto que puede existir diferencia entre criterios de evaluación, pero los datos sugieren que una vez que se sobrevive el período del primer dictamen, la mortalidad se comporta de manera similar, lo cual se puede observar en el siguiente gráfico:



Debido a que existe una diferencia en la mortalidad entre ambos sistemas, que lamentablemente por la escasez de datos no es posible dimensionar, se optó por utilizar los expuestos al riesgo del Sistema desde la edad 30 hasta la 70, los cuales son estadísticamente confiables, y de ahí en adelante los datos del INP, los cuales solo contribuyen a la construcción de la “cola”.

#### 4. Cálculo de expuestos de inválidas:

Al igual que los hombres se consideró el mismo período. En este caso la cantidad de datos es aun menor, pero lo suficientemente confiables como para utilizarlos para la construcción de una tabla.



Se observa un caso similar al anterior donde los primeros años son representativos de los datos del sistema y a partir de la edad 65 se utiliza la información del INP

#### IV. TÉCNICA DE AJUSTE.

Usualmente en Chile se han utilizado técnicas paramétricas para el ajuste de la curva de los  $q_x$  brutos. Estas técnicas son de fácil uso y no requieren grandes cálculos ya que utilizan pocos parámetros. Son flexibles ya que se puede utilizar una gran variedad de fórmulas. Sin embargo, estos métodos pueden no ser adecuados para el cálculo de edades extremas.

En la actualidad, a nivel internacional se utilizan con mayor frecuencia otros métodos del tipo bayesiano que permiten una mayor flexibilidad para la construcción de tablas. El método más reconocido es el Whittaker-Henderson que fue utilizado para los ajustes efectuados a las tablas RV-2004.

#### Método de Ajuste Whittaker Henderson Tipo B

El método de ajuste de Whittaker consiste en una combinación de regresión lineal y el método Bayesiano de ajuste.

Podemos definir la fórmula de Whittaker de la siguiente manera:

$$M = F + hS$$

$$F = \sum w_x (q'_{x,t} - q^o_{x,t})^2 \quad S = \sum (\Delta^z q^o_{x,t})^2$$

Donde  $F$  (fit) es la medida de ajuste mientras que  $S$  (smooth) es una medida de suavidad de la curva. Mientras que el parámetro  $h$  le da más o menos intensidad a la suavidad de la curva.

### Descripción de $F$ :

Esta es la parte asociada a la minimización de los residuos cuadrados,

$$F = \sum w_x (q'_{x,t} - q^{\circ}_{x,t})$$

En esta formula el tamaño de la muestra esta ponderando los residuos  $(q'_{x,t} - q^{\circ}_{x,t})$ . Es decir que mientras  $F$  tiende a cero el ajuste es mejor.

En los casos en que los residuos tienen una muestra grande ( $w_x$ ) deben ser mas pequeños para mantener  $F$  lo mas cerca de cero.

El ponderador  $w_x$  toma en cuenta la varianza de una distribución normal de la variable aleatoria  $U_x$ . Como es sabido  $U_x$  es una variable aleatoria binomial pero puede ser aproximada por una variable aleatoria normal siempre que el numero de observaciones  $n_x$  se lo suficientemente grande.

$$w_x = 1/Var(U_x)$$

Sabemos que la varianza es inversamente proporcional al número de observaciones. A mayores observaciones la varianza disminuye.

$$Var(U_x) = v_x(1-v_x)/n_x$$

Entonces

$$w_x = n_x / v_x(1-v_x).$$

Aquí se ve claramente que el ponderador da mas importancia al  $q_x$  bruto cuya varianza es menor (el ponderador va ser mas grande).

### Descripción de $S$ :

Ahora es necesario definir la medida para definir la suavidad de la curva. Generalmente se utilizan las diferencias finitas de diferente orden sobre los valores de  $q_x$  brutos para cuantificar una medida de suavidad.

Esto se puede representar de la siguiente manera:

$$S = \sum (\Delta^z q^{\circ}_{x,t})^2$$

“S” se obtiene de la suma cuadrada de las diferencias finitas. Si por ejemplo  $z=4$  estamos considerando que la secuencia  $q_x$  se asemeja a un polinomio de grado 3. Debemos recordar que las diferencias finitas se asemejan a una derivada y por lo tanto el orden de diferencia condiciona el grado del polinomio.

Para encontrar los valores de  $q_x$  ajustados es necesario minimizar  $M$ , que es una función con  $n$  incógnitas de los valores  $q_x$ . Entonces los  $q_x$  que minimizan  $M$  corresponden a la solución para las  $n$  ecuaciones como resultado de la derivada parcial de  $M$  con respecto a  $q_x$ .

$$\partial M / \partial q_x = 0 \text{ para } x = 1, 2, 3, \dots, N$$

Es posible hallar este resultado representando el problema en forma de matriz.

***Coefficientes utilizados para la construcción de las tablas:***

<b>Coeficiente</b>	<b>Ajuste Beneficiarias</b>	<b>Ajuste Inválidos</b>	<b>Ajuste Inválidas</b>
<b><i>h</i></b>	1.00E+09	1.00E+09	1.00E+10
<b><i>Diferencia Finita Z</i></b>	Grado 3	Grado 3	Grado 3

**V. TEST ESTADÍSTICOS**

El principal problema con el ajuste de las tasas brutas de mortalidad es ver si estos realmente representan la población. La principal forma de verificar si esto es así, es a través de test estadísticos los cuales nos indican que tan fidedigno es el ajuste en comparación con los datos observados. Bajo este escenario podemos describir brevemente los siguientes test:

**1. El test de Chi Cuadrado**

Es un Test complejo que solo se utiliza como referencia para ver si las tasas brutas de mortalidad representan a dicha población. Mide las desviaciones estándar de la estimación respecto de las tasas brutas de mortalidad. Una de las grandes limitaciones de este Test es que puede haber grandes desviaciones en ciertas edades, mientras que para otras edades son pequeñas por lo que el resultado final es aceptable según el Test. Deseablemente estas desviaciones deben ser lo mas constante para obtener un buen resultado. Existen una serie de Test adicionales que verifican esta y otras relaciones las cuales son mucho más importantes.

**a. Test de Desviaciones Estandarizadas.**

Este test estandariza las desviaciones estándar para que sean comparables entre si y fija un nivel de confianza para que estas desviaciones no sean mayor a un cierto numero. Es decir si las desviaciones no son homogéneas y con un grado menor al deseado es muy probablemente que no pase el test.

**b. Test de Desviaciones Absolutas:**

Este test refleja que las desviaciones absolutas no sean mayores a un cierto número (generalmente se utiliza que éstas no sean mayores a una unidad de la variable normal, o sea de alrededor de 2/3.)

**c. Desviaciones Acumuladas:**

Los fallecimientos en las distintas edades deben ser independientes, y se deben representar en una variable aleatoria normal. Por esta razón las desviaciones Standard deben ser relativamente homogéneas durante todos los tramos. La hipótesis nula a testear es que las desviaciones acumuladas no deben ser mayores al doble de la raíz cuadrada de la varianza de la distribución.

**d. Test de Signos:**

Si tomamos en consideración que la hipótesis nula es que las desviaciones observadas de las muertes respecto de las muertes esperadas son una variable normal independiente, lo mismo debe ocurrir con los signos encontrándose un número similar de éstos, tanto positivos como negativos.

**e. Test Stevens:**

Es similar al test de signos. Estos signos pueden ser todos positivos al principio y luego todos negativos al final del ajuste, por lo que el test de Stevens observa subgrupos de signos a través de la tabla y computa el signo de cada subgrupo. Luego en estos subgrupos deben estar distribuidos de manera similar tanto los signos positivos como negativos.

**f. Test Cambio de Signo:**

La probabilidad de cada signo es independiente y está representada en una variable normal, por lo que se puede aplicar una variable binomial donde el signo positivo o negativo tiene la misma probabilidad,  $\frac{1}{2}$ . Con esto se quiere ver que los cambios de signo sean homogéneos y no presenten anomalías.

Resultado de los Test:

**TEST ESTADISTICOS**

TEST	TABLA		
	BENEFICIARIAS	INVALIDAS	INVALIDOS
Chi cuadrado	✓	✓	✓
Desviaciones Estandarizadas	✓	✓	✓
Desviaciones Absolutas	✓	X	✓
Desviaciones Acumuladas	✓	✓	✓
Test Signo	✓	✓	✓
Test de Stevens	✓	✓	✓
Test Cambio de Signo	✓	✓	✓

**VI. CONSTRUCCIÓN DE LAS TABLAS**

**1. Construcción de colas**

Los datos solo son representativos para un grupo determinado de edades, pero en las edad extremas, mayores a 90 años, es necesario construirla. Existen diferentes técnicas siendo la más aconsejable utilizar modelos de mortalidad paramétricos para luego extrapolar los resultados.

- Gompertz: 
$$q_x = 1 - e^{(-e^{(a+bx)})}$$
- Cuadrático: 
$$q_x = 1 - e^{(-e^{(a+bx+c)})}$$
- Heligman y Pollard: 
$$q_x = ae^{(bx)} / 1 + ae^{(bx)}$$
- Kannisto: 
$$q_x = 1 - e^{-(ae^{(bx)} / (1 + ae^{(bx)})) + c}$$

**a) Caso beneficiarias mujeres:**

En este caso el mejor modelo fue el Cuadrático donde se obtuvo el menor error Standard. El problema de este modelo, es que tiende a tener un pendiente más suave, por lo que su forma no representa el caso de las mujeres, donde en esas edades la pendiente debe ser más pronunciada. Es por esta razón que finalmente el modelo de Heligman y Pollard es el más adecuado. Esta pendiente pronunciada se observó también en el caso de las mujeres causantes del sistema previsional chileno.

**b) Caso de los beneficiarios hombres:**

Debido a que los datos son escasos y no es posible estimar tasas brutas simplemente se optó por utilizar la tabla de causantes hombres RV 2004 y multiplicarla por un factor 1,05. Esta diferencia se observó como promedio entre la tabla de beneficiarias B 06 y las mujeres causantes de la RV 2004.

**c) Caso mujeres inválidas:**

En este caso se utilizó el modelo de Gompertz, con el que se obtiene una pendiente más pronunciada, y el resultado fue prácticamente el mismo que con los otros modelos, excepto el de Kannisto, cuya pendiente es muy suave.

**d) Caso hombres inválidos:**

Al igual que en el caso anterior, el modelo de Gompertz fue el que mejor se ajustó, principalmente por su forma. Estadísticamente no había prácticamente diferencia. Por otro lado, nuevamente el modelo de Kannisto fue el más conservador, ya que su pendiente es muy suave.

## 2. Construcción de edades tempranas

En estos tramos no existen datos para ninguna de las cuatro tablas, por lo que imperiosamente debemos hacer uso de otra fuente.

Para el caso de beneficiarios se optó por la tabla poblacional del INE. El ajuste tendió en forma suave a unirse con la tabla poblacional y se aplicó un factor de conservadurismo del 5%.

Para el caso de los inválidos se observó que el tramo entre 40 y 110 fue prácticamente igual en forma a las tablas anteriores MI 85. Por esta razón se optó por replicar la misma forma de la MI 85 con los factores correspondientes para que sean paralelas.

## VII. FACTORES DE MEJORAMIENTO Y MÁRGENES DE SEGURIDAD

### 1. Factores de mejoramiento

Diversos estudios dejan de manifiesto que el mejoramiento de la mortalidad es una realidad sin embargo, no se conoce cual es su límite exactamente. Bajo este escenario se han desarrollado un gran número de modelos que se basan en la experiencia pasada, generalmente más de 25 años de historia. El modelo de capitalización individual es relativamente nuevo, por lo que debemos utilizar la mejora poblacional.

Una forma interesante de analizar el mejoramiento de la mortalidad para el caso de las beneficiarias, fue construir una serie de tablas de mortalidad con 4 años de información del sistema DL. 3.500. Una vez construidas las tablas podemos agrupar de forma quinquenal la cantidad de fallecimientos para cada periodo. Estos corresponden a la cantidad de fallecimientos observados en forma real:

<b>Mejoramiento Real de las Beneficiarias</b>							
<b>Edad/Año</b>	<b>95-98</b>	<b>96-99</b>	<b>97-00</b>	<b>98-01</b>	<b>99-02</b>	<b>00-03</b>	<b>01-04</b>
<b>45-49</b>	90	82	76	80	78	85	83
<b>50-54</b>	125	134	137	137	132	122	117
<b>55-59</b>	192	191	196	201	201	206	204
<b>60-64</b>	304	300	307	304	309	320	309
<b>65-69</b>	497	483	492	512	509	521	509
<b>70-74</b>	765	728	749	775	774	788	783
<b>75-79</b>	1274	1268	1240	1208	1206	1201	1221
<b>80-84</b>	2112	2134	2043	1938	1931	1902	1929
<b>85-89</b>	3555	3455	3421	3239	3135	3155	2986

Se puede ver que en los primeros tramos de edad existe un mejoramiento que no es constante. Una de las posibles causas es la escasez de datos en estos tramos, lo cual se traduce en una

volatilidad importante. A partir de los 75 años el mejoramiento es significativo, lo que podría significar que hay un mejor acceso a la salud. A partir de esto podemos concluir que los datos actuales sugieren que hay un mayor mejoramiento en las edades mayores o iguales a 75 años, el cual se hace más significativo con el tiempo.

Ahora si utilizamos como año base el tramo entre 95-98 y los factores implícitos del CELADE que son los que empleamos para la tabla de Beneficiarios e Inválidos, obtendremos el siguiente cuadro:

<b>Mejoramiento Aplicando los Factores de la Tabla Beneficiarias</b>							
<b>Edad/Año</b>	<b>95-98</b>	<b>96-99</b>	<b>97-00</b>	<b>98-01</b>	<b>99-02</b>	<b>00-03</b>	<b>01-04</b>
<b>45-49</b>	90	89	88	86	85	84	83
<b>50-54</b>	125	123	121	119	118	116	115
<b>55-59</b>	192	189	187	184	182	179	177
<b>60-64</b>	304	300	296	292	288	284	280
<b>65-69</b>	497	491	484	478	471	465	458
<b>70-74</b>	765	755	745	735	725	716	706
<b>75-79</b>	1274	1257	1240	1224	1207	1191	1180
<b>80-84</b>	2112	2084	2056	2029	2002	1975	1965
<b>85-89</b>	3555	3508	3461	3415	3370	3325	3359

Estos datos evidencian que en general las proyecciones del CELADE son buenas y reflejan la realidad observada. El mejoramiento es más fuerte de lo esperado entre las edades 80-89, donde también los datos son más significativos.

Existen por otro lado, diversas opiniones en cuanto a qué modelo utilizar. Por un lado hay quienes prefieren utilizar el mejoramiento poblacional ya que el número de personas que acceden al sistema previsional son cada día más, por lo que en el futuro debería tender más a la población.

Por otro lado, están quienes defienden que este grupo siempre va a ser selecto ya que su cobertura médica es mayor que la del resto, siendo éste un grupo totalmente distinto al poblacional.

Bajo este escenario de escasez nos inclinamos por utilizar los mejoramientos implícitos que se encuentran en las tablas poblacionales del CELADE las cuales son proyectadas a 50 años.

Estas proyecciones fueron implementadas en la tabla de beneficiarios e inválidos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$q_x^{proj} = q_x^{nuevo} * (1 - Ax/100)^t$$

donde:

- qx<sup>proj</sup>** : Es el qx proyectado que refleja el mejoramiento poblacional  
**qx<sup>nuevo</sup>** : Son los qx obtenidos del ajuste de Whittaker Henderson.  
**Ax:** Los factores de mejoramiento del CELADE  
**t:** Es el número de años desde que las últimas mortalidades fueron proyectadas.

## 2. Márgenes de seguridad

Se incorporaron márgenes de seguridad para anticipar cualquier cambio brusco en la mortalidad que en el modelo de proyección no haya sido cuantificado.

Estos márgenes de seguridad han sido desarrollados de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Margen} = \frac{\text{Desviación Standard } (U_x)}{q^{\circ}_x} * 100$$

Donde:

- q<sup>o</sup><sub>x</sub>:** qx Bruto  
**n<sub>x</sub>:** Numero de expuestos a edad x

$$\text{Desviación Standard } (U_x) = \text{raíz cuadrada } (qx^{\circ} (1 - qx^{\circ}) / n_x)$$

Se utilizó como máximo un margen del 5%.