



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 RV-2009, B-2006 y MI-2006, hombres y mujeres.

REF.: **FIJA TABLAS DE MORTALIDAD CB-H-2014 (HOMBRES), MI-H-2014 (HOMBRES), RV-M-2014 (MUJERES), B-M-2014 (MUJERES), Y MI-M-2014 (MUJERES).**

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, las Superintendencias de Pensiones y de Valores y Seguros, en adelante "las Superintendencias", establecen el uso de las siguientes tablas de mortalidad:
 - CB-H-2014 (hombres), tratándose de pensionados por vejez y beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de las actuales tablas de mortalidad RV-2009 (hombres) y B-2006 (hombres).
 - MI-H-2014 (hombres), tratándose de pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad MI-2006 (hombres).
 - RV-M-2014 (mujeres) tratándose de pensionadas por vejez, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad RV-2009 (mujeres).
 - B-M-2014 (mujeres) tratándose de beneficiarias no inválidas de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad B-2006 (mujeres).
 - MI-M-2014 (mujeres) tratándose de pensionadas por invalidez y beneficiarias inválidas de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad MI-2006 (mujeres).
2. Las tablas señaladas se definen con sus correspondientes tasas de mortalidad "q_x" y factores de mejoramiento "AA_x" 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 CB-H-2014 (hombres), MI-H-2014 (hombres), RV-M-2014 (mujeres), B-M-2014 (mujeres) y MI-M-2014 (mujeres), deberán ser utilizadas por un período máximo de 6 años a contar del 1 de julio de 2016, para el cálculo de los retiros programados y del aporte adicional con cargo al seguro de invalidez y sobrevivencia por parte de las AFP, y de las reservas técnicas por parte de aseguradoras del segundo grupo, que mantengan obligaciones por la contratación de seguros de rentas vitalicias y por el seguro de invalidez y sobrevivencia 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. Incorpórese el contenido de la presente Norma de Carácter General y sus Anexos Nos. 1 y 2 en el Título X del Libro III del Compendio de Normas del Sistema de Pensiones, como "Capítulo VII. Tablas de mortalidad CB-H-2014 (hombres), MI-H-2014 (hombres), RV-M-2014 (mujeres), B-M-2014 (mujeres) y MI-M-2014 (mujeres)" y Anexos Nos. 7 y 8, respectivamente.

TAMARA AGNIC MARTÍNEZ
SUPERINTENDENTA DE PENSIONES

CARLOS PAVEZ TOLOSA
SUPERINTENDENTE DE VALORES Y SEGUROS

ANEXO N°1
TABLAS DE MORTALIDAD

**CB-H-2014 (HOMBRES), MI-H-2014 (HOMBRES),
RV-M-2014 (MUJERES), B-M-2014 (MUJERES) Y MI-M-2014 (MUJERES)**

NORMA DE CARÁCTER GENERAL SP N°
NORMA DE CARÁCTER GENERAL SVS N°
FECHA :dd.mm.aaaa

| TABLA CB-2014 - HOMBRES | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------|------------|------------|
| Edad | qx | Factor Aax | Edad | qx | Factor Aax |
| 0 | 0,00528448 | 0,0437 | 55 | 0,00435180 | 0,0287 |
| 1 | 0,00026750 | 0,0437 | 56 | 0,00484130 | 0,0287 |
| 2 | 0,00022558 | 0,0437 | 57 | 0,00535581 | 0,0287 |
| 3 | 0,00019640 | 0,0437 | 58 | 0,00590749 | 0,0287 |
| 4 | 0,00014399 | 0,0437 | 59 | 0,00650315 | 0,0287 |
| 5 | 0,00011531 | 0,0416 | 60 | 0,00729722 | 0,0234 |
| 6 | 0,00010799 | 0,0416 | 61 | 0,00797649 | 0,0234 |
| 7 | 0,00010204 | 0,0416 | 62 | 0,00867185 | 0,0234 |
| 8 | 0,00009477 | 0,0416 | 63 | 0,00939518 | 0,0234 |
| 9 | 0,00008673 | 0,0416 | 64 | 0,01019662 | 0,0234 |
| 10 | 0,00008333 | 0,0374 | 65 | 0,01131812 | 0,0197 |
| 11 | 0,00008873 | 0,0374 | 66 | 0,01249402 | 0,0197 |
| 12 | 0,00011297 | 0,0374 | 67 | 0,01389544 | 0,0197 |
| 13 | 0,00016095 | 0,0374 | 68 | 0,01549827 | 0,0197 |
| 14 | 0,00022667 | 0,0374 | 69 | 0,01726743 | 0,0197 |
| 15 | 0,00032611 | 0,0168 | 70 | 0,01922260 | 0,0193 |
| 16 | 0,00040314 | 0,0168 | 71 | 0,02133289 | 0,0193 |
| 17 | 0,00047600 | 0,0168 | 72 | 0,02368219 | 0,0193 |
| 18 | 0,00053992 | 0,0168 | 73 | 0,02632238 | 0,0193 |
| 19 | 0,00059576 | 0,0168 | 74 | 0,02927843 | 0,0193 |
| 20 | 0,00064249 | 0,0207 | 75 | 0,03311481 | 0,0150 |
| 21 | 0,00069754 | 0,0207 | 76 | 0,03671349 | 0,0150 |
| 22 | 0,00073897 | 0,0207 | 77 | 0,04056757 | 0,0150 |
| 23 | 0,00076278 | 0,0207 | 78 | 0,04468685 | 0,0150 |
| 24 | 0,00077364 | 0,0207 | 79 | 0,04912159 | 0,0150 |
| 25 | 0,00077096 | 0,0236 | 80 | 0,05443761 | 0,0128 |
| 26 | 0,00077979 | 0,0236 | 81 | 0,05981447 | 0,0128 |
| 27 | 0,00079112 | 0,0236 | 82 | 0,06579463 | 0,0128 |
| 28 | 0,00080777 | 0,0236 | 83 | 0,07247344 | 0,0128 |
| 29 | 0,00082955 | 0,0236 | 84 | 0,07993535 | 0,0128 |
| 30 | 0,00084561 | 0,0256 | 85 | 0,08900324 | 0,0107 |
| 31 | 0,00087052 | 0,0256 | 86 | 0,09829911 | 0,0107 |
| 32 | 0,00090306 | 0,0256 | 87 | 0,10853299 | 0,0107 |
| 33 | 0,00094514 | 0,0256 | 88 | 0,11970929 | 0,0107 |
| 34 | 0,00099556 | 0,0256 | 89 | 0,13180858 | 0,0107 |
| 35 | 0,00104859 | 0,0269 | 90 | 0,14602177 | 0,0086 |
| 36 | 0,00111123 | 0,0269 | 91 | 0,15993632 | 0,0086 |
| 37 | 0,00117404 | 0,0269 | 92 | 0,17459161 | 0,0086 |
| 38 | 0,00123486 | 0,0269 | 93 | 0,18988709 | 0,0086 |
| 39 | 0,00129732 | 0,0269 | 94 | 0,20570754 | 0,0086 |
| 40 | 0,00135011 | 0,0297 | 95 | 0,22525782 | 0,0064 |
| 41 | 0,00143023 | 0,0297 | 96 | 0,24335966 | 0,0064 |
| 42 | 0,00152710 | 0,0297 | 97 | 0,26222293 | 0,0064 |
| 43 | 0,00164454 | 0,0297 | 98 | 0,28179980 | 0,0064 |
| 44 | 0,00178068 | 0,0297 | 99 | 0,30203334 | 0,0064 |
| 45 | 0,00192173 | 0,0313 | 100 | 0,32559602 | 0,0043 |
| 46 | 0,00208622 | 0,0313 | 101 | 0,34711873 | 0,0043 |
| 47 | 0,00225736 | 0,0313 | 102 | 0,36908103 | 0,0043 |
| 48 | 0,00243229 | 0,0313 | 103 | 0,39139451 | 0,0043 |
| 49 | 0,00261664 | 0,0313 | 104 | 0,41396540 | 0,0043 |
| 50 | 0,00284106 | 0,0298 | 105 | 0,44056827 | 0,0021 |
| 51 | 0,00307726 | 0,0298 | 106 | 0,46356019 | 0,0021 |
| 52 | 0,00322262 | 0,0298 | 107 | 0,48650967 | 0,0021 |
| 53 | 0,00349957 | 0,0298 | 108 | 0,50931495 | 0,0021 |
| 54 | 0,00387646 | 0,0298 | 109 | 0,53187639 | 0,0021 |
| | | | 110 | 1,00000000 | 0,0000 |

NORMA DE CARÁCTER GENERAL SP N°
NORMA DE CARÁCTER GENERAL SVS N°
FECHA :dd.mm.aaaa

| TABLA MI-2014 - HOMBRES | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------|------------|------------|
| Edad | qx | Factor Aax | Edad | qx | Factor Aax |
| 0 | 0,01078196 | 0,0437 | 55 | 0,03023128 | 0,0287 |
| 1 | 0,00438020 | 0,0437 | 56 | 0,03130417 | 0,0287 |
| 2 | 0,00452644 | 0,0437 | 57 | 0,03230597 | 0,0287 |
| 3 | 0,00468991 | 0,0437 | 58 | 0,03323651 | 0,0287 |
| 4 | 0,00482148 | 0,0437 | 59 | 0,03410156 | 0,0287 |
| 5 | 0,00502789 | 0,0416 | 60 | 0,03567935 | 0,0234 |
| 6 | 0,00522286 | 0,0416 | 61 | 0,03646315 | 0,0234 |
| 7 | 0,00541970 | 0,0416 | 62 | 0,03721803 | 0,0234 |
| 8 | 0,00561472 | 0,0416 | 63 | 0,03795943 | 0,0234 |
| 9 | 0,00580865 | 0,0416 | 64 | 0,03870354 | 0,0234 |
| 10 | 0,00611298 | 0,0374 | 65 | 0,04007031 | 0,0197 |
| 11 | 0,00632910 | 0,0374 | 66 | 0,04089125 | 0,0197 |
| 12 | 0,00657116 | 0,0374 | 67 | 0,04178313 | 0,0197 |
| 13 | 0,00684566 | 0,0374 | 68 | 0,04277712 | 0,0197 |
| 14 | 0,00714404 | 0,0374 | 69 | 0,04390890 | 0,0197 |
| 15 | 0,00811051 | 0,0168 | 70 | 0,04529265 | 0,0193 |
| 16 | 0,00844194 | 0,0168 | 71 | 0,04682754 | 0,0193 |
| 17 | 0,00876744 | 0,0168 | 72 | 0,04863254 | 0,0193 |
| 18 | 0,00908068 | 0,0168 | 73 | 0,05075614 | 0,0193 |
| 19 | 0,00938292 | 0,0168 | 74 | 0,05324582 | 0,0193 |
| 20 | 0,00953387 | 0,0207 | 75 | 0,05713641 | 0,0150 |
| 21 | 0,00983126 | 0,0207 | 76 | 0,06054116 | 0,0150 |
| 22 | 0,01011032 | 0,0207 | 77 | 0,06442702 | 0,0150 |
| 23 | 0,01036573 | 0,0207 | 78 | 0,06880783 | 0,0150 |
| 24 | 0,01060379 | 0,0207 | 79 | 0,07368250 | 0,0150 |
| 25 | 0,01070825 | 0,0236 | 80 | 0,07974273 | 0,0128 |
| 26 | 0,01094095 | 0,0236 | 81 | 0,08559124 | 0,0128 |
| 27 | 0,01117699 | 0,0236 | 82 | 0,09184109 | 0,0128 |
| 28 | 0,01142016 | 0,0236 | 83 | 0,09843162 | 0,0128 |
| 29 | 0,01167017 | 0,0236 | 84 | 0,10529095 | 0,0128 |
| 30 | 0,01182446 | 0,0256 | 85 | 0,11329722 | 0,0107 |
| 31 | 0,01216371 | 0,0256 | 86 | 0,12050633 | 0,0107 |
| 32 | 0,01241851 | 0,0256 | 87 | 0,12864575 | 0,0107 |
| 33 | 0,01260180 | 0,0256 | 88 | 0,13894942 | 0,0107 |
| 34 | 0,01273899 | 0,0256 | 89 | 0,14903795 | 0,0107 |
| 35 | 0,01286815 | 0,0269 | 90 | 0,16123575 | 0,0086 |
| 36 | 0,01313564 | 0,0269 | 91 | 0,17296038 | 0,0086 |
| 37 | 0,01348584 | 0,0269 | 92 | 0,18552377 | 0,0086 |
| 38 | 0,01392707 | 0,0269 | 93 | 0,19896777 | 0,0086 |
| 39 | 0,01446161 | 0,0269 | 94 | 0,21333301 | 0,0086 |
| 40 | 0,01491191 | 0,0297 | 95 | 0,23069453 | 0,0064 |
| 41 | 0,01560606 | 0,0297 | 96 | 0,24716059 | 0,0064 |
| 42 | 0,01636689 | 0,0297 | 97 | 0,26466325 | 0,0064 |
| 43 | 0,01718376 | 0,0297 | 98 | 0,28322953 | 0,0064 |
| 44 | 0,01804874 | 0,0297 | 99 | 0,30288003 | 0,0064 |
| 45 | 0,01883290 | 0,0313 | 100 | 0,32637213 | 0,0043 |
| 46 | 0,01977880 | 0,0313 | 101 | 0,34840504 | 0,0043 |
| 47 | 0,02076980 | 0,0313 | 102 | 0,37153949 | 0,0043 |
| 48 | 0,02180930 | 0,0313 | 103 | 0,39575447 | 0,0043 |
| 49 | 0,02289960 | 0,0313 | 104 | 0,42101406 | 0,0043 |
| 50 | 0,02418770 | 0,0298 | 105 | 0,45123172 | 0,0021 |
| 51 | 0,02537270 | 0,0298 | 106 | 0,47864519 | 0,0021 |
| 52 | 0,02657923 | 0,0298 | 107 | 0,50689588 | 0,0021 |
| 53 | 0,02778427 | 0,0298 | 108 | 0,53587040 | 0,0021 |
| 54 | 0,02896329 | 0,0298 | 109 | 0,56543305 | 0,0021 |
| | | | 110 | 1,00000000 | 0,0000 |

NORMA DE CARÁCTER GENERAL SP N°
NORMA DE CARÁCTER GENERAL SVS N°
FECHA :dd.mm.aaaa

| TABLA RV-2014 - MUJERES | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------|------------|------------|
| Edad | qx | Factor Aax | Edad | qx | Factor Aax |
| 20 | 0,00014704 | 0,0216 | 65 | 0,00540726 | 0,0209 |
| 21 | 0,00014842 | 0,0216 | 66 | 0,00605812 | 0,0209 |
| 22 | 0,00015001 | 0,0216 | 67 | 0,00672919 | 0,0209 |
| 23 | 0,00015251 | 0,0216 | 68 | 0,00739107 | 0,0209 |
| 24 | 0,00015603 | 0,0216 | 69 | 0,00807271 | 0,0209 |
| 25 | 0,00015709 | 0,0255 | 70 | 0,00882617 | 0,0221 |
| 26 | 0,00016131 | 0,0255 | 71 | 0,00978636 | 0,0221 |
| 27 | 0,00016808 | 0,0255 | 72 | 0,01093711 | 0,0221 |
| 28 | 0,00017818 | 0,0255 | 73 | 0,01228690 | 0,0221 |
| 29 | 0,00019108 | 0,0255 | 74 | 0,01382205 | 0,0221 |
| 30 | 0,00020191 | 0,0308 | 75 | 0,01568766 | 0,0202 |
| 31 | 0,00021787 | 0,0308 | 76 | 0,01775743 | 0,0202 |
| 32 | 0,00023378 | 0,0308 | 77 | 0,02024832 | 0,0202 |
| 33 | 0,00024893 | 0,0308 | 78 | 0,02319597 | 0,0202 |
| 34 | 0,00026435 | 0,0308 | 79 | 0,02660076 | 0,0202 |
| 35 | 0,00028263 | 0,0301 | 80 | 0,03081661 | 0,0173 |
| 36 | 0,00030366 | 0,0301 | 81 | 0,03513788 | 0,0173 |
| 37 | 0,00032835 | 0,0301 | 82 | 0,03982523 | 0,0173 |
| 38 | 0,00035744 | 0,0301 | 83 | 0,04479641 | 0,0173 |
| 39 | 0,00039102 | 0,0301 | 84 | 0,04998133 | 0,0173 |
| 40 | 0,00043361 | 0,0277 | 85 | 0,05601363 | 0,0144 |
| 41 | 0,00047679 | 0,0277 | 86 | 0,06169657 | 0,0144 |
| 42 | 0,00052415 | 0,0277 | 87 | 0,06773365 | 0,0144 |
| 43 | 0,00057569 | 0,0277 | 88 | 0,07426474 | 0,0144 |
| 44 | 0,00063242 | 0,0277 | 89 | 0,08143759 | 0,0144 |
| 45 | 0,00070661 | 0,0241 | 90 | 0,09045796 | 0,0115 |
| 46 | 0,00077960 | 0,0241 | 91 | 0,09945859 | 0,0115 |
| 47 | 0,00086062 | 0,0241 | 92 | 0,10952656 | 0,0115 |
| 48 | 0,00095031 | 0,0241 | 93 | 0,12075956 | 0,0115 |
| 49 | 0,00104978 | 0,0241 | 94 | 0,13322228 | 0,0115 |
| 50 | 0,00115510 | 0,0256 | 95 | 0,14867313 | 0,0086 |
| 51 | 0,00127970 | 0,0256 | 96 | 0,16381169 | 0,0086 |
| 52 | 0,00141483 | 0,0256 | 97 | 0,17703354 | 0,0086 |
| 53 | 0,00156043 | 0,0256 | 98 | 0,19329145 | 0,0086 |
| 54 | 0,00171981 | 0,0256 | 99 | 0,21068782 | 0,0086 |
| 55 | 0,00190058 | 0,0250 | 100 | 0,23183254 | 0,0058 |
| 56 | 0,00209993 | 0,0250 | 101 | 0,25174298 | 0,0058 |
| 57 | 0,00232802 | 0,0250 | 102 | 0,27278887 | 0,0058 |
| 58 | 0,00258962 | 0,0250 | 103 | 0,29493221 | 0,0058 |
| 59 | 0,00288456 | 0,0250 | 104 | 0,31811636 | 0,0058 |
| 60 | 0,00326872 | 0,0208 | 105 | 0,34627635 | 0,0029 |
| 61 | 0,00356941 | 0,0208 | 106 | 0,37158818 | 0,0029 |
| 62 | 0,00383866 | 0,0208 | 107 | 0,39766449 | 0,0029 |
| 63 | 0,00425640 | 0,0208 | 108 | 0,42437252 | 0,0029 |
| 64 | 0,00479240 | 0,0208 | 109 | 0,45156432 | 0,0029 |
| | | | 110 | 1,00000000 | 0,0000 |

NORMA DE CARÁCTER GENERAL SP N°
NORMA DE CARÁCTER GENERAL SVS N°
FECHA :dd.mm.aaaa

| TABLA B-2014 - MUJERES | | | | | |
|------------------------|------------|------------|------|------------|------------|
| Edad | qx | Factor Aax | Edad | qx | Factor Aax |
| 0 | 0,00529986 | 0,0406 | 55 | 0,00285292 | 0,0250 |
| 1 | 0,00035652 | 0,0406 | 56 | 0,00311218 | 0,0250 |
| 2 | 0,00026910 | 0,0406 | 57 | 0,00341342 | 0,0250 |
| 3 | 0,00018301 | 0,0406 | 58 | 0,00375678 | 0,0250 |
| 4 | 0,00017198 | 0,0406 | 59 | 0,00414238 | 0,0250 |
| 5 | 0,00014197 | 0,0358 | 60 | 0,00465045 | 0,0208 |
| 6 | 0,00013063 | 0,0358 | 61 | 0,00513246 | 0,0208 |
| 7 | 0,00012153 | 0,0358 | 62 | 0,00566280 | 0,0208 |
| 8 | 0,00011438 | 0,0358 | 63 | 0,00624504 | 0,0208 |
| 9 | 0,00010891 | 0,0358 | 64 | 0,00688381 | 0,0208 |
| 10 | 0,00010964 | 0,0287 | 65 | 0,00758140 | 0,0209 |
| 11 | 0,00011313 | 0,0287 | 66 | 0,00834935 | 0,0209 |
| 12 | 0,00012610 | 0,0287 | 67 | 0,00919069 | 0,0209 |
| 13 | 0,00015014 | 0,0287 | 68 | 0,01011165 | 0,0209 |
| 14 | 0,00018159 | 0,0287 | 69 | 0,01111960 | 0,0209 |
| 15 | 0,00022602 | 0,0193 | 70 | 0,01216433 | 0,0221 |
| 16 | 0,00026118 | 0,0193 | 71 | 0,01337303 | 0,0221 |
| 17 | 0,00028681 | 0,0193 | 72 | 0,01471050 | 0,0221 |
| 18 | 0,00029838 | 0,0193 | 73 | 0,01620317 | 0,0221 |
| 19 | 0,00029965 | 0,0193 | 74 | 0,01788530 | 0,0221 |
| 20 | 0,00029635 | 0,0216 | 75 | 0,01995285 | 0,0202 |
| 21 | 0,00029884 | 0,0216 | 76 | 0,02216156 | 0,0202 |
| 22 | 0,00030174 | 0,0216 | 77 | 0,02470182 | 0,0202 |
| 23 | 0,00030626 | 0,0216 | 78 | 0,02762488 | 0,0202 |
| 24 | 0,00031262 | 0,0216 | 79 | 0,03097934 | 0,0202 |
| 25 | 0,00031405 | 0,0255 | 80 | 0,03522237 | 0,0173 |
| 26 | 0,00032165 | 0,0255 | 81 | 0,03961332 | 0,0173 |
| 27 | 0,00033381 | 0,0255 | 82 | 0,04454730 | 0,0173 |
| 28 | 0,00035184 | 0,0255 | 83 | 0,05004059 | 0,0173 |
| 29 | 0,00037474 | 0,0255 | 84 | 0,05609827 | 0,0173 |
| 30 | 0,00039300 | 0,0308 | 85 | 0,06345734 | 0,0144 |
| 31 | 0,00042091 | 0,0308 | 86 | 0,07069728 | 0,0144 |
| 32 | 0,00044853 | 0,0308 | 87 | 0,07845331 | 0,0144 |
| 33 | 0,00047468 | 0,0308 | 88 | 0,08668470 | 0,0144 |
| 34 | 0,00050110 | 0,0308 | 89 | 0,09534082 | 0,0144 |
| 35 | 0,00053241 | 0,0301 | 90 | 0,10559594 | 0,0115 |
| 36 | 0,00056801 | 0,0301 | 91 | 0,11502578 | 0,0115 |
| 37 | 0,00060952 | 0,0301 | 92 | 0,12468333 | 0,0115 |
| 38 | 0,00065800 | 0,0301 | 93 | 0,13448968 | 0,0115 |
| 39 | 0,00071351 | 0,0301 | 94 | 0,14436252 | 0,0115 |
| 40 | 0,00078401 | 0,0277 | 95 | 0,15652649 | 0,0086 |
| 41 | 0,00085408 | 0,0277 | 96 | 0,16891903 | 0,0086 |
| 42 | 0,00093024 | 0,0277 | 97 | 0,18410911 | 0,0086 |
| 43 | 0,00101235 | 0,0277 | 98 | 0,20310463 | 0,0086 |
| 44 | 0,00110191 | 0,0277 | 99 | 0,22044546 | 0,0086 |
| 45 | 0,00121962 | 0,0241 | 100 | 0,24173390 | 0,0058 |
| 46 | 0,00133270 | 0,0241 | 101 | 0,26181313 | 0,0058 |
| 47 | 0,00145700 | 0,0241 | 102 | 0,28321774 | 0,0058 |
| 48 | 0,00159327 | 0,0241 | 103 | 0,30597081 | 0,0058 |
| 49 | 0,00177901 | 0,0241 | 104 | 0,33008235 | 0,0058 |
| 50 | 0,00194965 | 0,0256 | 105 | 0,35971323 | 0,0029 |
| 51 | 0,00212345 | 0,0256 | 106 | 0,38681987 | 0,0029 |
| 52 | 0,00228877 | 0,0256 | 107 | 0,41522387 | 0,0029 |
| 53 | 0,00245281 | 0,0256 | 108 | 0,44485374 | 0,0029 |
| 54 | 0,00262750 | 0,0256 | 109 | 0,47561018 | 0,0029 |
| | | | 110 | 1,00000000 | 0,0000 |

NORMA DE CARÁCTER GENERAL SP N°
NORMA DE CARÁCTER GENERAL SVS N°
FECHA :dd.mm.aaaa

| TABLA MI-2014 - MUJERES | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------|------------|------------|
| Edad | qx | Factor Aax | Edad | qx | Factor Aax |
| 0 | 0,00833278 | 0,0406 | 55 | 0,01946422 | 0,0250 |
| 1 | 0,00295747 | 0,0406 | 56 | 0,01977779 | 0,0250 |
| 2 | 0,00310649 | 0,0406 | 57 | 0,02006539 | 0,0250 |
| 3 | 0,00325795 | 0,0406 | 58 | 0,02031008 | 0,0250 |
| 4 | 0,00348817 | 0,0406 | 59 | 0,02050001 | 0,0250 |
| 5 | 0,00377043 | 0,0358 | 60 | 0,02099340 | 0,0208 |
| 6 | 0,00400533 | 0,0358 | 61 | 0,02109194 | 0,0208 |
| 7 | 0,00424255 | 0,0358 | 62 | 0,02118184 | 0,0208 |
| 8 | 0,00448180 | 0,0358 | 63 | 0,02130239 | 0,0208 |
| 9 | 0,00472278 | 0,0358 | 64 | 0,02149303 | 0,0208 |
| 10 | 0,00511479 | 0,0287 | 65 | 0,02177748 | 0,0209 |
| 11 | 0,00537228 | 0,0287 | 66 | 0,02219568 | 0,0209 |
| 12 | 0,00563948 | 0,0287 | 67 | 0,02275084 | 0,0209 |
| 13 | 0,00591814 | 0,0287 | 68 | 0,02344761 | 0,0209 |
| 14 | 0,00620464 | 0,0287 | 69 | 0,02428729 | 0,0209 |
| 15 | 0,00675111 | 0,0193 | 70 | 0,02514845 | 0,0221 |
| 16 | 0,00705186 | 0,0193 | 71 | 0,02627970 | 0,0221 |
| 17 | 0,00734272 | 0,0193 | 72 | 0,02757618 | 0,0221 |
| 18 | 0,00761882 | 0,0193 | 73 | 0,02906038 | 0,0221 |
| 19 | 0,00788406 | 0,0193 | 74 | 0,03076424 | 0,0221 |
| 20 | 0,00807125 | 0,0216 | 75 | 0,03298413 | 0,0202 |
| 21 | 0,00833531 | 0,0216 | 76 | 0,03527680 | 0,0202 |
| 22 | 0,00859979 | 0,0216 | 77 | 0,03793706 | 0,0202 |
| 23 | 0,00886600 | 0,0216 | 78 | 0,04102241 | 0,0202 |
| 24 | 0,00913415 | 0,0216 | 79 | 0,04458986 | 0,0202 |
| 25 | 0,00925342 | 0,0255 | 80 | 0,04927242 | 0,0173 |
| 26 | 0,00951875 | 0,0255 | 81 | 0,05401646 | 0,0173 |
| 27 | 0,00978891 | 0,0255 | 82 | 0,05939466 | 0,0173 |
| 28 | 0,01006533 | 0,0255 | 83 | 0,06544154 | 0,0173 |
| 29 | 0,01034697 | 0,0255 | 84 | 0,07218316 | 0,0173 |
| 30 | 0,01040352 | 0,0308 | 85 | 0,08058101 | 0,0144 |
| 31 | 0,01068507 | 0,0308 | 86 | 0,08885146 | 0,0144 |
| 32 | 0,01096637 | 0,0308 | 87 | 0,09784771 | 0,0144 |
| 33 | 0,01124615 | 0,0308 | 88 | 0,10755500 | 0,0144 |
| 34 | 0,01152629 | 0,0308 | 89 | 0,11794494 | 0,0144 |
| 35 | 0,01184424 | 0,0301 | 90 | 0,13049880 | 0,0115 |
| 36 | 0,01213513 | 0,0301 | 91 | 0,14224489 | 0,0115 |
| 37 | 0,01243249 | 0,0301 | 92 | 0,15450063 | 0,0115 |
| 38 | 0,01273753 | 0,0301 | 93 | 0,16717337 | 0,0115 |
| 39 | 0,01305035 | 0,0301 | 94 | 0,18015660 | 0,0115 |
| 40 | 0,01350411 | 0,0277 | 95 | 0,19561127 | 0,0086 |
| 41 | 0,01383571 | 0,0277 | 96 | 0,21024393 | 0,0086 |
| 42 | 0,01417421 | 0,0277 | 97 | 0,22727174 | 0,0086 |
| 43 | 0,01451950 | 0,0277 | 98 | 0,24767531 | 0,0086 |
| 44 | 0,01487326 | 0,0277 | 99 | 0,26650778 | 0,0086 |
| 45 | 0,01538059 | 0,0241 | 100 | 0,28944871 | 0,0058 |
| 46 | 0,01577045 | 0,0241 | 101 | 0,31019257 | 0,0058 |
| 47 | 0,01626459 | 0,0241 | 102 | 0,33170586 | 0,0058 |
| 48 | 0,01679026 | 0,0241 | 103 | 0,35391926 | 0,0058 |
| 49 | 0,01728799 | 0,0241 | 104 | 0,37675173 | 0,0058 |
| 50 | 0,01763555 | 0,0256 | 105 | 0,40480014 | 0,0029 |
| 51 | 0,01804432 | 0,0256 | 106 | 0,42886397 | 0,0029 |
| 52 | 0,01841462 | 0,0256 | 107 | 0,45324742 | 0,0029 |
| 53 | 0,01875946 | 0,0256 | 108 | 0,47783341 | 0,0029 |
| 54 | 0,01909151 | 0,0256 | 109 | 0,50250088 | 0,0029 |
| | | | 110 | 1,00000000 | 0,0000 |

**ANEXO N°2
TABLAS DE MORTALIDAD**

**CB-H-2014 (HOMBRES), MI-H-2014 (HOMBRES),
RV-M-2014 (MUJERES), B-M-2014 (MUJERES) Y MI-M-2014 (MUJERES)**

NOTA TÉCNICA

**TABLAS DE MORTALIDAD
CB-H-2014 (HOMBRES), MI-H-2014 (HOMBRES),
RV-M-2014 (MUJERES), B-M-2014 (MUJERES) Y MI-M-2014 (MUJERES)**

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 2 |
| II. OBTENCION Y DEPURACION DE BASE DE DATOS | 3 |
| II. 1. Base de pólizas de Rentas Vitalicias SVS | 3 |
| II. 2. Base de pensionados del Sistema D.L. 3.500 SP | 3 |
| II. 3. Base de pensionados del Sistema IPS | 4 |
| II. 4. Fusión base de datos SVS-SP-IPS | 5 |
| II. 5. Tablas proporcionadas por el INE | 5 |
| III. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE EXPUESTOS Y TASAS BRUTAS | 6 |
| III. 1. Nomenclatura y definiciones | 6 |
| III. 2. Criterios para el cálculo de expuestos | 7 |
| IV. TÉCNICA DE AJUSTE | 11 |
| V. TEST ESTADÍSTICOS | 11 |
| VI. CONSTRUCCIÓN DE LAS TABLAS | 12 |
| VI. 1. Construcción de colas | 12 |
| VI. 2. Construcción de edades tempranas | 13 |
| VI. 3. Empalmes | 14 |
| VI. 4. Resumen de modelos considerados | 14 |
| VII. FACTORES DE MEJORAMIENTO | 15 |
| VII.1. Datos utilizados y procesamiento | 15 |
| VII.2. Modelo de proyección | 15 |
| APÉNDICE N°1: DETALLES METODOLÓGICOS | 17 |
| APÉNDICE N°2: RESULTADOS TEST ESTADÍSTICOS | 21 |

I. INTRODUCCIÓN

Según 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 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, son fijadas conjuntamente por la Superintendencia de Pensiones (SP) y la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS).

Por otra parte, las tablas de mortalidad RV-2009 (hombres y mujeres), B-2006 (hombres y mujeres) y MI-2006 (hombres y mujeres) rigen hasta el 30 de junio de 2016.

En virtud de lo anterior, ambas Superintendencias han desarrollado 5 nuevas tablas de mortalidad, las que reemplazarán a las tablas señaladas en el párrafo precedente a partir del 1 de julio de 2016:

- CB-H-2014 (hombres) para pensionados por vejez y beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia.
- MI-H-2014 (hombres) para pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia.
- RV-M-2014 (mujeres) para pensionadas por vejez.
- B-M-2014 (mujeres) para beneficiarias no inválidas de pensión de sobrevivencia.
- MI-M-2014 (mujeres) para pensionadas por invalidez y beneficiarias inválidas de pensión de sobrevivencia.

Para la construcción de las tablas de mortalidad 2014 se contó con el apoyo técnico de la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE).

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

- a. Obtención y depuración de datos
- b. Cálculo de expuestos y determinación tasas brutas de mortalidad
- c. Ajuste de tasas brutas de mortalidad y aplicación de test estadísticos
- d. Cálculo de los factores de mejoramiento

En el presente informe técnico se detalla el trabajo realizado y los principales criterios técnicos que se tuvieron en consideración para la construcción de las tablas 2014.

II. OBTENCION Y DEPURACION DE BASE DE DATOS

La base de datos utilizada¹ para la construcción de las tablas se obtuvo de tres fuentes de información que involucran al sistema previsional chileno:

- Base de pólizas de Renta Vitalicia SVS;
- Base de pensionados del Sistema DL. 3.500 SP;
- Base de pensionados Instituto de Previsión Social, IPS (ex cajas de previsión)

Adicionalmente, se contó con información de tablas de mortalidad poblacional históricas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

II. 1. Base de pólizas de Renta Vitalicia SVS

a. 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 la SVS.

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.

b. Pólizas incluidas

Se utilizó el stock de datos al 31 de diciembre de 2013. Se incluyeron todas las pólizas de RV inmediata y RV diferida; respecto a estas últimas tanto aquellas en que se hubiera iniciado el pago de la renta vitalicia, como aquellas en que aún no comenzaran a devengarse las rentas. Además se consideraron los siniestros de invalidez y sobrevivencia, ocurridos con anterioridad al 31/12/1987 (Circ.528).

c. Depuración y validación de la base de datos

Se eliminan los registros duplicados e inconsistentes de la base de datos.

Para los casos de datos duplicados, se mantienen los datos de la póliza más antigua.

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

Asimismo, 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 legal.

d. Verificación de datos en el Registro Civil

Con el objeto de tener una mayor certeza respecto de los datos a utilizar en la construcción de las tablas de mortalidad, todos los datos fueron enviados al Servicio de Registro Civil e Identificación para verificar fechas de nacimiento, fallecimiento y sexo de las personas que constituyen esta base.

II. 2. Base de pensionados del Sistema DL. 3.500 SP

¹ La base de datos se encuentra disponible en el sitio web http://www.svs.cl/institucional/estadisticas/tmc_registro.php.

a. *Conformación de la base de datos*

Se utilizó la información proporcionada mensualmente por las Administradoras de Fondos de Pensiones, de afiliados, beneficiarios, pensionados y fallecidos, conforme a lo establecido en el Compendio de Normas del Sistema de Pensiones, Libro V, Título XI.

Se consideró la información de afiliados hombres y mujeres pensionados y sus beneficiarios, con fecha de solicitud de pensión anterior o igual a 31/12/2013.

b. *Depuración y validación de los datos*

Se efectuaron validaciones de consistencia de información entre las distintas tablas y/o archivos de la Base de Datos de afiliados, cotizantes, beneficiarios, pensionados y fallecidos del Compendio de Normas del Sistema de Pensiones. Además se realizaron verificaciones de formatos, contenidos, omisiones, repetidos e inconsistencias.

Filtro de pensión:

No se incluye información de causantes, ni su grupo familiar, cuando la pensión del causante es inferior a la pensión mínima, y la fecha de solicitud es anterior a julio de 2008, ni de todos aquellos causantes cuya pensión es inferior a la Pensión Básica Solidaria cuya fecha de solicitud es posterior a julio de 2008. Se excluyen de esta eliminación los causantes inválidos y su grupo familiar, y los beneficiarios de sobrevivencias de causantes fallecidos no pensionados, pues algunos de estos pensionados, a pesar de no cumplir con el requisito para optar a renta vitalicia, pueden haber recibido aporte adicional y con esto sí ser usuarios de las tablas de mortalidad.

Filtro bono por hijo:

Se eliminan las mujeres causantes que reciben el bono por hijo y cuya fecha de afiliación es posterior o igual al año 2008, y todos sus beneficiarios.

c. *Verificación de datos en el Registro Civil*

Con el objeto de validar la información a utilizar, todos los datos fueron enviados al Servicio de Registro Civil e Identificación para verificar fechas de nacimiento, fallecimiento y sexo de las personas que constituyen esta base.

II. 3. Base de pensionados del Sistema IPS

a. *Conformación de la base de datos*

Se utilizó la base de datos proporcionada por el IPS conformada por todos los pensionados y beneficiarios que recibieron alguna pensión entre los años 2006 y 2013 inclusive.

b. *Depuración y validación de datos*

Se eliminan los registros duplicados e inconsistentes de la base de datos.

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

c. *Verificación de fechas de nacimiento y muerte*

Sin perjuicio de que el IPS realiza periódicamente un pareo de su información con el Registro Civil, se verificaron los datos relevantes de una muestra aleatoria de la base de datos entregada por el IPS con la base del Registro Civil. El resultado de dicha verificación fue

satisfactorio.

II. 4. Fusión base de datos SVS-SP-IPS

a. Conformación de la Base de Datos

Se fusionaron las bases de datos provenientes de la SVS, SP e IPS en una sola.

Cabe mencionar que los datos del IPS sólo fueron utilizados para complementar la base de pensionadas y beneficiarias inválidas (mujeres) a partir de los 83 años de edad. Para la construcción del resto de las tablas, el volumen de datos en las bases del sistema de pensiones del D.L. 3.500 fue suficiente.

b. Depuración base de datos de personas duplicadas

Debido a que una persona se puede traspasar de retiro programado a renta vitalicia, o afiliarse al Sistema de Pensiones regulado por D.L. 3.500 después de haber obtenido pensión en el sistema de reparto, se depuró completamente la base de repetidos teniendo en cuenta la variable RUT.

El número de registros de la base de datos después de filtros es la siguiente:

| Tabla | Mujeres | Hombres | Total |
|------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Causantes (RV/CB), SP-SVS | 154.674 | 761.204 | 1.792.160 |
| Beneficiarios (B/CB), SP-SVS | 876.282 | | |
| Inválidos (MI), SP-SVS | 77.846 | 133.604 | 211.450 |
| Inválidos (MI), IPS | 45.897 | ---- | 45.897 |
| Total | 1.154.699 | 894.808 | 2.049.507 |

II. 5. Tablas proporcionadas por el INE

Las tablas de mortalidad poblacionales proporcionadas por el INE fueron las siguientes:

- Tablas de mortalidad abreviadas quinquenales desde el año 1950 hasta el año 2005 por sexo y tramo de edad (0, 1-4, 5-9, 10-14, ..., 75-79 y 80+).
- Tablas de mortalidad completas anuales desde el año 2002 hasta el año 2012 por sexo y edad (0, 1, 2, ..., 89 y 90+).

Las tablas de mortalidad entregadas por el INE se basan en información censal y estadísticas vitales proporcionadas por el Registro Civil.

III. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE TASAS BRUTAS Y EXPUESTOS

III. 1. Nomenclatura y definiciones

En este informe se utiliza la notación actuarial generalmente aceptada.

Θ_x número de muertos observados a la edad x .

E_x cantidad de expuestos al riesgo en la edad x .

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

q°_{xt} tasa bruta de mortalidad; valor observado de q_{xt} ,

q'_{xt} se refiere a la tasa de mortalidad ajustada al momento t

AA_x factor de mejoramiento del valor q_{xt} del momento $t-1$ al momento t

Cálculo de las tasas brutas de mortalidad

El cálculo se efectúa de la siguiente manera:

$$q^{\circ}_{xt} = \Theta_x / E_x.$$

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 al inicio de vigencia de la pensión.

$$VYB = CYI - IA$$

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:

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

Donde,

| | Descripción de la Variable | Forma de Cálculo |
|------------|---|--|
| 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 |
| θ_i | Edad exacta de muerte | IA + muerte exacta – Bautizo exacto de la póliza |
| ϕ_i | Edad de renuncia | Año en que renuncia – VYB |

Una vez obtenidos esos datos, es posible calcular el número de expuestos y de fallecimientos por año, como se detalla a continuación.

Expuestos a la edad x: El número de todos los individuos que cumplen con estos requisitos:

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

Fallecimientos a la edad x: El subconjunto de expuestos a la edad x que cumplen con:

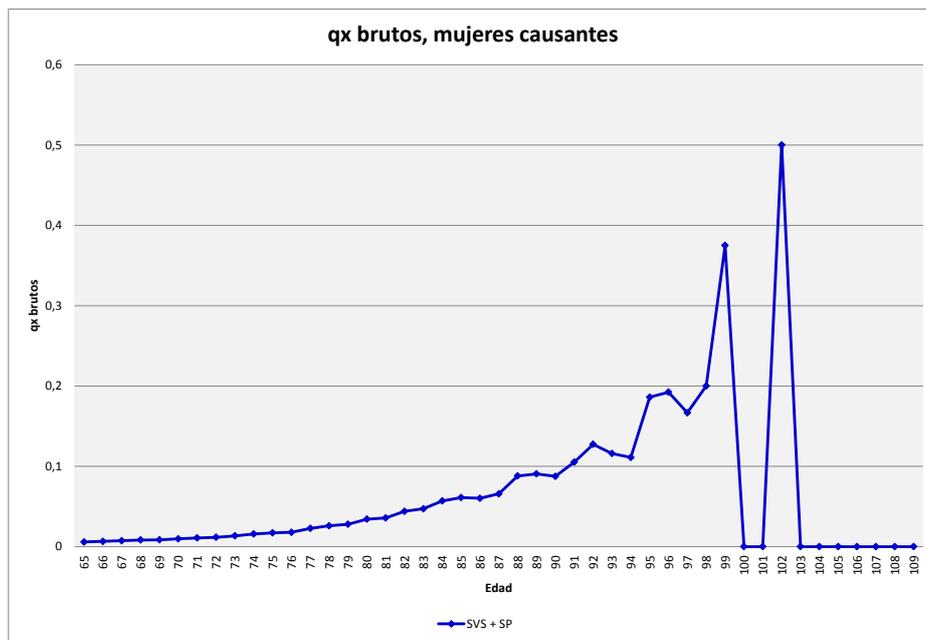
$$x < \theta_i \leq x+1.$$

III. 2. Criterios para el cálculo de expuestos

Para este cálculo se consideró un período de seis años, con cortes entre el 2008 y el 2013 inclusive, tanto para la información del sistema de capitalización individual como para el sistema de reparto (IPS). Los datos del IPS se utilizaron sólo para las mujeres inválidas, a partir de los 83 años.

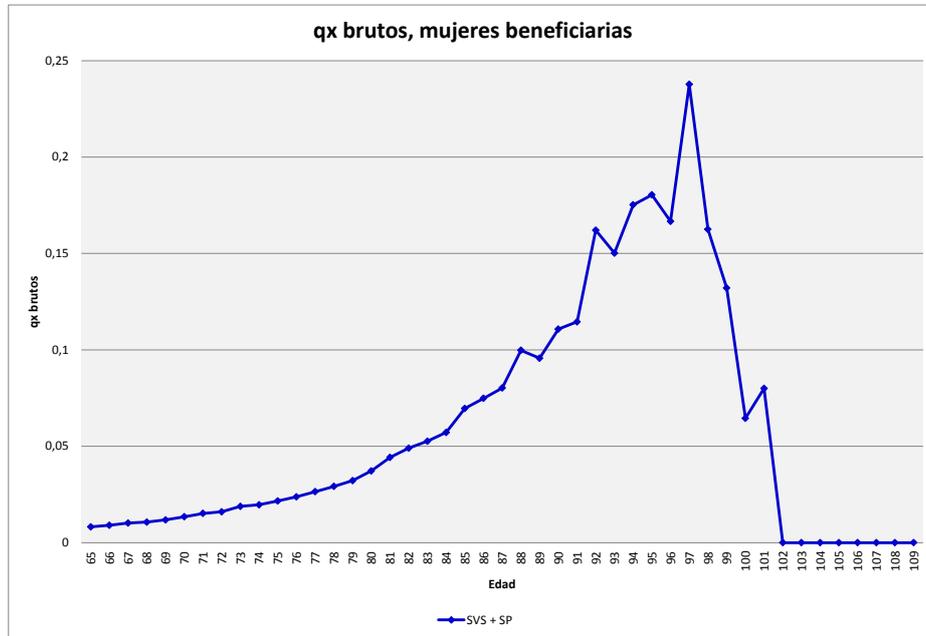
a. *Cálculo de expuestos de mujeres causantes:*

Los datos de las mujeres causantes del sistema de pensiones bajo el D.L. 3.500 son suficientes hasta los 98 años, por lo que no se utilizaron datos del IPS.



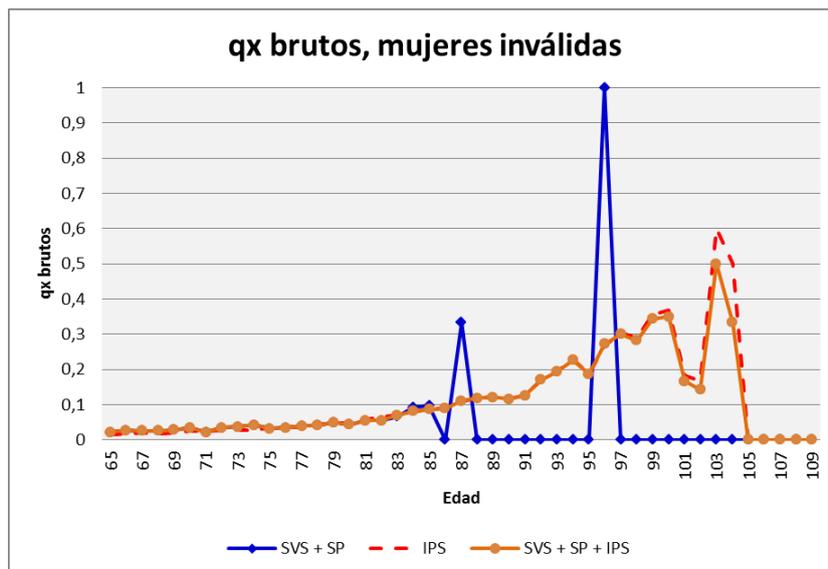
b. Cálculo de expuestos de mujeres beneficiarias:

Los datos de las beneficiarias son suficientes hasta los 97 años, por lo que no se hace necesaria la inclusión de los datos del IPS.



c. Cálculo de expuestos de mujeres inválidas:

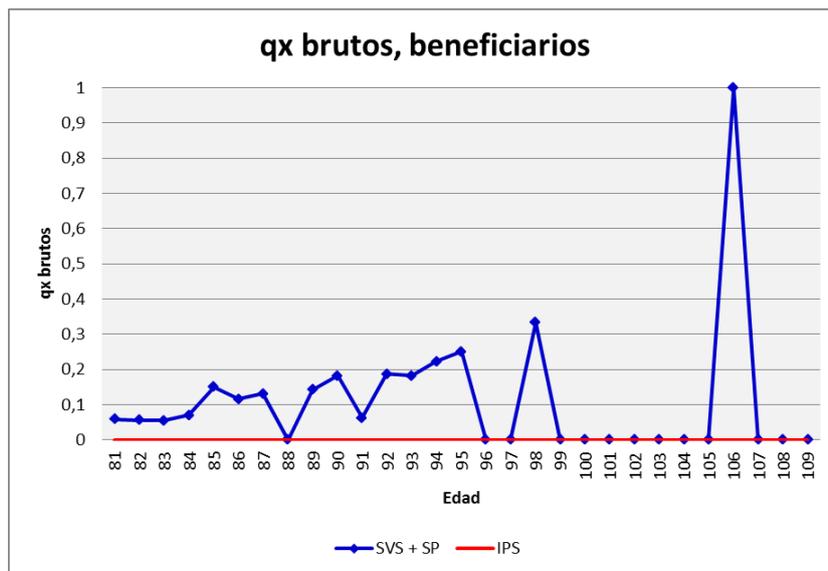
En el caso de las mujeres inválidas, los datos de pensionadas del D.L. 3.500 presentan una significativa volatilidad en las edades avanzadas debido al bajo volumen de información. La inclusión de los datos del IPS a partir de 83 años de edad permite contar con tasas brutas de mortalidad más estables.



d. Cálculo de expuestos de hombres causantes y beneficiarios no inválidos:

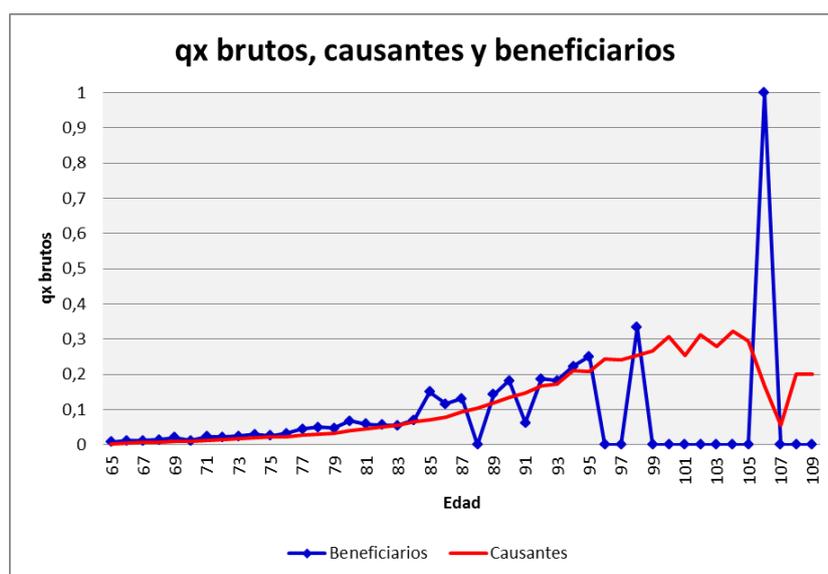
No existen suficientes datos de beneficiarios para el D.L. 3.500 como tampoco para el IPS por lo que no es posible obtener tasas de mortalidad que sean estadísticamente representativas. Dada la poca cantidad de expuestos se obtiene una gran volatilidad de los estimadores de mortalidad por edad.

En el IPS la información de beneficiarios hombres es inexistente para las edades avanzadas, debido a que en el antiguo sistema sólo había hijos y no cónyuges, mientras que en los datos del sistema sólo se aprecia una tendencia.



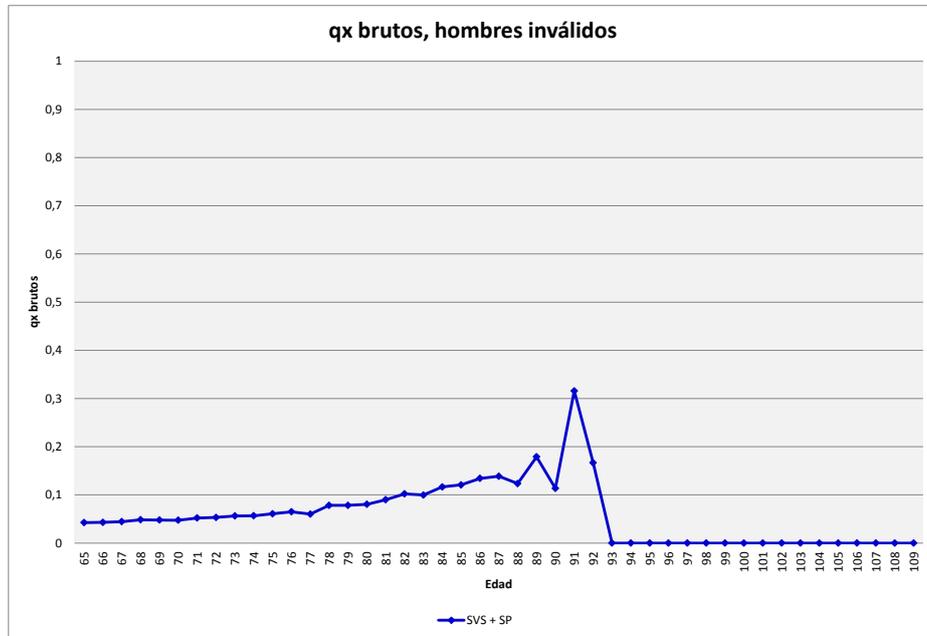
Considerando la escasez de datos de beneficiarios no inválidos y que su mortalidad es similar a la de los causantes hasta los 84 años, se decide combinar la información de beneficiarios no inválidos con la de causantes, para la construcción de una única tabla a utilizar para ambas poblaciones.

El siguiente gráfico presenta las tasas de mortalidad brutas para beneficiarios y causantes del D.L.3.500:



e. Cálculo de expuestos de hombres inválidos:

Los datos de los inválidos son suficientes hasta los 89 años, por lo que no se utilizaron los datos del IPS.



IV. TÉCNICA DE AJUSTE.

La técnica seleccionada para suavizar los q_x brutos en las edades centrales es el método de ajuste Whittaker Henderson Tipo B (WH).²

Los coeficientes utilizados para el ajuste con WH, en la construcción de las tablas fueron los siguientes:

| | Hombres | | Mujeres | | |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | CB-H-2014 | MI-H-2014 | RV-M-2014 | B-M-2014 | MI-M-2014 |
| Edades ajuste | 52-94 | 31-87 | 61-96 | 49-97 | 45-97 |
| h | 1,00E+08 | 4,00E+08 | 3,00E+06 | 5,00E+09 | 3,00E+08 |
| Diferencia finita Z | Grado 4 | Grado 4 | Grado 4 | Grado 4 | Grado 4 |

La diferencia finita es de grado cuatro y fue la función que mejor se adaptó a los datos analizados.

Por otro lado, el coeficiente h se modifica iterativamente hasta obtener una función monótona creciente, con forma similar a la de una función exponencial.

V. TEST ESTADÍSTICOS.

Luego de ajustar las tasas brutas de mortalidad se debe verificar que el resultado realmente represente a la población estudiada. Para ello se utilizan tests estadísticos³ que indican qué tan fidedigno es el ajuste en comparación con los datos observados.

Resultados de los test:

| TEST ESTADISTICOS | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Alfa = 5% | | | | | |
| TEST | Hombres | | Mujeres | | |
| | CB | MI | RV | B | MI |
| Chi cuadrado | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Desviaciones Estandarizadas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Desviaciones Absolutas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Desviaciones Acumuladas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Test Signo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Test de Stevens | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Test Cambio de Signo | <input checked="" type="checkbox"/> |

La tabla de mujeres causantes pasa todos los test menos el Desviaciones Estandarizadas. En este caso, las desviaciones estandarizadas se concentran en torno a cero incluso más de lo que lo harían en una distribución normal (sobre un 95% de las observaciones tienen desviación estandarizada menor a 1 en términos absolutos), por lo que si bien la tabla no pasa este test, el comportamiento de las distribuciones estandarizadas es aceptable. Esta tabla pasa el resto de los test, en particular aquellos que también buscan examinar la normalidad de las desviaciones estandarizadas (Desviaciones absolutas y Signos).

Para el resto de las tablas el ajuste pasa los 7 test. En el Apéndice N°2 de la nota técnica se detalla el resultado de cada test aplicado.

² La descripción de esta metodología está en el punto I del Apéndice N°1.

³ La descripción de los test utilizados está en el punto II del Apéndice N°1.

VI. CONSTRUCCIÓN DE LAS TABLAS.

Los datos sólo son representativos para un rango determinado de edades, donde hay suficiente volumen de datos de expuestos y fallecidos. Sin embargo, no hay suficientes datos en las edades extremas por lo que es necesario estimarlos.

VI. 1. Construcción de colas

Debido a que no hay suficientes datos para las edades avanzadas, se utilizan modelos de mortalidad paramétricos y luego se extrapolan los resultados en las colas. Los modelos considerados son:

• Gompertz:
$$q_x = 1 - g^{(-c^x \cdot (c-1))}$$

• Makeham:
$$q_x = 1 - s \cdot g^{(-c^x \cdot (c-1))}$$

• Cuadrático:
$$q_x = 1 - e^{(-e^{(a+bx+cx^2)})}$$

• Heligman y Pollard:
$$q_x = A^{(x+B)^C} + D \cdot e^{(-E \cdot (\ln(x) - \ln(F))^2)} + (a \cdot b^x) / (1 + a \cdot b^x) \text{ (1ra Ley)}$$

$$q_x = A^{(x+B)^C} + D \cdot e^{(-E \cdot (\ln(x) - \ln(F))^2)} + (a \cdot e^{b \cdot x^k}) / (1 + a \cdot e^{b \cdot x^k}) \text{ (3ra Ley)}$$

• Kannisto:
$$q_x = 1 - e^{-(ae^{(bx)} / (1 + ae^{(bx)})) + c}$$

La extrapolación se realizó con el ajuste del q_x de las edades centrales, tomando los últimos 10 ó 15 años, dependiendo de cuál entregaba mejores resultados. Para decidir qué modelo utilizar, se busca que las tablas de mortalidad de un mismo sexo no se crucen entre sí, que exista cierta consistencia con las tablas de mortalidad anteriores (RV-2009, MI-2006 y B-2006) y finalmente, que tenga el menor error de estimación.

a. Caso mujeres causantes:

En este caso el modelo seleccionado fue Heligman y Pollard (tercera ley) que es el que muestra el menor error de las curvas que resultan, que no se cruzan con la tabla de beneficiarias.

b. Caso mujeres beneficiarias:

En este caso se utilizó el modelo de Gompertz ya que resulta ser el único que permite que no se cruce la tabla de beneficiarias con la de mujeres causantes.

c. Caso mujeres inválidas:

En este caso, ambas versiones del modelo de Heligman y Pollard resultan con una pendiente similar a la de las tablas MI-2006. Se utilizó la primera ley debido a que tiene un menor error cuadrático que la tercera ley.

d. Caso hombres causantes y beneficiarios no inválidos:

En este caso se utilizó el modelo Cuadrático, el cual tiene una mortalidad final cercana a la tabla vigente de causantes hombres.

e. Caso hombres inválidos:

En este caso se seleccionó el modelo de Makeham ya que resulta ser el modelo más consistente respecto a la tabla de mortalidad MI-2009 y el cual entrega una tasa de mortalidad que va por sobre la tabla de causantes y beneficiarios no inválidos, evitando así el cruce de ambas tablas.

El cuadro siguiente resume los modelos utilizados para cada tabla, sus parámetros y la cantidad de años de las edades centrales utilizada para ajustarlas:

| | Hombres | | Mujeres | | |
|-------------------------------------|--|---|---|--------------------------------|--|
| | CB-M | MI-M | RV-F | B-F | MI-F |
| Nro. Años utilizados para el ajuste | 10 años | 15 años | 15 años | 15 años | 15 años |
| Modelo | Cuadrático | Makeham | H&P (3ra ley) | Gompertz | H&P (1ra ley) |
| Parámetros del modelo | a= -18,41965597 b= 0,26974210 c= -0,00094650 | c= 1,08808089 g= 0,99905133 s= 0,98413447 | A= 0,36513372 B= 0,81465124 C= 0,74839539 D= 0,47799310 E= 6,30003E+19 F= 32,24243405 a= 0,00004626 b= 0,02910107 k= 1,24062467 | c= 1,09740792 g= 0,99973193 | A= 0,39715063 B= 0,28169382 C= 0,69889667 D= 0,97992515 E= 6,17899E+29 F= 73,07204502 a= 0,00001940 b= 1,10500547 |

VI. 2. Construcción de edades tempranas.

Al no tener datos en las edades tempranas, se utilizan las tablas de mortalidad entregadas por el INE y el ajuste de las edades centrales a través de Whittaker-Henderson.

Para la estimación se utilizaron las tablas completas proporcionadas por el INE para los años 2008 al 2012. En primer lugar, para cada edad, se promedian los q_x de cada tabla en este periodo para obtener así el año central 2010 y guardar consistencia con la información del sistema de pensiones usada para la construcción de las edades centrales, en la que se utilizó la misma ventana de tiempo. Se toma el promedio de los q_x , y no el q_x del año 2010, con el fin de disminuir las variaciones de mortalidad que se pudieran presentar en un año en particular.

Luego, en base a esta tabla de mortalidad y el ajuste de WH de las edades centrales, se siguieron los siguientes pasos para obtener la mortalidad de las edades tempranas:

1. Se calcula el logaritmo natural de las tasas de mortalidad ajustadas para las edades centrales y de las tasas de mortalidad del INE.
2. Se estima una regresión lineal, donde la variable explicativa es la tasa de mortalidad del INE y la variable dependiente es la tasa de mortalidad del ajuste de las edades centrales. Se utilizan todas las edades disponibles, en ambas fuentes de información.
3. Con los parámetros obtenidos de la regresión lineal (pendiente e intersección), se obtienen los valores logarítmicos de las edades tempranas, para finalmente obtener la tasa de mortalidad con la función exponencial.
4. En el caso de los inválidos (hombres y mujeres), se utiliza la diferencia de la mortalidad entre

el ajuste de las edades centrales y la mortalidad del INE, en vez del logaritmo de cada una de ellas⁴. Luego, la regresión se realiza con las diez primeras edades del rango de edades centrales del ajuste de Whittaker-Henderson, donde la diferencia es la variable dependiente y la edad es la variable explicativa.

VI.3. Empalmes.

Se busca que la transición de las edades tempranas hacia las edades centrales y desde las edades centrales hacia las edades avanzadas, sea lo más suave posible. Para ello, se modifican las tasas de mortalidad de las edades al principio y final de cada tramo, de modo tal que gráficamente se observe una mayor suavidad en esta transición. Esta modificación se realiza mediante un promedio ponderado, donde el ponderador dependerá del número de edades a ajustar y a qué curva se le da mayor importancia (a medida que se aleja de las edades tempranas –o avanzadas-, el ponderador va tomando mayor peso para el ajuste obtenido en las edades centrales).

Así por ejemplo,

- Si se ajusta la edad temprana i , el q_x modificado corresponderá al promedio entre el q_x de la edad central ajustada por Whittaker-Henderson y el q_x obtenido a través de la regresión lineal para la misma edad i . En el caso de corresponder a la edad avanzada i , el promedio se obtiene entre el q_x ajustado por Whittaker-Henderson y el q_x obtenido del modelo paramétrico seleccionado para el ajuste de la cola.
- Si se ajustan las edades tempranas i e $i+1$, para la edad i se utiliza un peso igual a 2 en el caso del q_x de la regresión lineal e igual a 1 en el caso del q_x ajustado por Whittaker-Henderson, mientras que para la edad $i+1$, los pesos se invierten.

Cabe mencionar que no fue necesario empalmar las edades centrales y tardías mediante el promedio ponderado en el caso de las tablas de causantes de hombres y de causantes mujeres debido al buen ajuste de los modelos seleccionados para la extrapolación.

VI.4. Resumen de modelos considerados.

El siguiente cuadro resume los modelos utilizados para la construcción de cada una de las tablas de mortalidad 2014:

| Ajuste | | Hombres | | Mujeres | | |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | | CB-M | MI-M | RV-F | B-F | MI-F |
| Edades tempranas | Edades | 0-51 | 0-30 | 20-60 | 0-48 | 0-44 |
| | Modelo | Ec. Lineal (INE; W-H) | Ec. Lineal diferencia (INE; W-H) | Ec. Lineal (INE; W-H) | Ec. Lineal (INE; W-H) | Ec. Lineal diferencia (INE; W-H) |
| Empalme Ed. Tempranas - Ed. Centrales | Edades empalmadas | 52-54 | 31-33 | 61-63 | 49-53 | 45-46 |
| Whittaker-Henderson tipo B | Edades | 52-94 | 31-87 | 61-96 | 49-97 | 45-97 |
| | z | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | h | 1,00E+08 | 4,00E+08 | 3,00E+06 | 5,00E+09 | 3,00E+08 |
| | Test pasa | 7 de 7 | 7 de 7 | 6 de 7 | 7 de 7 | 7 de 7 |
| Empalme Ed. Centrales - Ed. Avanzadas | Edades empalmadas | N/A | 87 | N/A | 95-97 | 96-97 |
| Cola | Edades | 95-110 | 88-110 | 97-110 | 98-110 | 98-110 |
| | Modelo | Cuadrático | Makeham | H&P (3ra ley) | Gompertz | H&P (1ra ley) |
| | Nro. Años ajuste | 10 años | 15 años | 15 años | 15 años | 15 años |

⁴ En el caso de la tabla de invalidez, se consideró que el resultado de aplicar la regresión a los logaritmos de las tasas brutas ampliaba demasiado las variaciones que se producen en las tasas de mortalidad para los niños y jóvenes.

VII. FACTORES DE MEJORAMIENTO.

Los factores de mejoramiento corresponden al porcentaje de disminución anual, o mejoramiento, que se espera que tengan las tasas de mortalidad en el futuro. Estos factores se determinan separadamente para hombres y mujeres y por rango etario. Se calculan sobre la base del mejoramiento histórico observado de las tasas de mortalidad.

VII.1. Datos utilizados y procesamiento⁵.

Debido a que no existen suficientes datos de pensionados del Sistema de Pensiones para modelar el mejoramiento histórico de las tasas de mortalidad, se utilizan datos poblacionales proporcionados por el INE. La utilización de datos poblacionales se sustenta además en que el ratio entre las tasas de mortalidad del Sistema de Pensiones y las tasas poblacionales se ha mantenido estable, con un ligero aumento, en la última década, por lo que es razonable en este caso utilizar datos poblacionales para el cálculo de los factores de mejoramiento.

Se utilizaron tablas de mortalidad abreviadas quinquenales (5x5) proporcionadas por el INE, es decir, con tasas abreviadas por rango de edad (para la edad 0, para el rango entre 1 y 4 años y luego para rangos de 5 años entre las edades de 5 y 79) y que abarcan 5 años calendario, para el período comprendido entre los años 1980 y 2005.

Adicionalmente, el INE proporcionó tablas de mortalidad completas individuales (1x1), es decir, tasas para cada edad entre 0 y 90 años y para años calendario individuales, para el período comprendido entre los años 2002 y 2012.

Debido a que el modelo de proyección utilizado requiere que las tasas históricas estén en formato 1x1, las tablas 5x5 proporcionadas por el INE fueron interpoladas para calcular tablas 1x1 entre los años 1982 y 2001. A estas tablas se adicionaron las tablas 1x1 ya disponibles, completando el período 1982-2012. Se utilizaron las edades comprendidas entre los años 0 y 79, pues son para las que se tenían datos para todos los años calendario⁶.

VII.2. Modelo de proyección.

Para incorporar la influencia del tiempo en la mortalidad, se utilizan métodos que consideran un $q_{x,0}$ inicial que va mejorando a través del tiempo.

El factor de mejoramiento AA_x está caracterizado por la ecuación:

$$q_{x,t} = q_{x,0}(1 - AA_x)^t, \quad t \geq 0$$

Para proyectar la mejora futura de las tasas de mortalidad, se utilizó el modelo dinámico de Lee-Carter⁷. Dicho modelo fue aplicado a la serie histórica de 30 años (1982-2012) de la mortalidad poblacional a partir de los datos proporcionados por el INE. Se seleccionó una ventana de 30 años, ya que en el caso de los hombres se observa que en los últimos 30 años su mejoramiento ha aumentado, por lo que utilizar una mayor historia implicaría no considerar este cambio de tendencia. En el caso de las mujeres, no se ve un cambio de tendencia similar al de los hombres, por lo que utilizar 30 años o más, no significará una mayor diferencia en la proyección. Estas decisiones coinciden con la recomendación realizada por la OCDE.

Se proyectan 60 años, para así obtener los factores de mejoramiento anuales AA_x por edad, calculados según la siguiente fórmula:

$$AA_x = 1 - \left(\frac{q_{x,2072}}{q_{x,2013}} \right)^{1/59}$$

⁵ Estas tablas se encuentran disponibles en el sitio web http://www.svs.cl/institucional/estadisticas/tmc_registro.php.

⁶ La metodología para la obtención de las tablas 1x1 se encuentra en el punto III del Apéndice N°1.

⁷ El modelo de Lee-Carter se detalla en el punto IV del Apéndice N°1.

Luego, para calcular los factores de mejoramiento por tramo etario se promediaron los factores en tramos de 5 años de edad hasta el tramo 75-79 (el último tramo disponible). Los factores para los tramos siguientes se calcularon con una función lineal decreciente llegando a cero a los 110 años.

Aplicación del factor de mejoramiento

Los factores de mejoramiento fueron implementados en las tablas 2014 de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$q_x^{\text{proj}} = q_x^{\text{nuevo}} * (1 - AA_x)^t$$

Dónde:

- q_x^{proj} : Es el q_x proyectado que refleja el mejoramiento poblacional.
 q_x^{nuevo} : Son los q_x obtenidos del ajuste de Whittaker Henderson
 AA_x : Factores de mejoramiento.
 t : Número de años desde que las últimas mortalidades fueron proyectadas.

APÉNDICE N°1: DETALLES METODOLÓGICOS

I. MÉTODO DE AJUSTE WHITTAKER HENDERSON TIPO B

El método de ajuste de Whittaker Henderson Tipo B (WH) consiste en una combinación de regresión lineal y el método Bayesiano de ajuste.

Podemos definir la fórmula de WH de la siguiente manera:

$$\mathbf{M} = \mathbf{F} + h\mathbf{S}$$

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

Donde **F** (fit) es la medida de ajuste mientras que **S** (smooth) es una medida de suavidad de la curva. 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 ponderados por el peso (w_x) de la muestra en cada edad, de tal forma que los residuos que tienen una muestra grande deben ser más pequeños para mantener **F** lo más cerca de cero.

$$\mathbf{F} = \sum w_x (\mathbf{q}'_{x,t} - \mathbf{q}^{\circ}_{x,t})^2$$

Mientras **F** tiende a cero el ajuste es mejor.

El ponderador w_x toma en cuenta la varianza de la variable aleatoria U_x asumiendo una distribución normal. U_x es una variable aleatoria binomial, pero puede ser aproximada por una variable aleatoria normal siempre que el número de observaciones n_x sea lo suficientemente grande.

$$w_x = 1 / \text{Var}(U_x)$$

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

$$\text{Var}(U_x) = v_x(1-v_x) / n_x \approx q^{\circ}_{xt} (1 - q^{\circ}_{xt}) / n_x$$

Entonces,

$$w_x = n_x / v_x (1-v_x) \approx n_x / q^{\circ}_{xt} (1 - q^{\circ}_{xt})$$

El ponderador da más importancia al q_x bruto cuya varianza es menor (el ponderador va a ser más grande).

Descripción de S:

Para definir la suavidad de la curva generalmente se utilizan las diferencias finitas de diferente orden sobre los valores de q_x brutos. Esto se puede representar de la siguiente manera:

$$\mathbf{S} = \sum (\Delta^z \mathbf{q}'_{x,t})^2$$

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 encontrar este resultado representando el problema en forma matricial.

II. TEST ESTADISTICOS

a. El test de Chi Cuadrado.

Es un test completo que sólo se utiliza como referencia para verificar si las tasas brutas de mortalidad representan a la población. Mide las desviaciones estándar de la estimación respecto de las tasas brutas de mortalidad. Una de las limitaciones de este test es que puede haber grandes desviaciones en ciertas edades y pequeñas en otras, por lo que el resultado final es aceptable según el test. Deseablemente estas desviaciones deben ser constantes para obtener un buen resultado.

b. Test de Desviaciones Estandarizadas.

Este test verifica que la desviación estandarizada de las muertes observadas con respecto a las muertes esperadas tenga una distribución similar a una normal estandarizada, para detectar si hay desviaciones que crecen más allá de lo esperado, o su media se aleja de cero.

c. 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.)

d. Test de 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 estándar deben ser relativamente homogéneas para 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.

e. Test de Signos.

Considerando 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 positivo como negativo.

f. Test de 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.

g. Test de 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 verifica que los cambios de signo sean homogéneos y no presenten anomalías.

III. OBTENCION TABLAS 1x1

Obtención de tablas 1x5 a partir de tablas 5x5

Para la obtención de tablas completas quinquenales (1x5) se adaptó la metodología utilizada por la *Base de Datos de Mortalidad Humana*⁸, cuyo trabajo también ha sido utilizado en estudios de la

⁸ La Base de Datos de Mortalidad Humana (Human Mortality Database) fue desarrollada por la Universidad de Berkeley,

OCDE. En particular, a partir del número de fallecidos⁹ incluidos en las tablas de mortalidad 5x5, se calculó la distribución del número acumulado de fallecidos $Y(x)$ y se interpoló esta distribución para las edades dentro de cada intervalo etario:

$$d(x, n): \text{Número de fallecidos con edad en el intervalo } [x, x + n) \text{ Donde } n = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ 4, & x = 1. \\ 5, & x \geq 5 \end{cases}$$

Por notación, $d(x) = d(x, 1)$.

$$Y(x) = \sum_{u=0}^{x-1} d(u) \quad (1)$$

$$d(x, n) = \sum_{u=x}^{x+n-1} d(u) \quad (2)$$

Combinando las relaciones (1) y (2), se conoce el valor de la función $Y(x)$ para las edades incluidas en la tabla 5x5, es decir, para $x = 1, 5, 10, 15, \dots, 80$. Además, se escogió como edad máxima ω los 95 años, por lo que $Y(\omega) = Y(95) = 100.000$ (población total inicial).

Para estimar la función $Y(x)$ en el resto de las edades, se utilizó una interpolación *spline* cúbica, de la siguiente forma:

$$Y(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3 + \beta_1 (x - k_1)^3 I(x > k_1) + \dots + \beta_m (x - k_m)^3 I(x > k_m)$$

Donde $m = 17$, $k_1 = 1$, $k_2 = 5$, $k_3 = 10, \dots, k_{17} = 80$. El operador $I(\cdot)$ es 1 si el argumento es verdadero y 0 en caso contrario.

Para estimar los coeficientes α_i y β_j se resolvió el siguiente sistema de 21 ecuaciones lineales:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & k_1 & k_1^2 & k_1^3 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & k_2 & k_2^2 & k_2^3 & (k_2 - k_1)^3 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & k_m & k_m^2 & k_m^3 & (k_m - k_1)^3 & (k_m - k_2)^3 & \dots & (k_m - k_{m-1})^3 & 0 \\ 1 & \omega & \omega^2 & \omega^3 & (\omega - k_1)^3 & (\omega - k_2)^3 & \dots & (\omega - k_{m-1})^3 & (\omega - k_m)^3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2\omega & 3\omega^2 & 3(\omega - k_1)^2 & 3(\omega - k_2)^2 & \dots & 3(\omega - k_{m-1})^2 & 3(\omega - k_m)^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_0 \\ \vdots \\ \alpha_3 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ Y(1) \\ \vdots \\ Y(k_m) \\ Y(\omega) \\ (Y(5) - Y(1))/2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Una vez estimados los coeficientes, se calculó $d(x) = Y(x + 1) - Y(x)$ para las edades faltantes. Finalmente, se calculó el número de expuestos y la tasa de mortalidad para todas las edades entre 0 y 79, conformando así las tablas 1x5:

$$l(x) = \begin{cases} 100.000, & x = 0 \\ l(x - 1) - d(x - 1), & x \geq 1 \end{cases}$$

$$q_x = \frac{d(x)}{l(x)}$$

Obtención de tablas 1x1 a partir de tablas 1x5

Las tablas quinquenales del INE cubren el período comprendido entre el 1 de julio del primer año hasta el 30 de junio del sexto año, por lo que el momento central del quinquenio es el 1 de enero del tercer año. Se consideró el tercer año como aproximación del año central, es decir los años 1982, 1987, ..., 2002. La tasa de mortalidad del quinquenio se asignó al año central y se utilizó una variación porcentual constante para calcular la tasa de mortalidad para los cuatro años

California y el Instituto de Investigación Demográfica Max Planck (<http://www.mortality.org/>).

⁹ Por convención, se utiliza una población inicial de 100.000 expuestos, lo que determina el valor absoluto del número de fallecidos. Sin embargo, los cálculos son independientes de este valor, pues el valor relevante es la razón entre fallecidos y expuestos.

intermedios entre cada par de años centrales:

$$q_{x,u} = \sqrt[5]{\frac{q_{x,t+5}}{q_{x,t}}} q_{x,u-1}, \quad t < u < t + 5, \quad t \text{ año central}$$

IV. MODELO DE LEE-CARTER

Los autores Lee y Carter (1992) proponen ajustar a la matriz de ratios de mortalidad la función

$$m_{x,t} = \exp(a_x + b_x k_t) + \varepsilon_{xt}$$

o, equivalentemente, la siguiente función a la matriz de los logaritmos

$$\log(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon'_{xt}$$

Para estimar los parámetros del modelo, se recurre al método de descomposición del valor singular (SVD) agregando las restricciones de normalizar b_x para que sumen 1 y de que k_t sumen 0 de forma tal que la solución sea única. Posteriormente, los valores de k_t se ajustan ligeramente para asegurar que el número total de muertes en todas las edades predichas por el modelo en cada año, sea igual al número realmente observado. Finalmente, se debe encontrar un modelo de series de tiempo ARIMA para los valores de los k_t . Se obtiene un buen resultado con un modelo "random walk with drift", definido por la siguiente expresión:

$$k_t = k_{t-1} + \mu + \varepsilon_t$$

APÉNDICE N°2: RESULTADOS TEST ESTADÍSTICOS

Mujeres causantes:

| Test Chi Cuadrado | |
|-------------------|------------|
| Resultado | 8,21237855 |
| Prob. Resultada | 9,997E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Absolutas | |
|-----------------------------|-----------|
| no.>0.67 | 5 |
| Prob. Resultada | 6,457E-06 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Acumuladas | |
|------------------------------|------------|
| Desviaciones Acumuladas | 8,15626259 |
| Varianza Estimada | 5168,6432 |
| Estadístico | 0,11344959 |
| Prob. Resultada | 5,452E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de signos | |
|---------------------|-----------|
| N° Signos Positivos | 21 |
| Prob. Resultada | 8,785E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Cambio de Signos | |
|--------------------------|-----------|
| N° de Cambios de Signos | 23 |
| Prob. Resultada | 9,795E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Stevens | |
|---------------------|------------|
| N° Grupos Positivos | 12 |
| N° Signos Positivos | 21 |
| N° Signos Negativos | 15 |
| media | 9,33333333 |
| Varianza | 2,12673611 |
| Estadístico | 1,8285714 |
| Prob. Resultada | 9,663E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Desviaciones Estandarizadas | | | | | |
|-------------------------------------|--------|------------|----------|------|--------------|
| | Actual | | Esperada | | Chi Cuadrado |
| | N° | % | N° | % | |
| hasta -3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -3 to -2 | 0 | 0 | 0,72 | 0,02 | 0,72 |
| -2 to -1 | 1 | 0,02777778 | 5,04 | 0,14 | 3,238412698 |
| -1 to 0 | 14 | 0,38888889 | 12,24 | 0,34 | 0,253071895 |
| 0 to 1 | 21 | 0,58333333 | 12,24 | 0,34 | 6,269411765 |
| 1 to 2 | 0 | 0 | 5,04 | 0,14 | 5,04 |
| 2 to 3 | 0 | 0 | 0,72 | 0,02 | 0,72 |
| sobre 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| total | | 16,2408964 | | | |
| Prob. Resultada | | 0,00618892 | | | |
| ¿Pasa Test? | | NO | | | |

Mujeres beneficiarias:

| Test Chi Cuadrado | |
|-------------------|-------------|
| Resultado | 39,60548090 |
| Prob. Resultada | 4,429E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Absolutas | |
|-----------------------------|-----------|
| no.>0.67 | 23 |
| Prob. Resultada | 3,877E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Acumuladas | |
|------------------------------|-------------|
| Desviaciones Acumuladas | 45,61557686 |
| Varianza Estimada | 22737,5299 |
| Estadístico | 0,30251125 |
| Prob. Resultada | 6,189E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de signos | |
|---------------------|-----------|
| N° Signos Positivos | 23 |
| Prob. Resultada | 3,877E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Cambio de Signos | |
|--------------------------|-----------|
| N° de Cambios de Signos | 25 |
| Prob. Resultada | 6,673E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Stevens | |
|---------------------|-------------|
| N° Grupos Positivos | 13 |
| N° Signos Positivos | 23 |
| N° Signos Negativos | 26 |
| media | 12,67346939 |
| Varianza | 3,03958385 |
| Estadístico | 0,1872910 |
| Prob. Resultada | 5,743E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Desviaciones Estandarizadas | | | | | |
|-------------------------------------|--------|------------|----------|------|--------------|
| | Actual | | Esperada | | Chi Cuadrado |
| | N° | % | N° | % | |
| hasta -3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| -3 to -2 | 0 | 0,00% | 0,98 | 0,02 | 0,98 |
| -2 to -1 | 4 | 8,16% | 6,86 | 0,14 | 1,192361516 |
| -1 to 0 | 22 | 44,90% | 16,66 | 0,34 | 1,711620648 |
| 0 to 1 | 12 | 24,49% | 16,66 | 0,34 | 1,303457383 |
| 1 to 2 | 10 | 20,41% | 6,86 | 0,14 | 1,437259475 |
| 2 to 3 | 1 | 2,04% | 0,98 | 0,02 | 0,000408163 |
| sobre 3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| total | | 6,62510719 | | | |
| Prob. Resultada | | 0,25004729 | | | |
| ¿Pasa Test? | | SI | | | |

Mujeres inválidas:

| Test Chi Cuadrado | |
|--------------------------|-------------|
| Resultado | 47,14010824 |
| Prob. Resultada | 3,070E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Absolutas | |
|------------------------------------|-----------|
| no.>0.67 | 29 |
| Prob. Resultada | 7,949E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Acumuladas | |
|-------------------------------------|-------------|
| Desviaciones Acumuladas | 45,46356125 |
| Varianza Estimada | 5469,1518 |
| Estadístico | 0,61475697 |
| Prob. Resultada | 7,306E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de signos | |
|-----------------------|-----------|
| N° Signos Positivos | 26 |
| Prob. Resultada | 5,000E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Cambio de Signos | |
|---------------------------------|-----------|
| N° de Cambios de Signos | 23 |
| Prob. Resultada | 2,442E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Stevens | |
|------------------------|-------------|
| N° Grupos Positivos | 12 |
| N° Signos Positivos | 26 |
| N° Signos Negativos | 27 |
| media | 13,73584906 |
| Varianza | 3,31014193 |
| Estadístico | -0,9540885 |
| Prob. Resultada | 1,700E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Desviaciones Estandarizadas | | | | | |
|--|------------|--------|----------|------|--------------|
| | Actual | | Esperada | | Chi Cuadrado |
| | N° | % | N° | % | |
| hasta -3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| -3 to -2 | 0 | 0,00% | 1,06 | 0,02 | 1,06 |
| -2 to -1 | 6 | 11,32% | 7,42 | 0,14 | 0,271752022 |
| -1 to 0 | 21 | 39,62% | 18,02 | 0,34 | 0,492807991 |
| 0 to 1 | 15 | 28,30% | 18,02 | 0,34 | 0,506126526 |
| 1 to 2 | 11 | 20,75% | 7,42 | 0,14 | 1,727277628 |
| 2 to 3 | 0 | 0,00% | 1,06 | 0,02 | 1,06 |
| sobre 3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| total | 5,11796417 | | | | |
| Prob. Resultada | 0,40165411 | | | | |
| ¿Pasa Test? | SI | | | | |

Hombres causantes y beneficiarios no inválidos:

| Test Chi Cuadrado | |
|--------------------------|-------------|
| Resultado | 26,69956595 |
| Prob. Resultada | 7,727E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Absolutas | |
|------------------------------------|-----------|
| no.>0.67 | 22 |
| Prob. Resultada | 6,196E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Acumuladas | |
|-------------------------------------|-------------|
| Desviaciones Acumuladas | 26,84303606 |
| Varianza Estimada | 32467,8975 |
| Estadístico | 0,14897197 |
| Prob. Resultada | 5,592E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de signos | |
|-----------------------|-----------|
| N° Signos Positivos | 18 |
| Prob. Resultada | 1,802E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Cambio de Signos | |
|---------------------------------|-----------|
| N° de Cambios de Signos | 19 |
| Prob. Resultada | 3,220E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Stevens | |
|------------------------|-------------|
| N° Grupos Positivos | 10 |
| N° Signos Positivos | 18 |
| N° Signos Negativos | 25 |
| media | 10,88372093 |
| Varianza | 2,54694555 |
| Estadístico | -0,5537393 |
| Prob. Resultada | 2,899E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Desviaciones Estandarizadas | | | | | |
|--|--------|------------|----------|------|--------------|
| | Actual | | Esperada | | Chi Cuadrado |
| | N° | % | N° | % | |
| hasta -3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| -3 to -2 | 0 | 0,00% | 0,86 | 0,02 | 0,86 |
| -2 to -1 | 3 | 6,98% | 6,02 | 0,14 | 1,515016611 |
| -1 to 0 | 22 | 51,16% | 14,62 | 0,34 | 3,725335157 |
| 0 to 1 | 10 | 23,26% | 14,62 | 0,34 | 1,45994528 |
| 1 to 2 | 8 | 18,60% | 6,02 | 0,14 | 0,651229236 |
| 2 to 3 | 0 | 0,00% | 0,86 | 0,02 | 0,86 |
| sobre 3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| total | | 9,07152628 | | | |
| Prob. Resultada | | 0,106245 | | | |
| ¿Pasa Test? | | SI | | | |

Hombres inválidos:

| Test Chi Cuadrado | |
|--------------------------|-------------|
| Resultado | 35,12415759 |
| Prob. Resultada | 8,991E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Absolutas | |
|------------------------------------|-----------|
| no.>0.67 | 16 |
| Prob. Resultada | 6,318E-04 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test Desviaciones Acumuladas | |
|-------------------------------------|-------------|
| Desviaciones Acumuladas | 36,48026167 |
| Varianza Estimada | 12996,3999 |
| Estadístico | 0,31999737 |
| Prob. Resultada | 6,255E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de signos | |
|-----------------------|-----------|
| N° Signos Positivos | 31 |
| Prob. Resultada | 7,865E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Cambio de Signos | |
|---------------------------------|-----------|
| N° de Cambios de Signos | 31 |
| Prob. Resultada | 8,252E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Stevens | |
|------------------------|-------------|
| N° Grupos Positivos | 16 |
| N° Signos Positivos | 31 |
| N° Signos Negativos | 26 |
| media | 14,68421053 |
| Varianza | 3,50788637 |
| Estadístico | 0,7025280 |
| Prob. Resultada | 7,588E-01 |
| ¿Pasa Test? | SI |

| Test de Desviaciones Estandarizadas | | | | | |
|--|------------|--------|----------|------|--------------|
| | Actual | | Esperada | | Chi Cuadrado |
| | N° | % | N° | % | |
| hasta -3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| -3 to -2 | 1 | 1,75% | 1,14 | 0,02 | 0,017192982 |
| -2 to -1 | 3 | 5,26% | 7,98 | 0,14 | 3,107819549 |
| -1 to 0 | 22 | 38,60% | 19,38 | 0,34 | 0,354200206 |
| 0 to 1 | 26 | 45,61% | 19,38 | 0,34 | 2,261320949 |
| 1 to 2 | 4 | 7,02% | 7,98 | 0,14 | 1,985012531 |
| 2 to 3 | 1 | 1,75% | 1,14 | 0,02 | 0,017192982 |
| sobre 3 | 0 | 0,00% | 0,00 | 0 | 0 |
| total | 7,7427392 | | | | |
| Prob. Resultada | 0,17099532 | | | | |
| ¿Pasa Test? | SI | | | | |