



SUPERINTENDENCIA DE PENSIONES

NCG N° 306

COMISIÓN PARA EL MERCADO FINANCIERO

NCG N° 495

24 de febrero de 2023

VISTOS: Lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N° 3.500, de 1980, en el artículo 20 del D.F.L. N° 251, de 1931; y las facultades que confiere la Ley a la Superintendencia de Pensiones, en particular el artículo 94 número 6 del D.L. N° 3.500 de 1980 y el artículo 47 N° 6 de la Ley N° 20.255; las facultades que confiere a la Comisión para el Mercado Financiero el número 1 del artículo 5, el número 3 del artículo 20 y el número 1 del artículo 21, todos del Decreto Ley N° 3.538 que crea la Comisión para el Mercado Financiero; y lo acordado por el Consejo de la Comisión en Sesión Ordinaria N° 328 de 23 de febrero de 2023, se imparten las siguientes instrucciones de cumplimiento obligatorio para todas las Administradoras de Fondos de Pensiones y Compañías de Seguros 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.

REF.: **FIJA TABLAS DE MORTALIDAD CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES), RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES), Y MI-M-2020 (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 D.F.L. N°251, de 1931, la Superintendencia de Pensiones y la Comisión para el Mercado Financiero, han estimado necesario reemplazar las actuales tablas de mortalidad CB-H-2014 (hombres), MI-H-2014 (hombres), RV-M-2014 (mujeres), B-M-2014 (mujeres) y MI-M-2014 (mujeres), para lo cual se establece el uso de las siguientes tablas de mortalidad:
 - CB-H-2020 (hombres), tratándose de pensionados por vejez y beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad CB-H-2014 (hombres).
 - MI-H-2020 (hombres), tratándose de pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad MI-H-2014 (hombres).
 - RV-M-2020 (mujeres) tratándose de pensionadas por vejez, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad RV-M-2014 (mujeres).
 - B-M-2020 (mujeres) tratándose de beneficiarias no inválidas de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad B-M-2014 (mujeres).
 - MI-M-2020 (mujeres) tratándose de pensionadas por invalidez y beneficiarias inválidas de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad MI-M-2014 (mujeres).
2. Las tablas señaladas se definen con sus correspondientes tasas de mortalidad " q_x " y factores de mejoramiento " $AA_{x,t}$ " 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-2020 (hombres), MI-H-2020 (hombres), RV-M-2020 (mujeres), B-M-2020 (mujeres) y MI-M-2020 (mujeres), deberán ser utilizadas por un período máximo de 6 años a contar del 1 de julio de 2023, 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 la Superintendencia de Pensiones y de la Comisión para el Mercado Financiero 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 IX. Tablas de mortalidad CB-H-2020 (hombres), MI-H-2020 (hombres), RV-M-2020 (mujeres), B-M-2020 (mujeres) y MI-M-2020 (mujeres)” y Anexos Nos. 9 y 10, respectivamente.

BERNARDITA PIEDRABUENA KEYMER
PRESIDENTA (S)
COMISIÓN PARA EL MERCADO FINANCIERO

MARIO VALDERRAMA VENEGAS
SUPERINTENDENTE (S)
SUPERINTENDENCIA DE PENSIONES

ANEXO N°1
TABLAS DE MORTALIDAD

**CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES),
RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES) Y MI-M-2020 (MUJERES)**

TASAS DE MORTALIDAD TABLA CB-H-2020 HOMBRES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00615389	37	0,00134972	74	0,02509463
1	0,00033059	38	0,00140045	75	0,02759147
2	0,00020027	39	0,00146303	76	0,03042069
3	0,00016324	40	0,00152824	77	0,03370086
4	0,00013858	41	0,00159883	78	0,03753135
5	0,00012713	42	0,00167081	79	0,04197432
6	0,00011835	43	0,00175017	80	0,04705341
7	0,00011448	44	0,00181694	81	0,05276583
8	0,00011199	45	0,00188731	82	0,05909693
9	0,00011110	46	0,00196093	83	0,06603770
10	0,00011590	47	0,00206894	84	0,07359445
11	0,00013017	48	0,00220012	85	0,08179167
12	0,00015524	49	0,00236134	86	0,09066681
13	0,00019468	50	0,00253168	87	0,10026659
14	0,00025543	51	0,00269979	88	0,11064391
15	0,00034378	52	0,00284852	89	0,12185308
16	0,00045733	53	0,00298635	90	0,13394623
17	0,00058065	54	0,00341192	91	0,14694049
18	0,00069171	55	0,00383437	92	0,16089084
19	0,00077138	56	0,00426407	93	0,17589390
20	0,00082151	57	0,00470880	94	0,19203820
21	0,00085472	58	0,00516799	95	0,20942565
22	0,00088217	59	0,00563457	96	0,22796697
23	0,00090579	60	0,00609723	97	0,24776166
24	0,00092329	61	0,00655021	98	0,26884783
25	0,00094582	62	0,00700265	99	0,29125467
26	0,00097728	63	0,00749003	100	0,31500223
27	0,00101871	64	0,00808263	101	0,34009891
28	0,00105387	65	0,00887369	102	0,36653715
29	0,00107800	66	0,00994236	103	0,39429345
30	0,00109986	67	0,01130275	104	0,42332635
31	0,00113386	68	0,01291550	105	0,45356980
32	0,00118080	69	0,01471579	106	0,48373394
33	0,00122701	70	0,01663557	107	0,51474998
34	0,00126105	71	0,01862981	108	0,54647008
35	0,00128672	72	0,02068394	109	0,57871949
36	0,00131243	73	0,02282019	110	1

TASAS DE MORTALIDAD TABLA MI-H-2020 HOMBRES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00615389	37	0,00888421	74	0,05300223
1	0,00129894	38	0,00945816	75	0,05576938
2	0,00078692	39	0,01000455	76	0,05883288
3	0,00064142	40	0,01053037	77	0,06222874
4	0,00054454	41	0,01104406	78	0,06599276
5	0,00049954	42	0,01155570	79	0,07016139
6	0,00046505	43	0,01207690	80	0,07477011
7	0,00044981	44	0,01262050	81	0,07985349
8	0,00044003	45	0,01319980	82	0,08544330
9	0,00043653	46	0,01382729	83	0,09156926
10	0,00045541	47	0,01451366	84	0,09825936
11	0,00051147	48	0,01526701	85	0,10554213
12	0,00060996	49	0,01609235	86	0,11344678
13	0,00076494	50	0,01699141	87	0,12200457
14	0,00100365	51	0,01796279	88	0,13125043
15	0,00135077	52	0,01900242	89	0,14122256
16	0,00179698	53	0,02010484	90	0,15196163
17	0,00228149	54	0,02126387	91	0,16466825
18	0,00271789	55	0,02247345	92	0,17865399
19	0,00303094	56	0,02372737	93	0,19405550
20	0,00322792	57	0,02501968	94	0,21102628
21	0,00335843	58	0,02634452	95	0,22744159
22	0,00346626	59	0,02769675	96	0,24501939
23	0,00355905	60	0,02907171	97	0,26380483
24	0,00362782	61	0,03046543	98	0,28383839
25	0,00371804	62	0,03187440	99	0,30515244
26	0,00384671	63	0,03329659	100	0,32777121
27	0,00401964	64	0,03473262	101	0,35170844
28	0,00417469	65	0,03618686	102	0,37696289
29	0,00429485	66	0,03766834	103	0,40351871
30	0,00441634	67	0,03919136	104	0,43134325
31	0,00459743	68	0,04077525	105	0,46038050
32	0,00543086	69	0,04244323	106	0,48933787
33	0,00621216	70	0,04422136	107	0,51917853
34	0,00694472	71	0,04613707	108	0,54976740
35	0,00763182	72	0,04821882	109	0,58094291
36	0,00827700	73	0,05049662	110	1

TASAS DE MORTALIDAD TABLA RV-M-2020 MUJERES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
20	0,00029952	51	0,00115009	82	0,03413511
21	0,00030583	52	0,00119069	83	0,03903435
22	0,00031556	53	0,00121898	84	0,04464604
23	0,00032258	54	0,00127871	85	0,05097209
24	0,00032455	55	0,00138922	86	0,05797832
25	0,00031921	56	0,00154321	87	0,06560245
26	0,00031828	57	0,00170081	88	0,07377135
27	0,00032673	58	0,00183917	89	0,08241111
28	0,00034572	59	0,00198981	90	0,09150302
29	0,00036353	60	0,00219050	91	0,10200996
30	0,00037948	61	0,00247535	92	0,11442132
31	0,00039501	62	0,00280955	93	0,12945944
32	0,00041768	63	0,00329686	94	0,14444079
33	0,00044228	64	0,00377853	95	0,16064069
34	0,00046314	65	0,00428922	96	0,17803895
35	0,00048457	66	0,00483241	97	0,19658735
36	0,00051105	67	0,00545658	98	0,21620824
37	0,00054740	68	0,00619168	99	0,23679390
38	0,00057798	69	0,00706489	100	0,25820660
39	0,00060346	70	0,00805878	101	0,28028095
40	0,00062620	71	0,00909613	102	0,30283087
41	0,00065615	72	0,01011759	103	0,32565308
42	0,00069218	73	0,01116790	104	0,34853795
43	0,00072911	74	0,01237253	105	0,37127256
44	0,00077308	75	0,01384778	106	0,39228009
45	0,00082333	76	0,01566806	107	0,41260273
46	0,00087828	77	0,01783194	108	0,43208425
47	0,00092576	78	0,02030533	109	0,45059694
48	0,00097078	79	0,02309420	110	1
49	0,00102412	80	0,02625989		
50	0,00109064	81	0,02990436		

TASAS DE MORTALIDAD TABLA B-M 2020 MUJERES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00520685	37	0,00064720	74	0,01618717
1	0,00026788	38	0,00070072	75	0,01801218
2	0,00018250	39	0,00075235	76	0,02012138
3	0,00014444	40	0,00080460	77	0,02256430
4	0,00012300	41	0,00086762	78	0,02538563
5	0,00011121	42	0,00094045	79	0,02861516
6	0,00010204	43	0,00101809	80	0,03226591
7	0,00009588	44	0,00110685	81	0,03633878
8	0,00009156	45	0,00120618	82	0,04083783
9	0,00009045	46	0,00131463	83	0,04579190
10	0,00009324	47	0,00142024	84	0,05126211
11	0,00010416	48	0,00152820	85	0,05733618
12	0,00012032	49	0,00164944	86	0,06411941
13	0,00014597	50	0,00178898	87	0,07172129
14	0,00018358	51	0,00192678	88	0,08024303
15	0,00022275	52	0,00213999	89	0,08976822
16	0,00025113	53	0,00229886	90	0,10035782
17	0,00026774	54	0,00245822	91	0,11218766
18	0,00028251	55	0,00264406	92	0,12516723
19	0,00029124	56	0,00285933	93	0,13930244
20	0,00029952	57	0,00309018	94	0,15458956
21	0,00030583	58	0,00332674	95	0,17102063
22	0,00031556	59	0,00358077	96	0,18859873
23	0,00032258	60	0,00388328	97	0,20736731
24	0,00032455	61	0,00426249	98	0,22725912
25	0,00031943	62	0,00473281	99	0,24810084
26	0,00031916	63	0,00529520	100	0,26965189
27	0,00032892	64	0,00593922	101	0,29180218
28	0,00035010	65	0,00664727	102	0,31435996
29	0,00037120	66	0,00739730	103	0,33711869
30	0,00039177	67	0,00818749	104	0,35986825
31	0,00041344	68	0,00903078	105	0,38239797
32	0,00044401	69	0,00994140	106	0,40309818
33	0,00047848	70	0,01092809	107	0,42305874
34	0,00051142	71	0,01200910	108	0,44213301
35	0,00054734	72	0,01322081	109	0,46020387
36	0,00059092	73	0,01460199	110	1

TASAS DE MORTALIDAD TABLA MI-M 2020 MUJERES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00520685	37	0,00640596	74	0,03173082
1	0,00297972	38	0,00666234	75	0,03389410
2	0,00202994	39	0,00691595	76	0,03631794
3	0,00160661	40	0,00716907	77	0,03902207
4	0,00136809	41	0,00742494	78	0,04202594
5	0,00123699	42	0,00768750	79	0,04534801
6	0,00113508	43	0,00796108	80	0,04900583
7	0,00106643	44	0,00825007	81	0,05301575
8	0,00101843	45	0,00855865	82	0,05739254
9	0,00100611	46	0,00889043	83	0,06214977
10	0,00103708	47	0,00924853	84	0,06729943
11	0,00115852	48	0,00963574	85	0,07285294
12	0,00133834	49	0,01005472	86	0,07882259
13	0,00162363	50	0,01050802	87	0,08522198
14	0,00204199	51	0,01099794	88	0,09233582
15	0,00247770	52	0,01152633	89	0,10059760
16	0,00279328	53	0,01209411	90	0,11039188
17	0,00297810	54	0,01270083	91	0,12230132
18	0,00314234	55	0,01334418	92	0,13425695
19	0,00323947	56	0,01401963	93	0,14738206
20	0,00333161	57	0,01472064	94	0,16170942
21	0,00340178	58	0,01543935	95	0,17725328
22	0,00350992	59	0,01616775	96	0,19400400
23	0,00358799	60	0,01689870	97	0,21192453
24	0,00360994	61	0,01762726	98	0,23094842
25	0,00355409	62	0,01835148	99	0,25097856
26	0,00355442	63	0,01907373	100	0,27188653
27	0,00366965	64	0,01980141	101	0,29351431
28	0,00391627	65	0,02054718	102	0,31568087
29	0,00416744	66	0,02132889	103	0,33818518
30	0,00446650	67	0,02216850	104	0,36081707
31	0,00476028	68	0,02309064	105	0,38336030
32	0,00504863	69	0,02412095	106	0,40419081
33	0,00533134	70	0,02528467	107	0,42438612
34	0,00560829	71	0,02660582	108	0,44378124
35	0,00587955	72	0,02810666	109	0,46223956
36	0,00614532	73	0,02980829	110	1

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
92	0,008134	0,008171	0,008212	0,008255	0,008301	0,008348	0,008396	0,008442	0,008487	0,008529	0,008567	0,008600	0,008628	0,008649	0,008662	0,008667
93	0,007509	0,007542	0,007580	0,007620	0,007663	0,007706	0,007750	0,007793	0,007834	0,007873	0,007908	0,007939	0,007964	0,007983	0,007996	0,008000
94	0,006883	0,006914	0,006948	0,006985	0,007024	0,007064	0,007104	0,007143	0,007181	0,007216	0,007249	0,007277	0,007300	0,007318	0,007329	0,007333
95	0,006257	0,006285	0,006317	0,006350	0,006386	0,006422	0,006458	0,006494	0,006528	0,006560	0,006590	0,006615	0,006637	0,006653	0,006663	0,006667
96	0,005632	0,005657	0,005685	0,005715	0,005747	0,005780	0,005812	0,005845	0,005875	0,005904	0,005931	0,005954	0,005973	0,005988	0,005997	0,006000
97	0,005006	0,005028	0,005053	0,005080	0,005109	0,005137	0,005167	0,005195	0,005223	0,005248	0,005272	0,005292	0,005309	0,005322	0,005330	0,005333
98	0,004380	0,004400	0,004422	0,004445	0,004470	0,004495	0,004521	0,004546	0,004570	0,004592	0,004613	0,004631	0,004646	0,004657	0,004664	0,004667
99	0,003754	0,003771	0,003790	0,003810	0,003831	0,003853	0,003875	0,003896	0,003917	0,003936	0,003954	0,003969	0,003982	0,003992	0,003998	0,004000
100	0,003129	0,003143	0,003158	0,003175	0,003193	0,003211	0,003229	0,003247	0,003264	0,003280	0,003295	0,003308	0,003318	0,003326	0,003332	0,003333
101	0,002503	0,002514	0,002527	0,002540	0,002554	0,002569	0,002583	0,002598	0,002611	0,002624	0,002636	0,002646	0,002655	0,002661	0,002665	0,002667
102	0,001877	0,001886	0,001895	0,001905	0,001916	0,001927	0,001937	0,001948	0,001958	0,001968	0,001977	0,001985	0,001991	0,001996	0,001999	0,002000
103	0,001251	0,001257	0,001263	0,001270	0,001277	0,001284	0,001292	0,001299	0,001306	0,001312	0,001318	0,001323	0,001327	0,001331	0,001333	0,001333
104	0,000626	0,000629	0,000632	0,000635	0,000639	0,000642	0,000646	0,000649	0,000653	0,000656	0,000659	0,000662	0,000664	0,000665	0,000666	0,000667
105	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
106	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
107	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
108	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
109	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
110	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

* A partir del año 2036, los factores de mejoramiento se mantienen constantes.

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
92	0,011071	0,010899	0,010711	0,010510	0,010301	0,010087	0,009874	0,009666	0,009466	0,009279	0,009110	0,008962	0,008839	0,008746	0,008687	0,008667
93	0,010220	0,010061	0,009887	0,009701	0,009508	0,009311	0,009115	0,008922	0,008738	0,008566	0,008409	0,008272	0,008159	0,008073	0,008019	0,008000
94	0,009368	0,009223	0,009063	0,008893	0,008716	0,008535	0,008355	0,008179	0,008010	0,007852	0,007708	0,007583	0,007479	0,007400	0,007351	0,007333
95	0,008516	0,008384	0,008239	0,008084	0,007923	0,007759	0,007596	0,007435	0,007282	0,007138	0,007008	0,006893	0,006799	0,006728	0,006682	0,006667
96	0,007665	0,007546	0,007415	0,007276	0,007131	0,006984	0,006836	0,006692	0,006554	0,006424	0,006307	0,006204	0,006119	0,006055	0,006014	0,006000
97	0,006813	0,006707	0,006591	0,006468	0,006339	0,006208	0,006077	0,005948	0,005825	0,005710	0,005606	0,005515	0,005439	0,005382	0,005346	0,005333
98	0,005962	0,005869	0,005767	0,005659	0,005546	0,005432	0,005317	0,005205	0,005097	0,004997	0,004905	0,004825	0,004759	0,004709	0,004678	0,004667
99	0,005110	0,005030	0,004943	0,004851	0,004754	0,004656	0,004557	0,004461	0,004369	0,004283	0,004205	0,004136	0,004079	0,004037	0,004009	0,004000
100	0,004258	0,004192	0,004120	0,004042	0,003962	0,003880	0,003798	0,003718	0,003641	0,003569	0,003504	0,003447	0,003400	0,003364	0,003341	0,003333
101	0,003407	0,003354	0,003296	0,003234	0,003169	0,003104	0,003038	0,002974	0,002913	0,002855	0,002803	0,002757	0,002720	0,002691	0,002673	0,002667
102	0,002555	0,002515	0,002472	0,002425	0,002377	0,002328	0,002279	0,002231	0,002185	0,002141	0,002102	0,002068	0,002040	0,002018	0,002005	0,002000
103	0,001703	0,001677	0,001648	0,001617	0,001585	0,001552	0,001519	0,001487	0,001456	0,001428	0,001402	0,001379	0,001360	0,001346	0,001336	0,001333
104	0,000852	0,000838	0,000824	0,000808	0,000792	0,000776	0,000760	0,000744	0,000728	0,000714	0,000701	0,000689	0,000680	0,000673	0,000668	0,000667
105	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
106	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
107	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
108	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
109	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
110	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

* A partir del año 2036, los factores de mejoramiento se mantienen constantes.

Aplicación de los factores de mejoramiento bidimensionales

Las tablas de mortalidad 2020 se conforman de dos componentes, las tasas de mortalidad por edad (q_x) y los factores de mejoramiento por edad y año de proyección ($AA_{x,t}$), por lo que para obtener la probabilidad de fallecimiento de una persona de edad x en el año $año_calculo$, se deberá considerar la siguiente fórmula, la cual es válida para cualquiera de las tablas de mortalidad a utilizar:

$$q_{x,año_calculo} = q_{x,2020} \cdot \prod_{t=2021}^{año_calculo} (1 - AA_{x,t})$$

Donde,

$q_{x,año_calculo}$: probabilidad de fallecimiento mejorada del individuo que tiene x años en el $año_calculo$.

$q_{x,2020}$: probabilidad de fallecimiento para la edad x , la que se obtiene directamente de la tabla de mortalidad 2020 utilizada. Es la probabilidad de que un individuo de x años el año 2020 fallezca antes de llegar a la edad $x + 1$.

$AA_{x,t}$: factor de mejoramiento para la edad x , en cada año t según la tabla de mortalidad 2020 utilizada. Vale destacar que:

- a partir del año 2036, los factores de mejoramiento por edad se mantienen constantes (igual al factor de mejoramiento de 2036) para los años siguientes.
- los factores de mejoramiento se definen en función del sexo del pensionado o beneficiario de pensión, por lo que los factores de mejoramiento de hombres son válidos para las tablas CB-H-2020 y MI-H-2020, mientras que los factores de mejoramiento de mujeres son válidos para las tablas RV-M-2020, B-M-2020 y MI-M-2020.

Por ejemplo, para un pensionado de vejez de 65 años la probabilidad de fallecimiento para el año 2022, considerando las tablas CB-H-2020, se debe calcular de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} q_{65,2022} &= q_{65,2020} \cdot \prod_{t=2021}^{2022} (1 - AA_{65,t}) \\ &= q_{65,2020} \cdot (1 - AA_{65,2021}) \cdot (1 - AA_{65,2022}) \\ &= 0,00887369 \cdot (1 - 0,020144) \cdot (1 - 0,019426) = 0,008526031 \end{aligned}$$

ANEXO N°2
TABLAS DE MORTALIDAD

**CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES),
RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES) Y MI-M-2020 (MUJERES)**

NOTA TÉCNICA

**TABLAS DE MORTALIDAD
CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES),
RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES) Y MI-M-2020 (MUJERES)**

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	2
II. DATOS PARA TASAS DE MORTALIDAD	3
II.1. Fuentes de información	3
II.2. Filtros y limpieza de datos	3
II.3. Consolidación de datos CMF - SP	5
II.4. Composición de los datos	6
III. TASAS DE MORTALIDAD	8
III.1. Metodología de cálculo de las tasas brutas de mortalidad y expuestos	8
III.2. Criterios utilizados para cada tabla de mortalidad	9
III.3. Graduación de tasas de mortalidad en edades centrales	13
III.4. Extrapolación a edades finales	17
III.5. Extrapolación a edades tempranas	20
III.6. Empalmes	24
IV. FACTORES DE MEJORAMIENTO	25
IV.1. Datos utilizados	25
IV.2. Factores de mejoramiento de corto plazo	29
IV.3. Factores de largo plazo	31
IV.4. Convergencia al largo plazo	34
V. EFECTOS DEL COVID-19 EN LOS SUPUESTOS DE MORTALIDAD	36
V.1. Aumento de mortalidad experimentados durante la pandemia	37
V.2. Efectos de enfermedades subyacentes en la mortalidad por COVID-19 y población sobreviviente ...	40
V.3. Efectos a largo plazo del COVID-19 en la mortalidad	41
V.4. Conclusiones respecto a los efectos del COVID-19 en la construcción de tablas de mortalidad	42
APÉNDICE N° 1 MÉTODOS DE EXTRAPOLACIÓN	43
APÉNDICE N° 2 DETALLES METODOLÓGICOS	44
APÉNDICE N° 3 RESULTADOS TEST ESTADÍSTICOS	47
APÉNDICE N° 4 FILTROS UTILIZADOS EN LAS BASES DE DATOS	52

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 de (a) calcular el capital necesario de las pensiones de retiro programado, (b) computar los aportes adicionales con cargo al seguro de invalidez y sobrevivencia (SIS) y (c) determinar las reservas técnicas que deben constituir las aseguradoras por los contratos de seguro de rentas vitalicias y SIS, son fijadas conjuntamente por la Superintendencia de Pensiones (SP) y la Comisión para el Mercado Financiero (CMF).

Por otra parte, las tablas de mortalidad CB-H-2014 (hombres), MI-H-2014 (hombres), RV-M-2014 (mujeres), B-M-2014 (mujeres) y MI-M-2014 (mujeres) han estado en vigencia desde el 1 de julio de 2016.

En virtud de lo anterior, la SP y CMF 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 2023:

- CB-H-2020 (hombres) para pensionados por vejez y beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia.
- MI-H-2020 (hombres) para pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia.
- RV-M-2020 (mujeres) para pensionadas por vejez.
- B-M-2020 (mujeres) para beneficiarias no inválidas de pensión de sobrevivencia.
- MI-M-2020 (mujeres) para pensionadas por invalidez y beneficiarias inválidas de pensión de sobrevivencia.

Para la construcción de las tablas de mortalidad 2020 se contó con el apoyo técnico de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos¹ (OCDE), que brindó recomendaciones basadas en las mejores prácticas internacionales.

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

- a. Obtención y depuración de datos
- b. Cálculo de tasas de mortalidad
- c. 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 2020. Asimismo, se discuten los efectos de la pandemia de COVID-19 en la mortalidad actual y futura.

¹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 38 países miembros. Chile es miembro desde el 2010. Su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

II. DATOS PARA TASAS DE MORTALIDAD

II.1. Fuentes de información

La base de datos utilizada² para la construcción de las tablas se obtuvo de dos fuentes de información que involucran al sistema previsional chileno:

Base de pólizas de renta vitalicia (CMF)

Se utilizó la información de la Circular N° 1.194 a diciembre de 2019, que incluye pólizas de renta vitalicia previsionales (RV) —ya sea como venta directa, o de traspaso o cesión de cartera— y siniestros de invalidez y sobrevivencia según la Circular N° 528. La información incluye tanto causantes de pensión como beneficiarios de pensión a pago (pensiones de sobrevivencia) y potenciales (declarados en renta vitalicia del causante).

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.

Base de pensionados del actual sistema de pensiones del DL. 3.500, de 1980 (SP)

Se ocupó la información de pensionados bajo las modalidades de retiro programado (RP) y renta vitalicia proporcionada mensualmente por las Administradoras de Fondos de Pensiones, mediante la Base de Datos de Afiliados, Cotizantes, 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 pensionados y sus beneficiarios, tanto efectivos como potenciales (es decir, cuando el titular de la pensión está vivo).

Adicionalmente, se obtuvo información de las calificaciones de invalidez proporcionada por las Comisiones Médicas del D.L. 3500, de 1980, y del Sistema de Consultas y Ofertas de Montos de Pensión (SCOMP), para fines de validación y completitud de datos en caso de ser necesario.

II.2. Filtros y limpieza de datos³

Este proceso considera una amplia revisión de inconsistencias a nivel de registro y grupo familiar (pensionado y sus beneficiarios) de los datos de ambas fuentes (SP y CMF). Los principales análisis fueron:

- Verificación de datos tales como sexo, fecha de nacimiento y fecha de fallecimiento a través de los convenios de prestación de servicios de verificación de datos fuera de línea del Servicio de Registro Civil e Identificación (SRCEI) con la CMF y la SP.
- Revisión de inconsistencias de variables tales como el RUN, sexo y fecha de pensión; relaciones de beneficiarios de pensión de sobrevivencia; fechas inválidas y otras.

² La base de datos se encuentra disponible tanto en el sitio web de la CMF como el de la SP.

³ Para un mayor detalle de los filtros aplicados a la base de datos del sistema previsional, véase el APÉNDICE N° 4.

- Revisión de inconsistencias entre variables, tales como fecha de nacimiento e inicio de pensión; fecha de fallecimiento e inicio de pensión; fecha de fallecimiento y fecha de nacimiento, entre otras.
- Revisión de inconsistencias a nivel de grupo familiar, tales como sexo y edad de cónyuges; edad de pensionados e hijos; edad de pensionados y padres beneficiarios, entre otras.
- Eliminación de observaciones con fechas de pensión o nacimiento posteriores al período de construcción (31/12/2018).

Además, se aplicaron algunos filtros particulares a los datos de la SP y la CMF para obtener la población objetivo en cada base de datos. Los filtros más relevantes se resumen a continuación:

SP

- Fecha de pensión por invalidez: se consideran las fechas reportadas por las Comisiones Médicas para expedientes con fecha de solicitud posterior a 2011, asignándose la fecha de la primera resolución por invalidez total y la segunda resolución por invalidez parcial. De esta forma, no se considera el período transitorio de invalidez.
- Filtro de registros en rentas vitalicias (RRVV): se eliminan de las bases de datos de la SP los registros de pensionados y beneficiarios que corresponden a rentas vitalicias ya que están disponibles en las bases de datos de la CMF.

CMF

- Filtro de reaseguro: estos registros se eliminan porque están duplicados en las bases de datos.
- Filtro beneficiarios designados: se excluyeron 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.

Adicionalmente, se realizó un análisis de registros duplicados en cada base, donde después de detectar y corregir inconsistencias entre sexo, fecha de nacimiento, fecha de fallecimiento y fecha de invalidez, se eliminan los registros duplicados. A continuación, se muestra un resumen de los registros eliminados por los filtros para cada base de datos:

Tabla 1. Resumen de registros eliminados según fuente y filtro

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	3.952.854	1.750.486	5.703.340
Filtros de inconsistencia	110.330	21.932	132.262
Filtros de población objetivo ⁴	1.354.814	156.379	1.511.193
Eliminación de duplicados	35.072	21.563	56.635
Total de registros después de filtros	2.452.638	1.550.612	4.003.250

II.3. Consolidación de datos CMF - SP

El proceso de consolidación entre ambas bases de datos también incluyó una serie de filtros para eliminar inconsistencias como:

- Inconsistencias en la edad de pensión con respecto a la fecha de primera pensión⁵.
- Inconsistencias en las variables sexo, fecha de nacimiento y fecha de fallecimiento.
- Inconsistencias en el estado de invalidez informado.

Luego, se eliminan los registros duplicados entre ambas bases de datos, estableciendo la fecha de inicio de la exposición como la fecha más antigua para estos casos.

Tabla 2. Resumen de registros antes y después de la consolidación de datos

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.452.638	1.550.612	4.003.250
Limpieza y duplicados	25.241	3.344	28.585
Registros totales	2.427.397	1.547.268	3.974.665

Posteriormente, se aplican los siguientes filtros solo a la base de datos de la SP:

- **Filtro de Pensión Mínima o Pensión Básica Solidaria (PBS):** se eliminan los registros de causantes y su grupo familiar, cuando no son potenciales usuarios de las tablas de mortalidad. Esto se verificó comparando la pensión del causante con el valor mínimo requerido, a la fecha de solicitud, para contratar una renta vitalicia. Dicho valor se consideró equivalente a la Pensión Mínima con Garantía Estatal vigente a la fecha de solicitud, para solicitudes anteriores a julio de 2008 y equivalente a la Pensión Básica Solidaria para solicitudes posteriores. 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

⁴ Filtros relacionados a fecha de corte, eliminación de registros de RV en base de la SP y eliminación de sobrevivencias puras y reaseguro en base de la CMF.

⁵ Corresponde al mínimo de las fechas de inicio de vigencia de pensión de cada causante de pensión para cada una de las bases de datos (SP, CMF).

del seguro de invalidez y sobrevivencia y con esto sí ser usuarios de las tablas de mortalidad.

- **Filtro inconsistencia saldo-pensión:** se eliminan aquellos registros en los que existe inconsistencia entre los ahorros para la jubilación y el monto de pensión (valores atípicos⁶).

Tabla 3. Resumen de registros luego de consolidación según fuente de información

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.427.397	1.547.268	3.974.665
Registros <PBS	1.390.772	-	1.390.772
Valores atípicos	29.490	-	29.490
Total registros	1.007.135	1.547.268	2.554.403

A continuación, se muestran el número de registros por tipo de tabla:

Tabla 4. Resumen final de registros por tipo de tabla

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	520.435	724.865
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591	472.258	1.542.849
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.170.780	2.554.403

Finalmente, después de aplicar los filtros de consolidación, se juntaron las tablas de causantes y beneficiarios no inválidos para los hombres. De este modo, la base de datos consolidada se compone de los siguientes registros:

Tabla 5. Resumen final de registros por tipo de tabla luego de agrupación de causante/beneficiarios hombres

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	962.516	2.237.537
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591		
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.140.603	2.524.226

II.4. Composición de los datos

La base de datos resultante representa a los siguientes usuarios de las tablas de mortalidad:

Pensionados

- Pensionados no inválidos que pudieron seleccionar entre retiro programado y renta vitalicia.
- Pensionado con invalidez parcial, una vez que su condición de discapacidad haya sido considerada permanente⁷.

⁶ Para mayor detalle ver APÉNDICE N° 4.

⁷ Tres años después de la calificación de invalidez parcial, se realiza una segunda calificación, que puede confirmar la pensión

- Pensionados con invalidez total⁸.

Beneficiarios

- Los familiares de los pensionados, que tienen derecho a pensiones de sobrevivencia. Es posible que ellos mismos sean calificados como inválidos.

Estos usuarios se clasifican inicialmente en seis grupos, según el sexo, tipo de prestación (pensión o sobrevivencia) y el estado de invalidez:

Tabla 6. Grupos de población

Sexo	Grupo
Mujeres	RV-M: Pensionadas no inválidas
	MI-M: Pensionadas y beneficiarias inválidas
	B-M: Beneficiarias no inválidas
Hombres	RV-H: Pensionados no inválidos
	MI-H: Pensionados y beneficiarios inválidos
	B-H: Beneficiarios no inválidos

de invalidez o revocarla.

⁸ Después de la reforma de pensiones del año 2008, todas las pensiones por invalidez total se consideran permanentes, sin necesidad de reevaluación.

III. TASAS DE MORTALIDAD

En esta sección se explica la metodología y las principales decisiones tomadas para calcular las tasas brutas de mortalidad y graduarlas.

III.1. Metodología de cálculo de las tasas brutas de mortalidad y expuestos

III.1.1. Cálculo de expuestos al riesgo

Se realizó un estudio de aniversario a aniversario para cada grupo enumerado en la Tabla 6. Grupos de población, utilizando un período de observación desde los aniversarios de 2014 hasta los de 2019, como se muestra a continuación.

Tabla 7. Variables para el cálculo de expuestos y fallecidos

Variable	Descripción	Cálculo
CYI_i	Año calendario de la fecha de pensión (f.bautizo) para la persona i	Año(fecha pensión) En el caso de los inválidos totales, se considera como inicio de fecha de pensión 3 años después del inicio de pensión
IA_i	Edad a la fecha de pensión para la persona i	Redondear(edad_decimal;0) Edad_decimal= [año(f.bautizo)-año(f.nacimiento)]+[(mes(f.bautizo)-mes(f.nacimiento))/12+[dia(f.bautizo)-dia(f.nacimiento)]/365,25
VYB_i	Recálculo año nacimiento para la persona i	$CYI_i - IA_i$
y_i	Edad en que la persona i comienza a ser observada	Máximo(2014, CYI_i) - VYB_i
z_i	Edad en que la persona i sale del período de observación	2019 - VYB_i
θ_i	Edad exacta de fallecimiento de la persona i	$IA_i +$ fecha exacta de fallecimiento - fecha exacta de pensión $\theta_i = 0$ si la persona i no fallece en el período de observación
ϕ_i	Edad de renuncia para la persona i	Año de renuncia - VYB_i $\phi_i = 0$ si la persona i no renuncia a la pensión en el período de observación

Para el cálculo de la edad asegurada “IA”, el redondeo aproxima al número entero más cercano (edad actuarial). Las fechas exactas de pensión, nacimiento y fallecimiento son expresadas en términos de años decimales, donde el año es la parte entera y el mes y día son la parte decimal.

Las exposiciones y fallecimientos se calculan contando el número de personas que cumplen con los siguientes criterios, para cada edad x :

Tabla 8. Criterios para calcular expuestos y fallecidos

Variable	Criterio
Expuestos (E_x)	$(y_i < x + 1) \wedge (z_i \geq x + 1) \wedge (\theta_i = 0 \mid x < \theta_i) \wedge (\phi_i = 0 \vee x < \phi_i)$
Expuestos hijos no inválidos (E^{hij}_x)	El subgrupo de expuestos a la edad x donde $x < 24$
Fallecidos (θ_x)	El subgrupo de expuestos a la edad x donde $x < \theta_i \leq x+1$

III.1.2. Cálculo de las tasas brutas de mortalidad

Las tasas brutas (q_x°) se calculan como el número de fallecidos sobre los expuestos, para cada edad y grupo:

$$q_x^\circ = \frac{\theta_x}{E_x}$$

Dado que el período de observación es entre 2014 y 2019, el año central de las tasas brutas de mortalidad es el año 2016. Vale destacar que al ser el año central con que se ajustan las tasas de mortalidad el año 2016, una vez ajustadas las tasas de mortalidad suavizadas y los factores de mejoramiento, al momento de publicar las tablas de mortalidad 2020, se actualizan los q_x con los factores de mejoramiento obtenidos, para que el año base sea el año 2020.

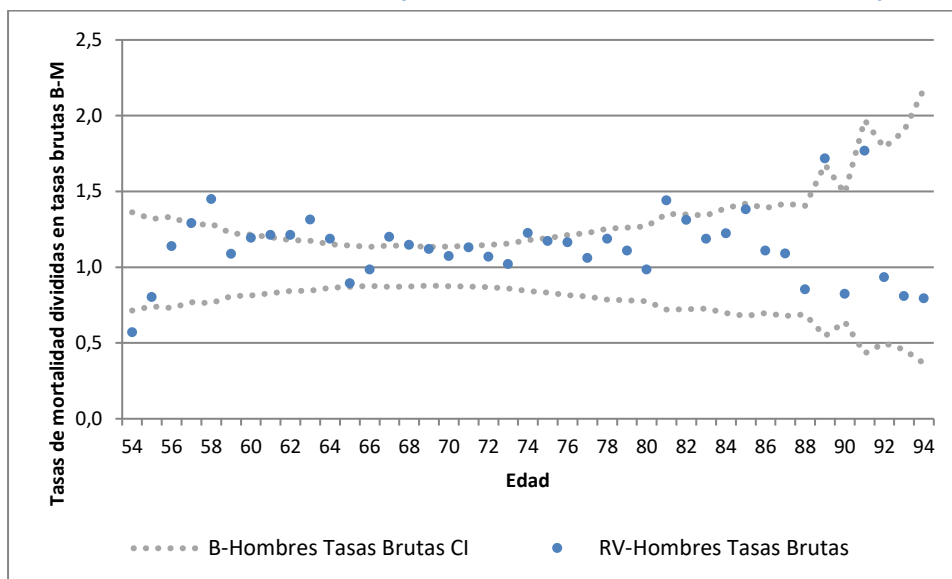
III.2. Criterios utilizados para cada tabla de mortalidad

III.2.1. Pensionados y beneficiarios no inválidos (hombres)

La tabla de mortalidad de pensionados y beneficiarios no inválidos se compone por los hombres pensionados de vejez (no inválidos) y beneficiarios no inválidos. Se decidió agrupar ambas poblaciones debido, principalmente, a que los hombres no inválidos mayores a 24 años tienen derecho a pensión de sobrevivencia solamente desde el año 2008, por lo que no se cuenta con suficiente información histórica para construir una tabla de mortalidad exclusiva para esta población. Por lo tanto, al igual que en las tablas de mortalidad 2014, se combinaron las poblaciones de pensionados no inválidos (tabla RV) y beneficiarios no inválidos (tabla B) para crear la tabla CB para hombres, dado tanto la falta de datos como los niveles similares de mortalidad observados.

El Gráfico 1 compara la mortalidad bruta de las poblaciones RV-H y B-H, a través de un intervalo de confianza (IC) del 95% para las tasas brutas B-H. El ancho del IC da cuenta de la alta variabilidad de las tasas dada la escasez de datos. La mayoría de las tasas brutas de RV-H se encuentran dentro del IC, lo que sugiere que, dada la información disponible, no se puede sostener que existen diferencias significativas en la mortalidad de ambas poblaciones en esas edades. Sin embargo, se observa mayor cercanía de las tasas brutas de RV-H al borde superior del intervalo, excediéndolo en algunos casos. Por lo tanto, en una próxima actualización de las tablas de mortalidad, cuando existan más datos disponibles, se debe reevaluar la pertinencia y factibilidad de contar con tablas individuales para ambas poblaciones.

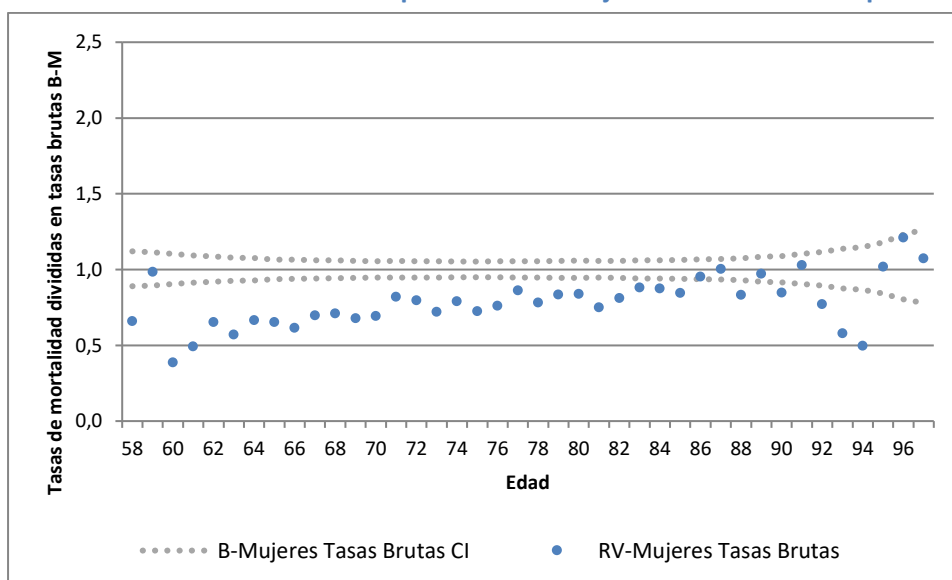
Gráfico 1. Intervalo de confianza para tasas de hombres beneficiarios vs. pensionados



III.2.2. Pensionados y beneficiarios no inválidas (mujeres)

La tabla de pensionadas no inválidas incluye a todas las mujeres pensionadas de vejez. En este caso, se decidió mantener a las pensionadas no inválidas separadas de las beneficiarias no inválidas, ya que el análisis de las tablas de mujeres (RV-M y B-M) arroja resultados diferentes al de los hombres: el IC es más estrecho para las tasas brutas B-M y la mayoría de RV-M queda fuera del intervalo (ver Gráfico 2). Dado el alto volumen de datos de beneficiarias, fue factible y necesario construir una tabla para esa población, dado que su mortalidad difiere claramente de la mortalidad de las pensionadas.

Gráfico 2. Intervalo de confianza para tasas de mujeres beneficiarias vs. pensionadas



III.2.3. Pensionados y beneficiarios de invalidez (hombres y mujeres)

Las tablas de mortalidad de invalidez, que se componen de los pensionados y beneficiarios de pensión con dictamen de invalidez, consideran tanto las invalideces parciales como totales.

En el caso de los inválidos parciales, empiezan a exponer como pensionados una vez que tienen dictaminada de forma definitiva su condición de invalidez, a través de un segundo dictamen, después del cual pueden acceder a elegir la modalidad de su pensión (retiro programado o renta vitalicia). Esto sucede típicamente tres años después de que se dictamina por primera vez su condición de inválido parcial y tiene relación con que en ese período de tres años se espera la persona evolucione de tres formas posibles: que mejore tras realizar tratamientos, que empeore su grado de invalidez o que se confirme la invalidez parcial de forma permanente, lo que es evaluado tras transcurrir dicho período.

Por otro lado, en el caso de los inválidos totales, a partir de la reforma de pensiones del año 2008, la condición de invalidez es dictaminada de forma definitiva en la primera evaluación por parte de las Comisiones Médicas. En este caso, se observa que para los pensionados de invalidez total los niveles de mortalidad son significativamente mayores durante los primeros años (ver Gráfico 3 y Gráfico 4), esto debido a que la reforma al sistema de pensiones de 2008 eliminó el período transitorio de aquellos pensionados calificados con invalidez total, lo que provocó indirectamente registrar una mayor mortalidad en los primeros tres años de pensión, situación que en las TM2014 no fue capturada completamente debido al período de construcción entre 2008-2013.

Gráfico 3. Tasas brutas de mortalidad para hombres inválidos

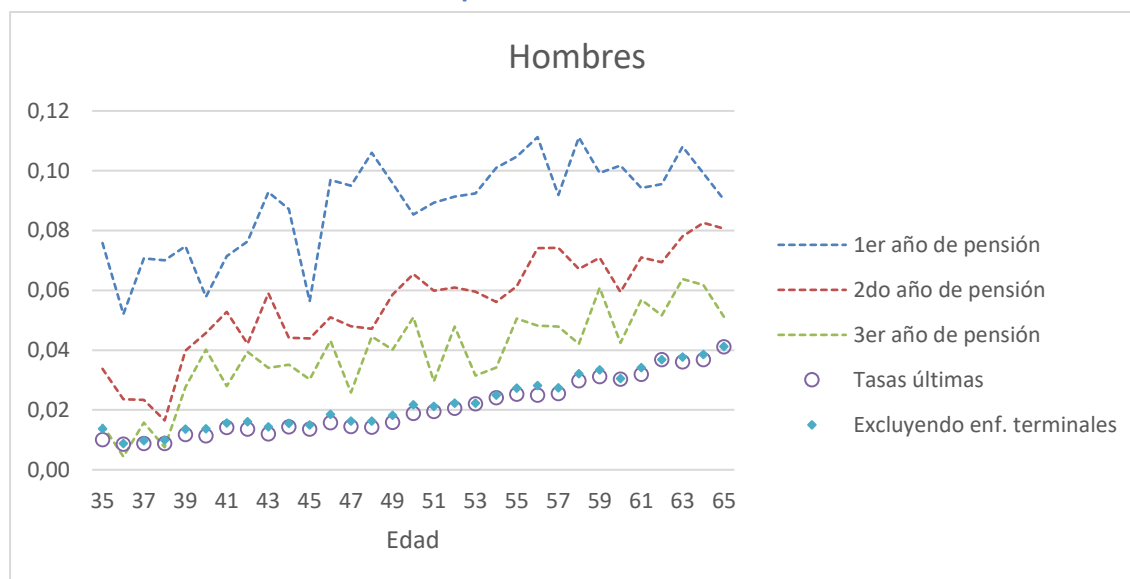
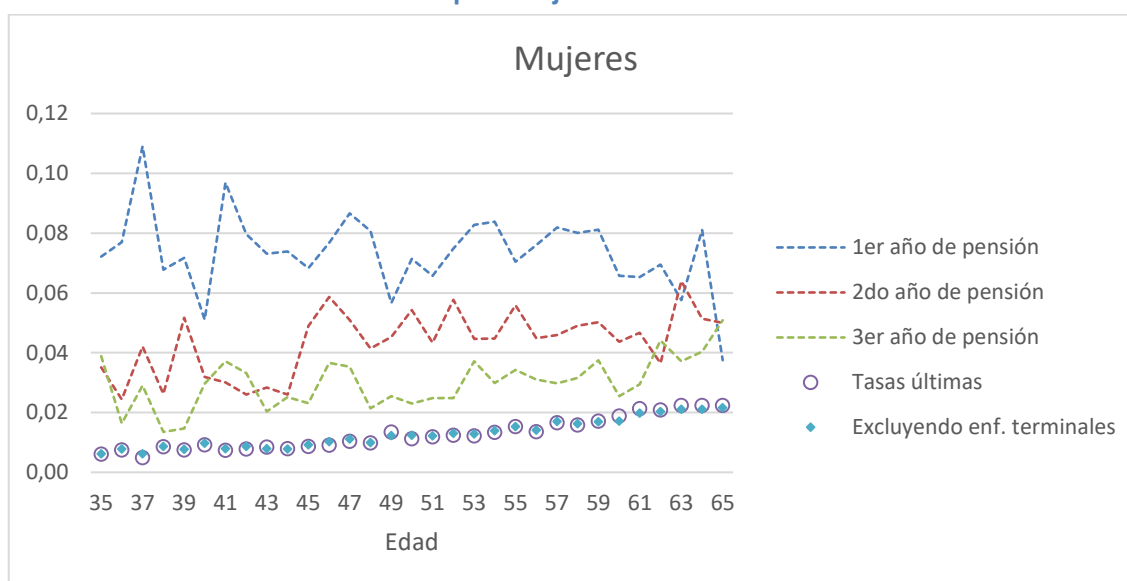


Gráfico 4. Tasas brutas de mortalidad para mujeres inválidas



En el Gráfico 3 y el Gráfico 4, las líneas discontinuas representan la mortalidad bruta de los pensionados por invalidez total durante el primer, segundo y tercer año desde su dictamen de invalidez. Los puntos morados representan la mortalidad bruta de los pensionados por invalidez a partir del cuarto año, es decir, las tasas últimas de mortalidad. Se observa que los primeros tres años la mortalidad es significativamente mayor y se estabiliza en un nivel más bajo a partir del cuarto año de invalidez. Con el fin de entender la causa de la mayor mortalidad inicial, se calcularon tasas brutas de mortalidad de invalidez considerando todos los años de pensión definitiva, pero excluyendo a las personas cuya invalidez fue dictaminada en base a un diagnóstico potencialmente terminal⁹, lo que se grafica con puntos celestes. Se observa que la mortalidad última es muy similar a la mortalidad excluyendo a los enfermos terminales, lo que indica que la mayor mortalidad en los primeros tres años se debe a las personas con diagnósticos potencialmente terminales.

Producto de lo anterior y considerando los efectos de la ley N° 21.309, que establece el beneficio de retiro anticipado de los fondos de pensión en el caso de afiliados y pensionados calificados como enfermos terminales, se utilizan tasas últimas en invalidez, que son las que mejor representan la mortalidad estable de esta población. Es decir, se eliminaron los tres primeros años de pensión de los inválidos totales¹⁰. Quienes se acojan a la nueva ley no utilizarán las tablas de mortalidad para determinar el desgaste de sus fondos en RP, ni tampoco tendrán derecho a contratar una pensión bajo la modalidad de renta vitalicia (es decir, la población de pensionados que usarán las tablas de mortalidad de invalidez para el cálculo del RP y la reserva de RRVV excluirá a aquellos pensionados o afiliados calificados como enfermos terminales). Cabe mencionar que se puede acceder a los beneficios de la ley siendo afiliado activo (personas que antes se hubieran pensionado por invalidez ahora se acogerán a esta ley) o pensionado (por ejemplo, personas cuya enfermedad no había entrado todavía en la etapa terminal al momento de la pensión).

⁹ Los diagnósticos potencialmente terminales fueron identificados por la División de Comisiones Médicas de la Superintendencia de Pensiones.

¹⁰ Esto se implementó sumándole 3 años a la fecha de pensión de las personas con invalidez total, al momento de realizar el cálculo de las tasas brutas de mortalidad de invalidez.

III.3. Graduación de tasas de mortalidad en edades centrales

III.3.1. Whittaker Henderson tipo B

Se utilizó el modelo de Whittaker-Henderson (WH) con diferencias de cuarto orden para graduar las tasas brutas en edades centrales. Este modelo calcula un conjunto de tasas de mortalidad graduadas¹¹ minimizando la suma de dos términos, uno que expresa el error en la estimación y otro que expresa la suavidad de las tasas graduadas:

$$\sum W_x \times (tasas_grad - tasas_brutas)^2 + h \times \sum (\Delta^z tasas_grad)^2$$

Este método solo se puede utilizar para las edades centrales, donde hay suficientes datos disponibles. Se utilizó un intervalo de edad continuo con al menos 5 fallecidos en cada edad como entrada inicial para el modelo WH (tasas brutas de mortalidad). La siguiente tabla muestra el volumen de datos disponibles para el proceso de graduación.

Tabla 9. Datos disponibles para la graduación

Sexo	Tabla	Rango de edades centrales	Expuestos	Fallecidos
Mujeres	RV-M: Pensionadas no inválidas	[58, 97]	826.087	8.571
	MI-M: Pensionadas y beneficiarias inválidas	[25, 90]	421.704	5.989
	B-M: Beneficiarias no inválidas	[36, 102]	2.909.279	35.976
Hombres	CB-H: Pensionados y beneficiarios no inválidos	[42, 100]	2.146.071	48.451
	MI-H: Pensionados y beneficiarios inválidos	[22, 94]	596.327	15.910

Para graduar las tasas brutas de mortalidad utilizando WH, se debe tomar una serie de decisiones: intervalo de edad, pesos y parámetros h y z . El rango de edad inicial se redujo cuando fue necesario para obtener un mejor resultado. Los pesos h se establecieron como el recíproco de la varianza de las tasas brutas (q_x^o).

El modelo WH permite al usuario establecer el equilibrio deseado entre bondad de ajuste y suavidad. Se probaron diferentes combinaciones, concluyendo que las diferencias de cuarto orden ($z = 4$) se ajustaban mejor a los datos observados. El coeficiente h se modificó iterativamente hasta obtener una función creciente monótona, con una forma similar a una función exponencial.

La siguiente tabla muestra los parámetros utilizados en el proceso de graduación.

¹¹ La descripción de esta metodología se detalla en el punto I. del APÉNDICE N° 2.

Tabla 10. Parámetros usados en la graduación de las edades centrales

Parámetros	RV-Mujeres	MI-Mujeres	B-Mujeres	CB-Hombres	MI-Hombres
Edades	62-92	29-90	51-98	53-94	31-93
h	1.00E+07	7.00E+09	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+10
z	Grado 4	Grado 4	Grado 4	Grado 4	Grado 4

Los siguientes gráficos muestran las tasas de mortalidad graduadas resultantes para las edades centrales:

Gráfico 5. Mortalidad bruta y graduada – CB-Hombres

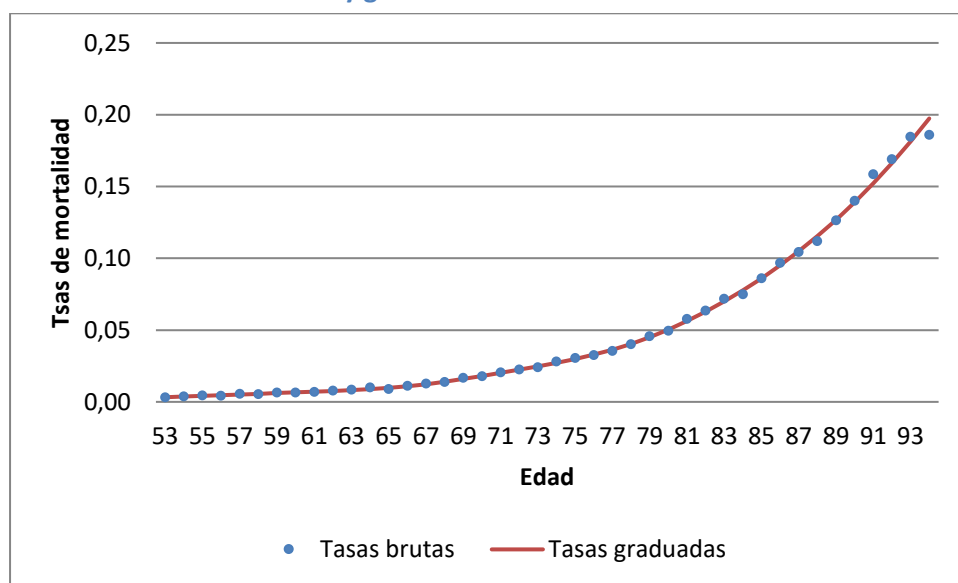


Gráfico 6. Mortalidad bruta y graduada – MI-Hombres

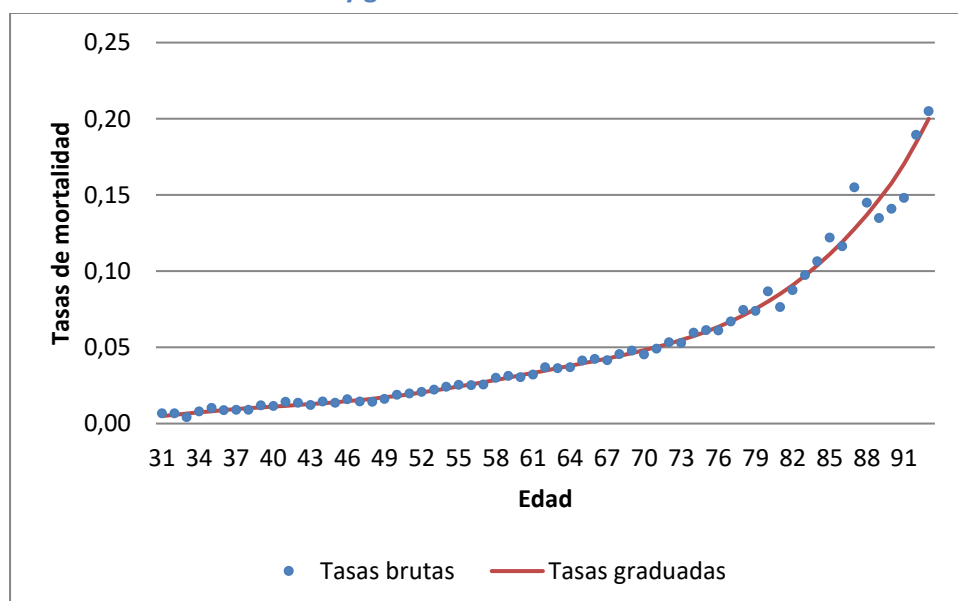


Gráfico 7. Mortalidad bruta y graduada – RV-Mujeres

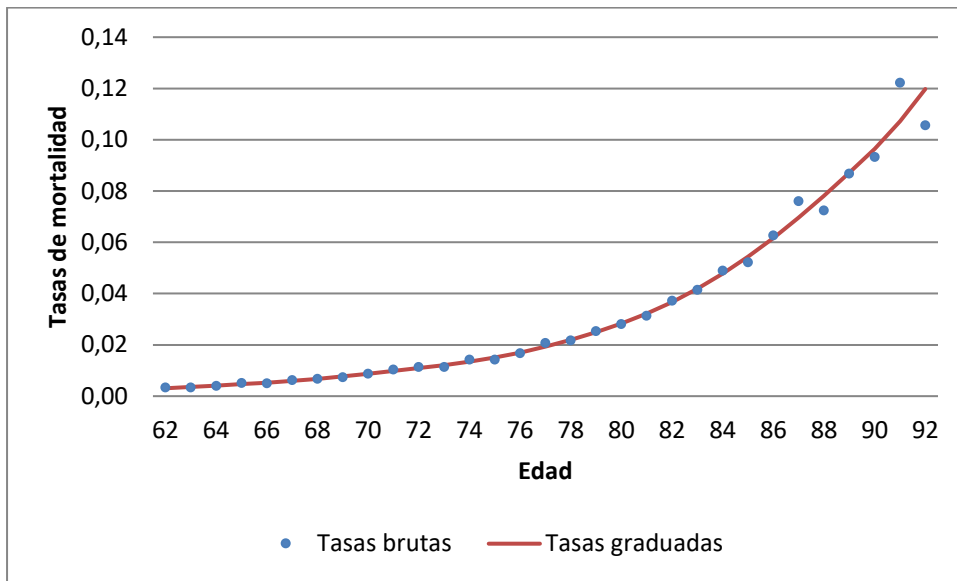


Gráfico 8. Mortalidad bruta y graduada – B-Mujeres

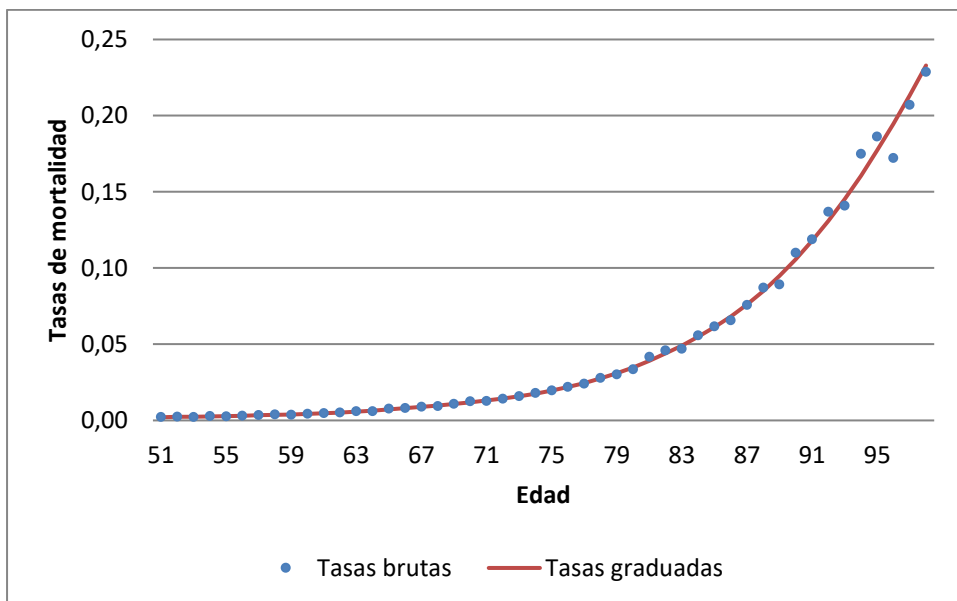
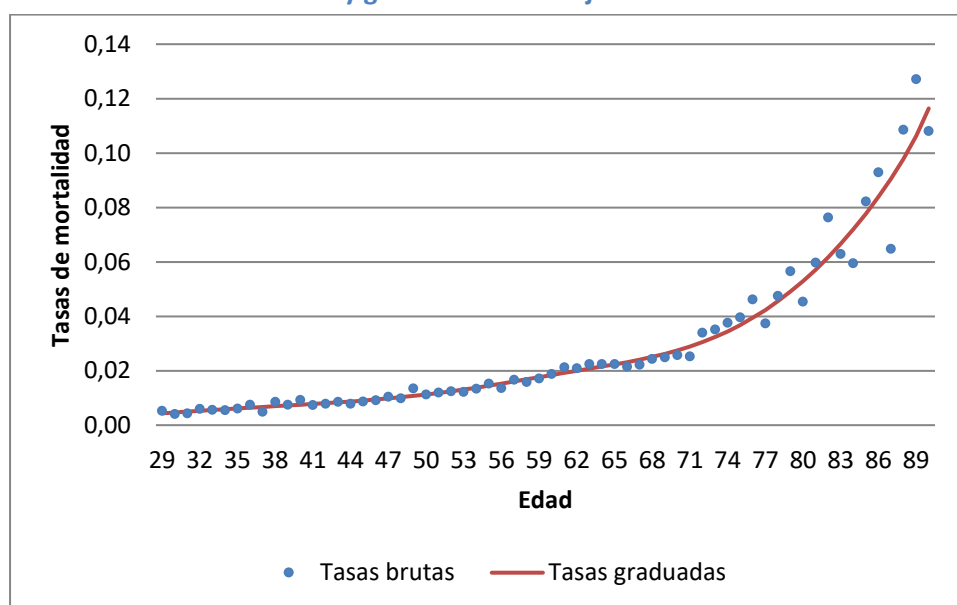


Gráfico 9. Mortalidad bruta y graduada – MI-Mujeres



III.3.2. Test estadísticos

Luego de ajustar las tasas brutas de mortalidad, se verificó que los resultados representan adecuadamente a la población objetivo. Para ello, se utilizaron pruebas estadísticas para mostrar la fiabilidad del ajuste en comparación con los datos observados (la descripción de los tests utilizados está en el APÉNDICE N° 2 y el detalle de sus resultados en el APÉNDICE N° 3).

Tabla 11. Resultado de test estadísticos

Test (alfa = 5%)	RV	MI	B	CB	MI
	Mujeres	Mujeres	Mujeres	Hombres	Hombres
Chi cuadrado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desviaciones estandarizadas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desviaciones absolutas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desviaciones acumuladas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Test de signos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Test de Stevens	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Test de cambio de signos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Como se muestra en la tabla anterior, las tasas de mortalidad graduadas pasaron todas las pruebas para todas las tablas.

III.4. Extrapolación a edades finales

Dado que no existen datos suficientes en edades avanzadas para calibrar las tasas de mortalidad utilizando el modelo WH, se utilizaron modelos paramétricos de mortalidad para extrapolar las tasas de mortalidad a esas edades. Se evaluaron varios modelos y se seleccionó uno para cada tabla, considerando la bondad del ajuste y la consistencia con otras tablas.

Los modelos considerados fueron Gompertz, Makeham, Quadratic, Heligman y Pollard (1ª y 3ª Ley) y Kannisto (ver fórmulas en APÉNDICE N° 1).

Se utilizó un subconjunto de tasas de mortalidad graduadas en las edades centrales para encontrar los parámetros de cada modelo, buscando minimizar el error de estimación. Se probaron diferentes subconjuntos de edades centrales superiores, de entre 10 y 30 edades cada uno, eligiendo el que arrojó mejores resultados para cada tabla. La selección del modelo para cada tabla se basó principalmente en el ajuste (error cuadrático medio mínimo, $[(q_x - q_x^0)/q_x^0]^2$), pero también se tuvo en cuenta la coherencia con otras tablas (actuales y nuevas).

La Tabla 12 muestra los resultados del ajuste según el tipo de tabla y tipo de modelo de mortalidad señalados anteriormente:

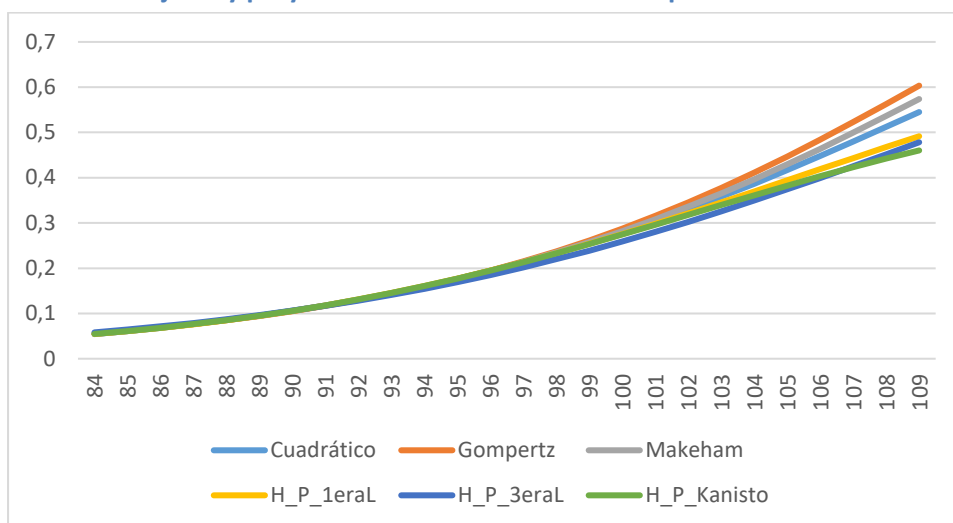
Tabla 12. Error cuadrático medio según tipo de tabla y modelo de extrapolación

Modelo	CB-Hombres	MI-Hombres	B- Mujeres	RV-Mujeres	MI- Mujeres
Gompertz	0,00247995	0,00290429	0,00112655	0,01178020	0,00001011
Makeham	0,00001039	0,00819499	0,00036493	0,01179223	0,00053650
Cuadrático	0,00002195	0,00010658	0,00022156	0,01122758	0,00000853
Heligman y Pollard (1ra ley)	0,00185759	0,00300819	0,00001330	0,00950531	0,00004728
Heligman y Pollard (3ra ley)	0,00081383	0,27674084	0,02404181	0,01089503	0,03050470
Kannisto	0,00005404	0,00000353	0,00001291	0,00757068	0,00541676
Edades ajustadas (años)	15	17	15	21	12

De esta forma, los criterios de selección para cada modelo de extrapolación fueron los siguientes:

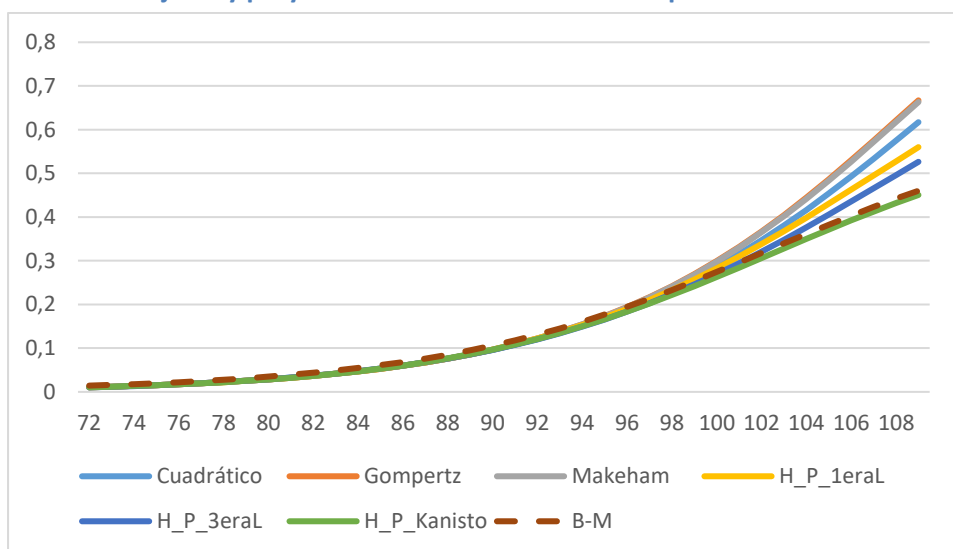
B-M: Esta tabla tiene la edad central más alta graduada usando WH (98 años). Se eligió el modelo con mejor ajuste (Kannisto) y se tomaron en consideración estas tasas extrapoladas para definir el ajuste final de las demás tablas.

Gráfico 10. Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla B-M



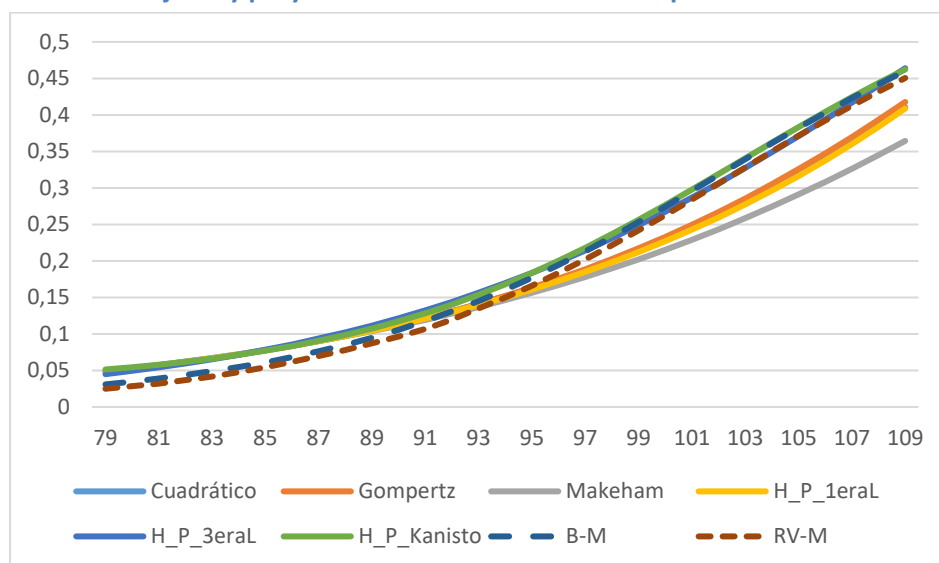
RV-M: Se eligió el modelo con mejor ajuste (Kannisto) y, además, el único que no se cruza con la tabla B-M. El subconjunto de tasas graduadas utilizado se eligió para mantener la brecha entre esta tabla y la tabla B-M.

Gráfico 11. Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla RV-M



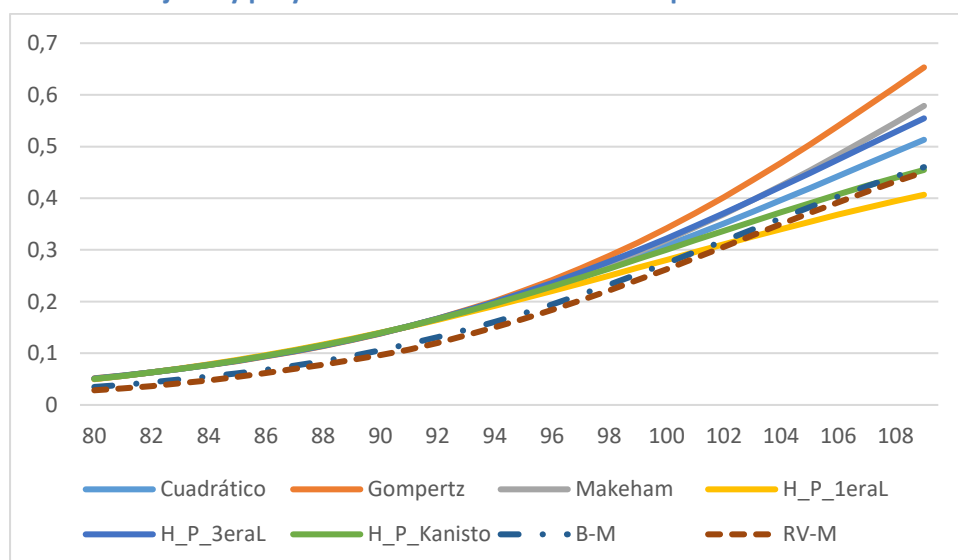
MI-M: Se eligió el modelo (Kannisto) pues es el único modelo que evita un cruce con las tablas B-M y RV-M (el modelo de H&P 3ra ley si bien no cruza a la tabla RV-M, si cruza la tabla B-M en las edades 98-108 y tiene peor ajuste que Kannisto). Asimismo, el modelo de Kannisto permite que la tabla cierre la brecha con la tabla B-M en las edades más altas, sin caer por debajo de ella.

Gráfico 12. Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla MI-M



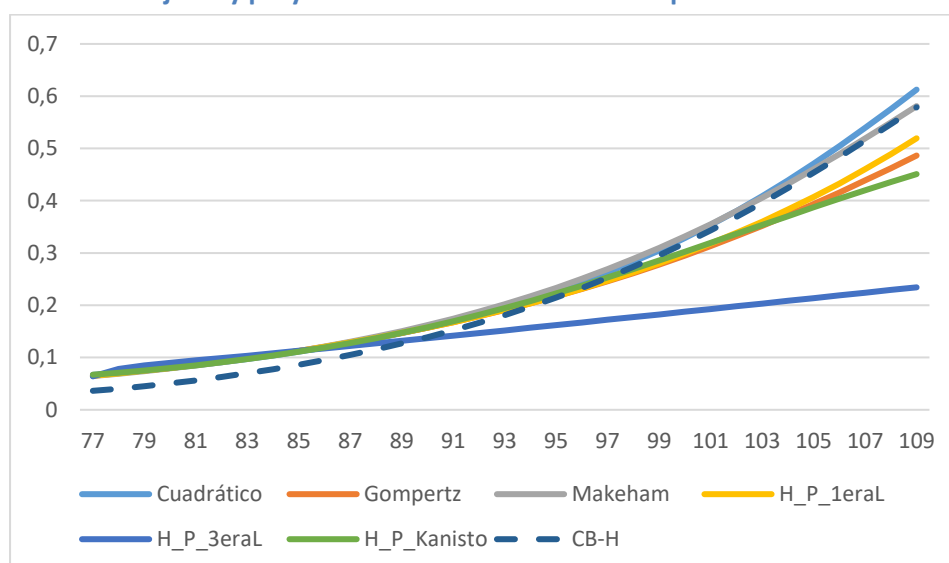
CB-H: Se eligió el modelo con mejor ajuste (Makeham), el cual fue consistente con los modelos ya seleccionados (modelos para las tablas B-M y RV-M).

Gráfico 13. Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla CB-H



MI-H: Si bien el modelo de Kannisto es el de mejor ajuste, este resulta en qx 's que se cruzan con la tabla de CB-H para edades avanzadas (al igual que los modelos Gompertz y H&P 1ra ley) y, por otro lado, el modelo de H&P 3ra ley, además de cruzar la tabla CB-H, también es el de peor ajuste de los seis modelos. De esta forma, de los dos modelos restantes, se escogió el 2do con mejor ajuste (Makeham) pues este es el único que permite cerrar la brecha con la tabla CB-H en las edades más altas, sin caer por debajo de ella.

Gráfico 14. Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla MI-H



Finalmente, la siguiente tabla resume el modelo utilizado para cada tabla, sus parámetros y el número de años de edades centrales utilizadas para ajustarlos:

Tabla 13. Modelos y parámetros usados en la extrapolación de las edades finales

Parámetros	RV-Mujeres	MI- Mujeres	B- Mujeres	CB- Hombres	MI- Hombres
Edades usadas	21 años	12 años	15 años	15 años	17 años
Modelo	Kannisto	Kannisto	Kannisto	Makeham	Makeham
Parámetros	a = 0,0000005298664	a = 0,0000004220276	a = 0,0000005407112	g = 0,9992777	g = 0,9993431
	b = 0,1362084872379	b = 0,1380004046813	b = 0,1364587619521	c = 1,0911105	c = 1,0916681
	c = 0,0011764749642	c = 0,0303702516986	c = 0,007441403097	s = 1,0190779	s = 0,9849173

III.5. Extrapolación a edades tempranas

Dada la naturaleza del sistema de pensiones, los datos son insuficientes o inexistentes en edades tempranas. Hay algunos datos para el grupo de beneficiarios (tablas B-M y CB-H) hasta los 23 años, ya que los hijos pueden solicitar prestaciones de sobrevivientes hasta esa edad, pero su mortalidad es baja, por lo que no se observan suficientes muertes a esas edades. Después de esa edad, las exposiciones caen abruptamente y luego comienzan a aumentar lentamente, a medida que se alcanzan edades más frecuentes para los cónyuges con derecho a beneficios de sobrevivencia, como se muestra en los siguientes gráficos.

Gráfico 15. Expuestos en la tabla B-Mujeres

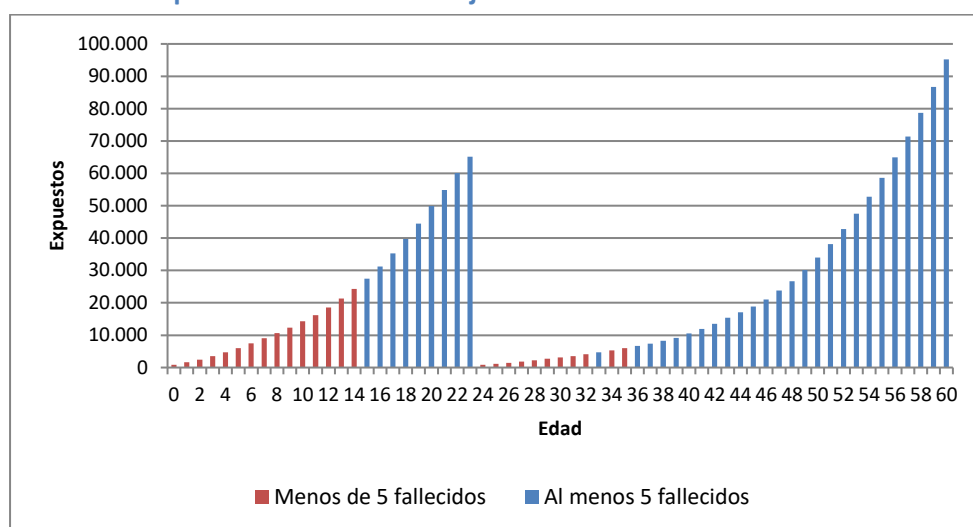
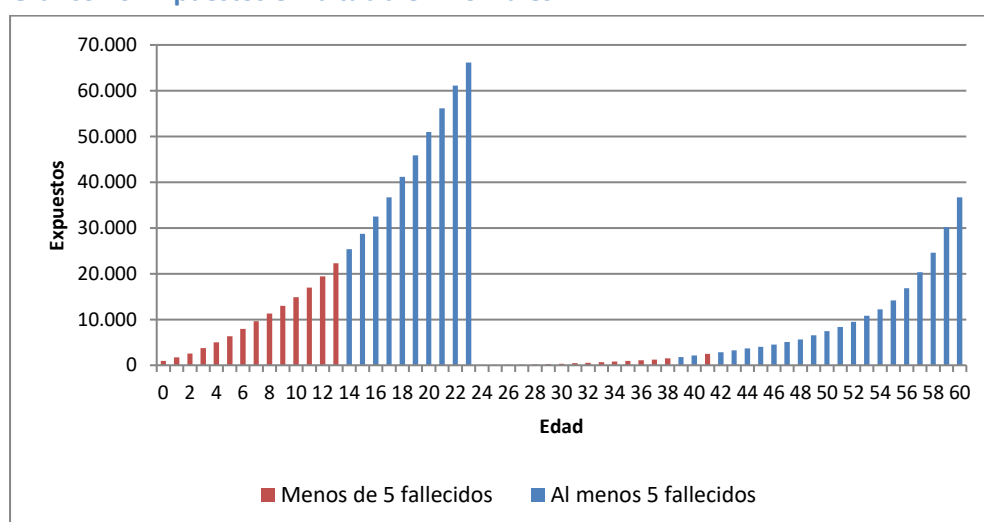


Gráfico 16. Expuestos en la tabla CB-Hombres

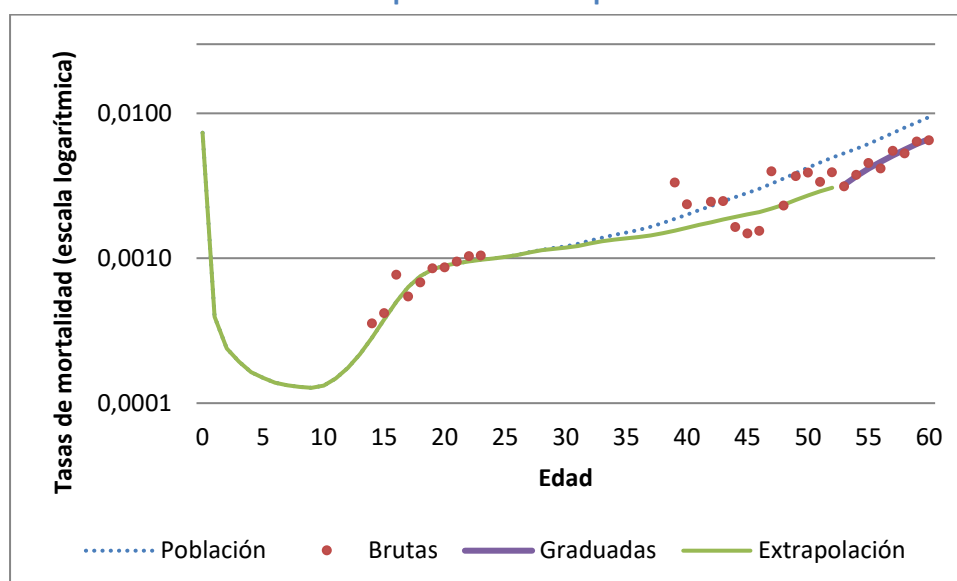


Para seleccionar un método de extrapolación desde las tasas centrales a edades tempranas, se utilizaron las tasas de mortalidad de la población en Chile del año 2016 (el año central para las tasas brutas), proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), las tasas brutas disponibles (de pensionados y beneficiarios de pensión usuarios de las tablas de mortalidad con al menos 5 muertes) y las tasas graduadas en las edades centrales.

III.5.1. Pensionados y beneficiarios no inválidos

Las tasas brutas para el caso de los hombres pensionados y beneficiarios no inválidos siguen de cerca la mortalidad de la población en el primer rango de datos disponibles (de 14 a 23 años). En cambio, las tasas graduadas, que empiezan a los 53 años, muestran una mortalidad menor que la de la población general. Siguiendo los datos observados, se decidió utilizar la mortalidad poblacional hasta los 23 años y luego una interpolación cúbica ad hoc entre los 24 y 52 años cuya fórmula se encuentra detallada en la Tabla 14. El Gráfico 17 muestra los resultados.

Gráfico 17. Tasas de mortalidad para edades tempranas en la tabla CB-Hombres



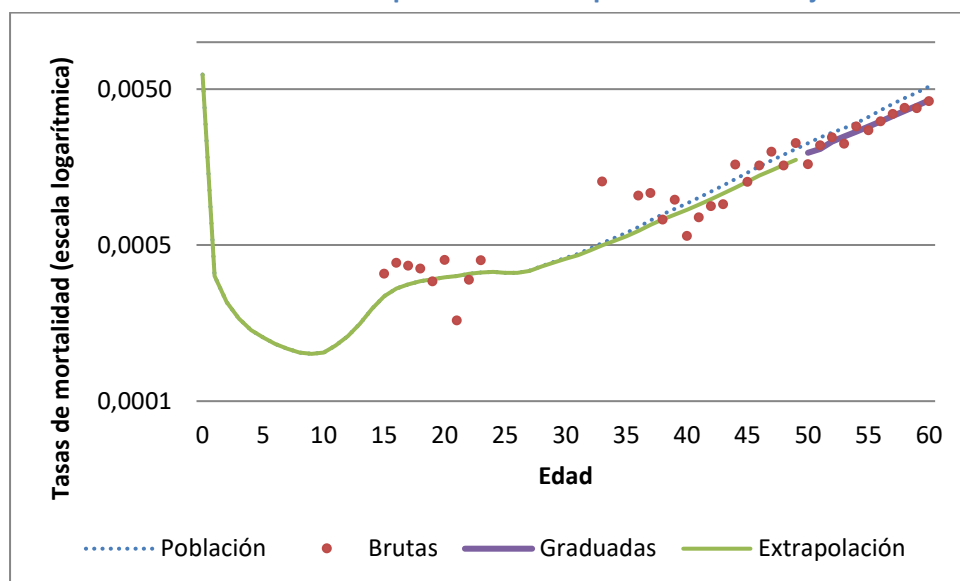
III.5.2. Pensionadas no inválidas

Para las pensionadas no inválidas no hay datos para edades muy jóvenes (con al menos 5 muertes). En el caso de RV-Mujeres se decidió utilizar el mismo supuesto que para los hombres pensionados: nivel de mortalidad poblacional hasta los 23 años e interpolación cúbica ad hoc entre 24 y 61 años detallada en la Tabla 14, llegando con esto al nivel de mortalidad graduado.

III.5.3. Beneficiarias no inválidas

En el caso de las beneficiarias, los datos brutos muestran más variabilidad que en el caso de los hombres. En el primer rango de datos disponibles (de 15 a 23 años), las exposiciones son similares a las de los hombres, pero se observan muchas menos muertes (casi un tercio de las de los hombres), lo que conduce a una mayor variabilidad. Aunque la mortalidad bruta parece más alta que la de la población a edades menores, no se puede confiar en ella debido a su alta variabilidad, por lo que la mortalidad de la población se asumió para edades más jóvenes. Por otro lado, las tasas graduadas, que empiezan a los 51 años, son más bajas que las de la población (aunque la brecha es menor que para beneficiarios hombres), por lo que se utilizó la mortalidad poblacional hasta los 23 años y luego una interpolación cúbica entre los 24 y 50 detallada en Tabla 14. El Gráfico 18 muestra los resultados.

Gráfico 18. Tasas de mortalidad para edades tempranas en la B-Mujeres



III.5.4. Inválidos e inválidas

A diferencia de los casos anteriores, los pensionados inválidos tienen una mortalidad mucho mayor que la de la población. En este caso, el efecto predominante es el estado de invalidez y no la menor mortalidad de los pensionados en comparación con la población general. Parece razonable suponer que este efecto está presente en todas las edades, incluidos los más jóvenes. Por lo tanto, a la mortalidad de la población en edades más tempranas se le aplicó un factor proporcional que da cuenta de la mayor mortalidad de los pensionados y beneficiarios inválidos. En el caso de la edad cero se utilizó la mortalidad de la población, pues la mortalidad es mucho mayor a esa edad y el uso del factor daría lugar a una tasa excesivamente alta. La Tabla 14 presenta el detalle de la fórmula utilizada entre los 1 y 30 años para hombres y entre 1 y 28 años para mujeres.

III.5.5. Fórmulas de interpolación utilizadas

La Tabla 14 resume las fórmulas utilizadas para calcular las tasas de mortalidad en edades tempranas para cada tabla.

Tabla 14. Extrapolación en edades tempranas

Tabla	Edades	Formula
CB-Hombres	0 - 23	$q_{x,INE}$
	24 - 52	$q_{x,INE} - (q_{53,INE} - q_{53,WH}) * \frac{(x - 23)^3 - (x - 23)}{(53 - 23)^3 - (53 - 23)}$
RV-Mujeres	20 - 23	$q_{x,INE}$
	24 - 61	$q_{x,INE} - (q_{62,INE} - q_{62,WH}) * \frac{(x - 23)^3 - (x - 23)}{(62 - 23)^3 - (62 - 23)}$
B-Mujeres	0 - 23	$q_{x,INE}$
	24 - 50	$q_{x,INE} - (q_{51,INE} - q_{51,WH}) * \frac{(x - 23)^3 - (x - 23)}{(51 - 23)^3 - (51 - 23)}$
MI-Hombres	1 - 30 ¹²	$q_{x,INE} * (q_{31,WH}/q_{31,INE})$
MI-Mujeres	1 - 28 ¹²	$q_{x,INE} * (q_{29,WH}/q_{29,INE})$

III.6. Empalmes

Para lograr una transición suave entre las tasas graduadas en las edades centrales y las tasas extrapoladas en las edades avanzadas, se modifican las últimas tres tasas de mortalidad de las edades centrales debido a que esta cantidad es suficiente para lograr este objetivo (considerando, además, el buen ajuste de los modelos de extrapolación ya vistos). La transición se logra a través de un promedio ponderado, donde el peso depende del número de edades ajustadas y de la curva de mayor importancia relativa¹³.

Así, por ejemplo,

- El ajuste del q_x de la edad avanzada x corresponderá a un promedio ponderado entre el q_x de la edad central ajustada por Whittaker-Henderson y el q_x obtenido del modelo paramétrico seleccionado para la extrapolación en edades avanzadas.
- Las ponderaciones utilizadas para modificar las edades avanzadas $x - 1$, x y $x + 1$, son las siguientes: para la edad $x - 1$ se utiliza un peso igual a 1/4 en el caso del q_x obtenido por el método de extrapolación en edades avanzadas, e igual a 3/4 en el caso del q_x ajustado por Whittaker-Henderson, mientras que para la edad x los pesos se igualan (1/2) para ambos q_x y para $x + 1$, se utiliza un peso igual a 3/4 en el caso del q_x obtenido por el método de extrapolación en edades avanzadas, e igual a 1/4 en el caso del q_x ajustado por Whittaker-Henderson.

¹² Para la edad 0 se utiliza la mortalidad poblacional.

¹³ El ajuste de WH tiene mayor ponderación para las edades más distantes del punto de unión y, por el contrario, se otorga mayor ponderación al ajuste del modelo de extrapolación para las edades más cercanas al punto de unión. En función de este criterio, y considerando la definición de tres puntos de unión, se utilizó 3/4 para el más lejano, 1/4 para el más cercano al punto de unión y 1/2 para el punto central.

IV. FACTORES DE MEJORAMIENTO

La metodología utilizada para estimar los factores de mejoramiento (FM) corresponde a un modelo de convergencia entre factores de mejoramiento de corto y largo plazo. Este enfoque, a diferencia del adoptado en tablas anteriores, refleja la expectativa de que las mejoras en la esperanza de vida eventualmente se ralentizarán y que los altos niveles de mejoramiento observado en las últimas décadas no continuarán indefinidamente.

Los factores de mejoramiento, por lo tanto, varían no solo por edad, sino también por año calendario. Si bien este cambio complejiza la aplicación de las tablas de mortalidad, refleja de mejor forma el mejoramiento en la mortalidad esperada en el futuro y está en línea con las mejores prácticas internacionales¹⁴.

A continuación, se resumen las componentes de los FM y su cálculo, tanto para hombres como para mujeres:

- **FM de corto plazo (o iniciales):** Se estiman a través de un suavizado bidimensional de los logaritmos de las tasas históricas de mortalidad usando Whittaker-Henderson.
- **FM a largo plazo:** Se estableció en 1% hasta los 90 años y luego se disminuyó linealmente hasta alcanzar cero a los 105 años.
- **Método y período de convergencia:** Se utilizó un polinomio cúbico y 20 años de convergencia para llegar desde los factores de mejoramiento de corto plazo hacia los de largo plazo.

IV.1. Datos utilizados

IV.1.1. Fuente de información

Para la estimación de los factores de mejoramiento se utilizan las tasas de mortalidad históricas de la población en Chile, proporcionadas por el INE. La razón para utilizar la información del INE y no del Sistema de Pensiones de Chile es que este último no cuenta con series de datos lo suficientemente largas y densas para modelar la mejora en las tasas de mortalidad. Adicionalmente, la población objetivo de las tablas de mortalidad ha cambiado durante los últimos 15 años, principalmente debido a la Reforma Previsional de 2008¹⁵, por lo que calcular mejoramientos en base a información previsional no daría cuenta del mejoramiento de la mortalidad, sino del cambio poblacional del sistema.

Si bien la mortalidad de la población representada por las TM previsionales es menor a la de la población del país, la razón entre ambas mortalidades se ha mantenido relativamente estable en el tiempo, con un ligero incremento, sugiriendo que ambas poblaciones han tenido niveles similares de mejoramiento de la mortalidad. Esto se observa al calcular la razón entre las tasas de mortalidad brutas del Sistema de Pensiones y las tasas poblacionales y ver su evolución temporal (ver Gráfico 19 y Gráfico 20).

¹⁴ El uso de factores de mejoramiento en dos dimensiones (edad y año) ha sido ampliamente adoptado en el ámbito previsional, por ejemplo, en Canadá, Estados Unidos y Reino Unido.

¹⁵ Los principales cambios fueron la disminución del umbral de pensión para elegir modalidad de pensión, que pasó del monto de la Pensión Mínima al monto de la Pensión Básica Solidaria, y la eliminación del período transitorio para las pensiones de invalidez total.

Gráfico 19. Ratio de mortalidad de pensionados sobre mortalidad poblacional, por rango de edad, hombres

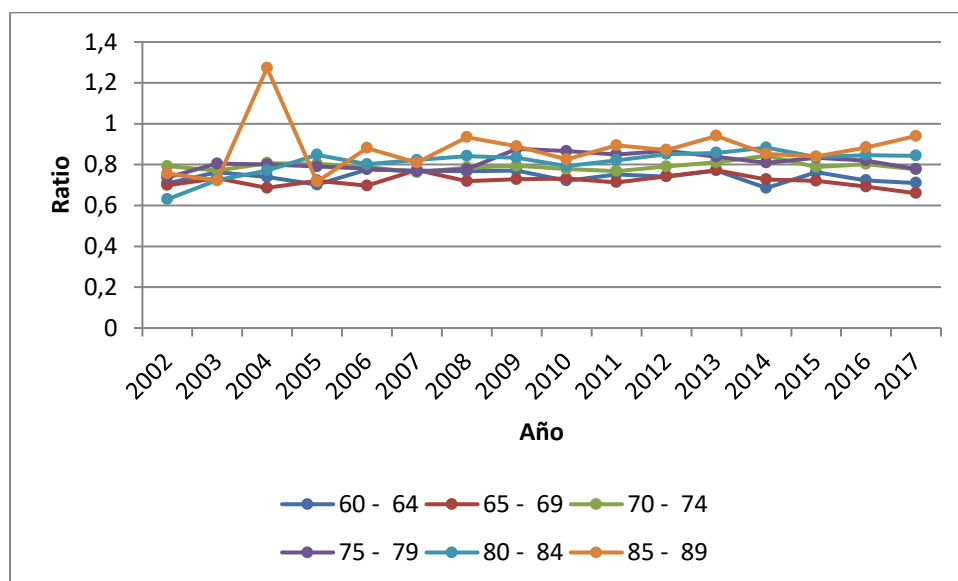
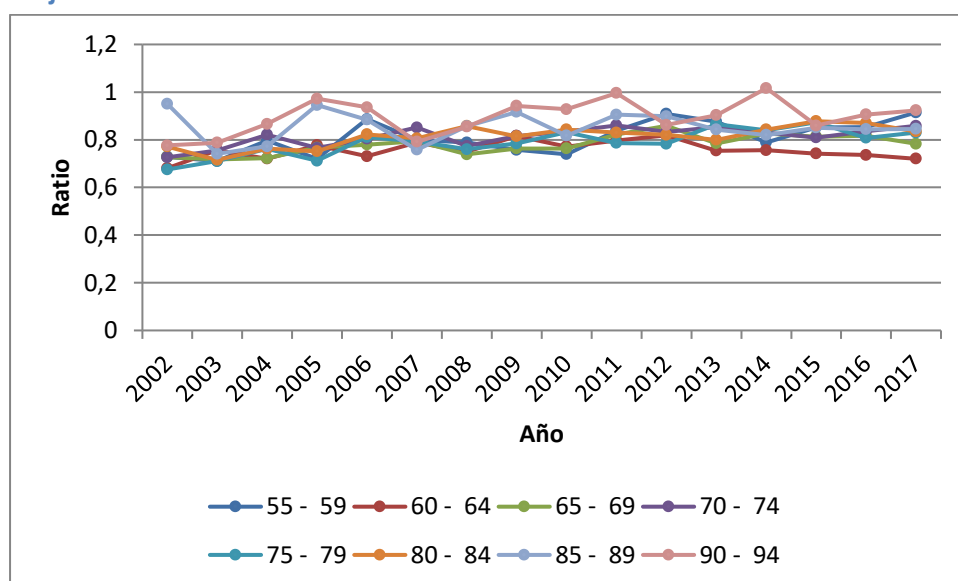


Gráfico 20. Ratio de mortalidad de pensionados sobre mortalidad poblacional, por rango de edad, mujeres



IV.1.2. Descripción de los datos

Los insumos entregados por el INE corresponden a tablas de mortalidad por sexo y edad (donde la última edad que se muestra es la del grupo abierto de 100 años y más), que fueron elaboradas durante el proceso de la Estimación y Proyección de Población base 2017¹⁶. El horizonte oficial de ese proceso es 1992-2050, pero el INE, a petición de la SP y CMF, añadió el período 1982-1991, elaborado mediante la misma metodología y concordante con la historia demográfica condensada en las tablas de vida del período oficial.

¹⁶ Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 1992-2050. Total País. Metodología y Principales Resultados. INE, diciembre 2018.

De acuerdo a la documentación del INE y a lo discutido con el equipo responsable de las estimaciones y proyecciones, las principales diferencias metodológicas de este proceso, comparado con los anteriores, son:

- a. El uso de la población residente en lugar de la población registrada.
- b. El uso de edades simples hasta el grupo abierto de 100 años y más, en lugar de grupos de edad de 5 años hasta el grupo abierto de 80 años y más.
- c. El uso de años calendario en lugar de períodos de cinco años.

IV.1.3. Período de calibración

Las estimaciones del INE se basan, en términos simples, en los censos 1982, 1992, 2002 y 2017, en estadísticas vitales alrededor de los años censales y en interpolaciones para los años intermedios. Por lo tanto, al calcular factores de mejoramiento anuales para cada edad x y año t ($FM_{x,t} = 1 - q_{x,t}/q_{x,t-1}$) se observan patrones distintos de mejoramiento, que representan los mejoramientos observados entre cada censo (ver Gráfico 21 y Gráfico 22).

Gráfico 21. Mejoramientos observados 1982-2016, hombres

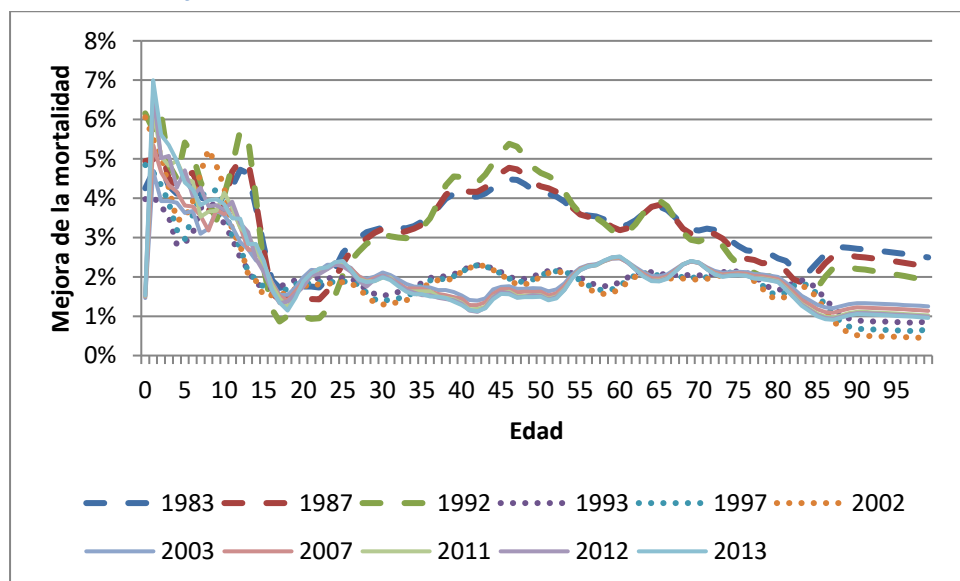
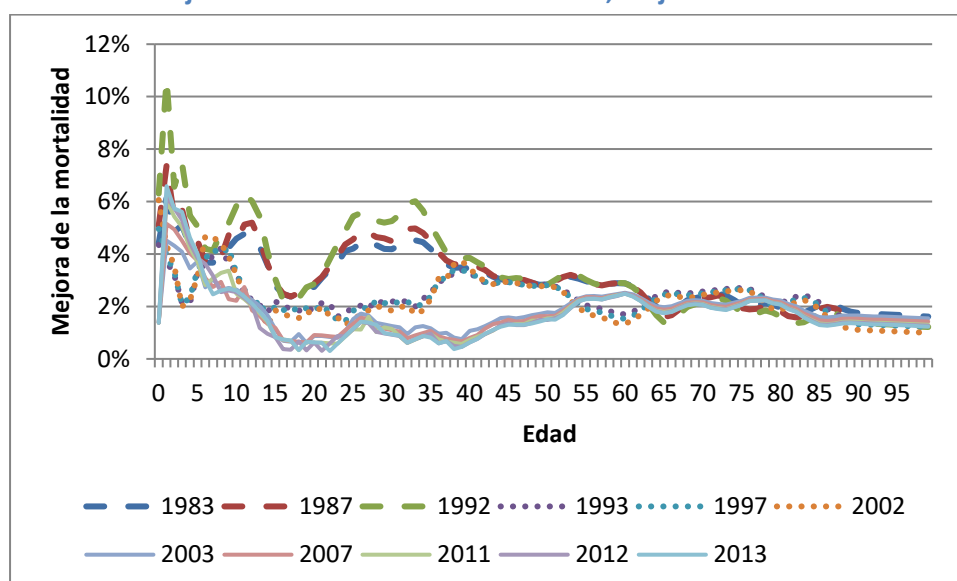
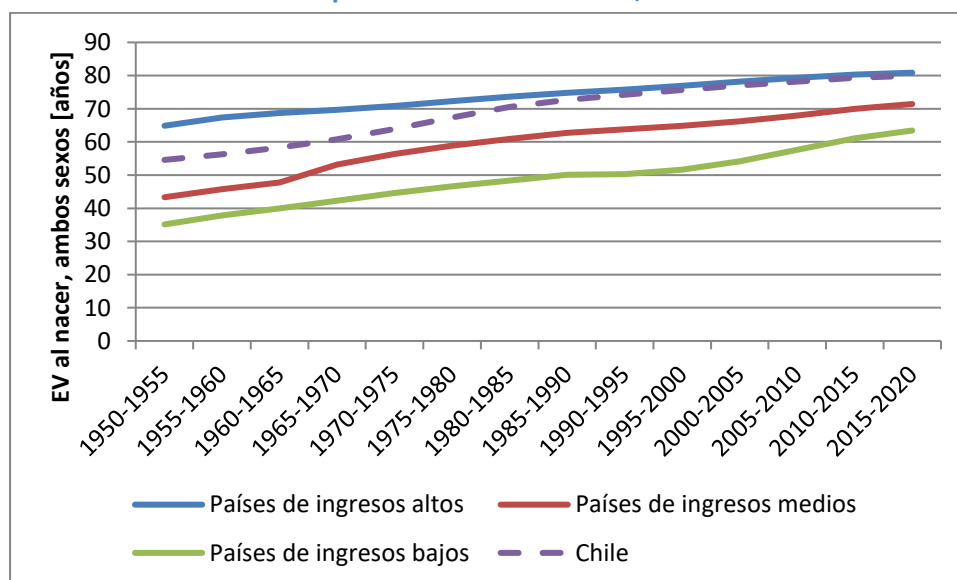


Gráfico 22. Mejoramientos observados 1982-2016, mujeres



En los gráficos se observa que los mejoramientos de la década de los 80 son particularmente altos para las edades medias, sobre todo en los hombres. En efecto, la expectativa de vida (EV) aumentó aceleradamente en esa década y en las anteriores, hasta alcanzar un nivel cercano al de los países de ingresos altos. Desde la década de los 90, en cambio, Chile ha experimentado menores mejoramientos, similares a los de otros países con altas EV, como se observa en el Gráfico 23.

Gráfico 23. Evolución de expectativa de vida al nacer, ambos sexos combinados



Fuente: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1.

Por lo anterior, se excluyó la década de los 80 del cálculo de los FM de corto plazo, pues es improbable que esos mejoramientos se repitan en el futuro. Por lo tanto, los FM de corto plazo se calcularon con información del censo 1992 en adelante, es decir, 25 años de información (1992-2016).

Cabe mencionar que no se observan efectos de cohorte en los mejoramientos históricos en el período considerado, lo que se aprecia en los mapas de calor de la sección IV.4, dada la ausencia de patrones diagonales en los mejoramientos.

IV.2. Factores de mejoramiento de corto plazo

Para calcular los FM de corto plazo se evaluaron diversos modelos unidimensionales¹⁷ y luego se decidió realizar un suavizamiento, del logaritmo de las tasas de mortalidad, en dos dimensiones (edades y años) usando el método de Whittaker-Henderson. Este método es fácil de explicar, conocido por un gran número de profesionales y usado por otros países con este mismo propósito (Ej: Canadá y Estados Unidos). El método minimiza la siguiente suma:

$$\sum \sum W_t \times (grad - brutas)^2 + h \times \sum \sum ({}_{hor} \Delta^m grad)^2 + v \times \sum \sum ({}_{ver} \Delta^n grad)^2$$

Donde:

grad = tasas graduadas

brutas = tasas antes de graduación

W_t = Matriz de pesos

h = factor de suavidad en dirección horizontal, i.e. a través de los años calendarios

v = factor de suavidad en dirección vertical, i.e. a través de las edades

m = orden de diferencia finita en dirección horizontal

n = orden de diferencia finita en dirección vertical

El primer término considera las diferencias entre los valores brutos de mortalidad y los valores suavizados, ponderadas por los pesos W_t . El segundo término es la suma de la *m*-ésima diferencia finita al cuadrado tomada en una dirección horizontal (a través de años dentro de cada edad) y el tercero es la suma de la *n*-ésima diferencia finita al cuadrado tomada en una dirección vertical (a lo largo de las edades dentro de cada año). Hay cuatro parámetros que deben elegirse para la graduación: los órdenes de diferencia *m* y *n* y los factores de equilibrio (o suavizado), *h* y *v*.

En vez de suavizar directamente las tasas históricas de mortalidad, se gradúa el logaritmo de dichas tasas, pues esto conduce a FM suaves. Se utilizan diferencias de orden 2 en ambos casos (*m* y *n*) y factores de equilibrio igual a 300 para las edades (*v*) y 800 para los años (*h*). Estos parámetros son similares a los usados por Canadá en su escala MI-2017¹⁸, pero en este caso se utilizó un mayor suavizamiento a través de los años calendarios, dadas las diferencias en los patrones de mejoramiento entre censos, discutidas anteriormente. Los FM resultantes para el año 2016 tienen un nivel similar al mejoramiento observado durante los últimos 15 años en los datos del INE (2002-2016). Las ponderaciones W_t se consideran iguales a 1 para todas las edades, debido a que no se cuenta con el número de expuestos y fallecidos subyacentes en las estimaciones del INE.

Si bien las tasas históricas de mortalidad están disponibles hasta el grupo abierto de 100 años y más, la documentación del INE indica que, dada las irregularidades observadas en las tasas en edades avanzadas, a partir de la edad 90 se realizó un ajuste adicional para suavizarlas. Por

¹⁷ Lee-Carter, P-Spline, Booth-Maindonald-Smith, Hyndman-Ullah, Robust Hyndman-Ullah, Weighted Hyndman-Ullah y Hyndman, Booth & Yasmeen (2012).

¹⁸ Escala de mejora de la mortalidad bidimensional, por el Instituto Canadiense de Actuarios.

lo tanto, se evaluó utilizar el rango etario completo o acortarlo hasta los 90 años, cuando el volumen de los datos originales era suficiente para no requerir ajustes adicionales. Como se puede observar en el Gráfico 24 y el Gráfico 25, usar datos hasta la edad 90 para el suavizamiento produce FM más consistentes en las edades avanzadas, con un decrecimiento casi lineal a cero (lo que no sucede con un decaimiento lineal desde los 100 años). Además, utilizar un decaimiento lineal a cero más allá de un límite es una práctica común, como por ejemplo en los factores de mejoramiento canadienses. Por lo tanto, el cálculo de los FM de corto plazo se hizo considerando las edades de 0 a 90 años.

Gráfico 24. FM de hombres al año 2016, según tramo edad usado

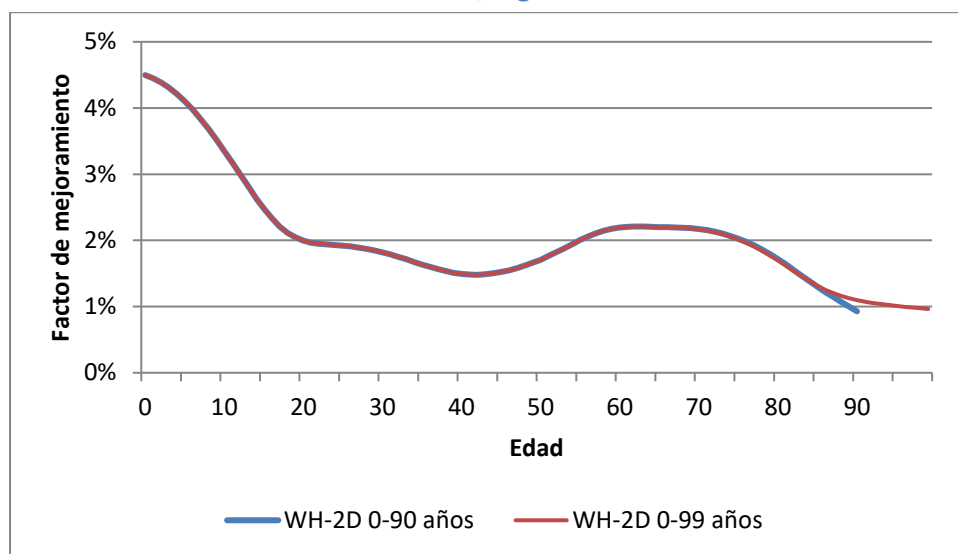
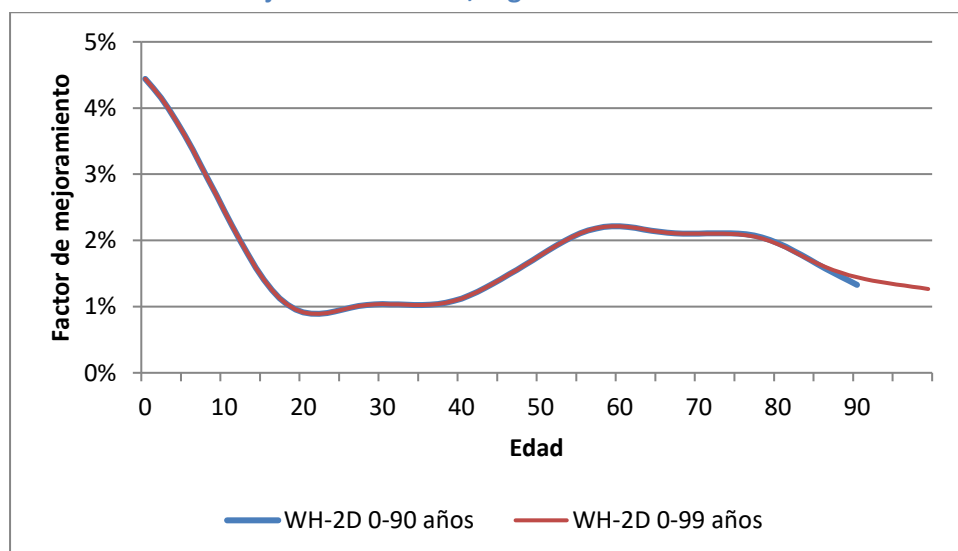


Gráfico 25. FM de mujeres al año 2016, según tramo edad usado



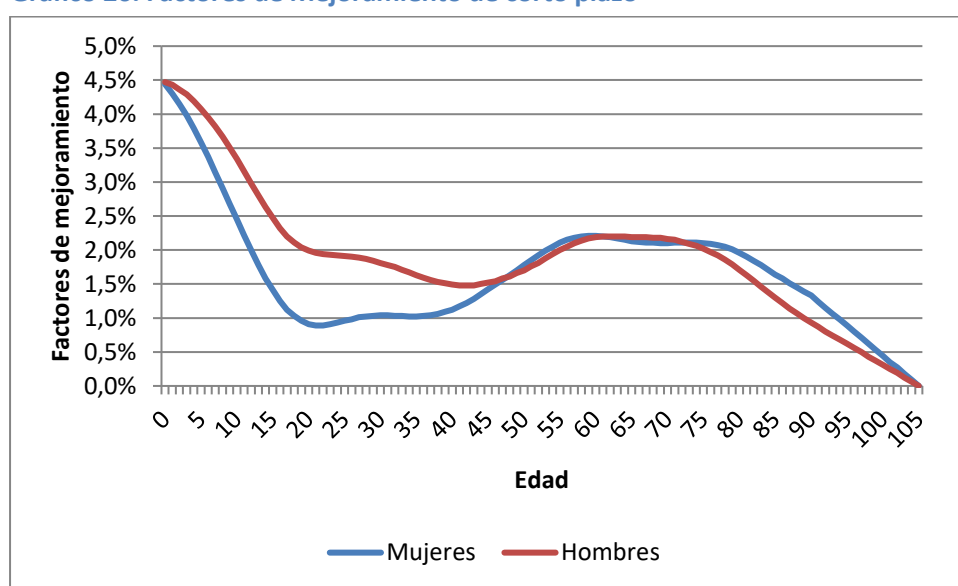
Típicamente la aplicación del método de WH requiere desechar algunas edades o años dado que la calidad del suavizamiento en los bordes de la ventana de suavizamiento es peor, pues se suaviza con menos datos. En este caso, no se observó ese efecto, dado que los datos del INE ya están suavizados en ambas direcciones¹⁹, por lo que no se descartaron datos suavizados. La estimación de los FM de corto plazo, por lo tanto, corresponde al último año

¹⁹ En los datos del INE, la transición en los años censales no es suave, pero esos años no están en el borde de la ventana usada.

suavizado (mejoramiento de las tasas de mortalidad el año 2016, con respecto al año anterior).

Los FM iniciales para edades superiores a los 90 años se calcularon con un decaimiento lineal a cero hasta los 105 años. Esto se debe a que, aunque hay evidencia de mejoras en las edades más avanzadas, la literatura no es del todo clara y proporciona evidencia en ambas direcciones. Un descenso a cero hasta 105 años está más en línea con la práctica internacional²⁰ que el límite de 100 años de las tablas 2014. Adicionalmente, este descenso a cero de 90 a 105 años está en línea con el suavizamiento para edades menores a 90 años (donde los mejoramientos ya tienen un decaimiento lineal por si solos), como se ve en el Gráfico 26.

Gráfico 26. Factores de Mejoramiento de corto plazo



IV.3. Factores de largo plazo

El nivel de los factores de mejoramiento de largo plazo es un parámetro muy relevante en las proyecciones futuras de longevidad. Además, es un insumo que contiene cierto grado de subjetividad y juicio experto.

Varios avances médicos han elevado la esperanza de vida durante el último siglo y han permitido alcanzar una longevidad nunca antes vista. Sin embargo, existe evidencia contradictoria sobre cómo evolucionarán las mejoras a largo plazo. Algunos expertos creen que aún queda un margen considerable para seguir aumentando la longevidad a través de eventuales avances médicos; por otro lado, se argumenta que las tasas actuales de mejora de la mortalidad difícilmente se seguirán produciendo y que ya estamos cerca de los límites del mejoramiento.

La evolución de las mejoras históricas en la mortalidad también puede ayudar a determinar la tasa a largo plazo. Como se ve en la siguiente tabla, se observa que las mejoras en la mortalidad han ido disminuyendo a lo largo de los años.

²⁰ En sus últimas tablas Canadá usó 105 años; el Reino Unido, 110 años y Estados Unidos, 115 años.

Tabla 15. Evolución de los FM observados en Chile

Grupo etario	Últimos 35 años		Últimos 25 años		Últimos 15 años	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
20-39	2,1%	2,3%	1,9%	1,6%	1,9%	0,9%
40-64	2,5%	2,3%	2,0%	2,1%	1,8%	1,8%
65-74	2,4%	2,2%	2,1%	2,2%	2,2%	2,0%
75-84	1,9%	2,0%	1,8%	2,1%	1,8%	2,0%
85-94	1,4%	1,5%	1,0%	1,4%	1,1%	1,4%
95-99	1,3%	1,3%	0,9%	1,3%	1,1%	1,4%

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el INE

Por otro lado, se puede observar²¹ que los países que tienen mayores expectativas de vida suelen ser aquellos que tienen un PIB mayor. En el caso de Chile, si bien se observa que este se encuentra con niveles de expectativa de vida similares a países desarrollados, el PIB es sustancialmente menor, lo que indica que Chile aún podría continuar experimentando mejoramientos al nivel actual por unos años más. A continuación, se muestra una comparación de la esperanza de vida al nacer para países que tienen una esperanza de vida similar a Chile y el PIB per cápita de cada uno de estos países.

Tabla 16. Expectativa de vida al nacer para países con alta longevidad

País	2015	2016	2017	2018	2019
Canadá	82,0	82,1	82,2	82,3	82,4
Chile	79,6	79,8	79,9	80,0	80,2
Reino Unido	81,1	81,1	81,2	81,2	81,3
Japón	83,9	84,1	84,3	84,5	84,6
Corea	82,1	82,4	82,6	82,8	83,0
Estados Unidos	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9

Tabla 17. PIB per cápita medido en dólares internacionales 2011

País	2015	2016
Canadá	42.844	42.969
Chile	21.340	21.446
Reino Unido	38.749	39.162
Japón	36.030	36.452
Corea	35.316	36.151
Estados Unidos	52.591	53.015

Nota: PIB corregido por inflación y diferencias de precios entre países.

Fuente: <https://ourworldindata.org/grapher/life-expectancy-vs-gdp-per-capita?tab=chart&stackMode=absolute&country=CHL~CAN~JPN~NZL~KOR~ESP~GBR~USA®ion=World>

En la siguiente tabla se muestran los factores de mejoramiento de largo plazo que han considerado distintas tablas de mortalidad de Canadá, Estados Unidos y Reino Unido.

²¹ Our World in Data: Life Expectancy vs GDP per capita, 2015.

<https://ourworldindata.org/grapher/life-expectancy-vs-gdp-per-capita?tab=chart&stackMode=absolute&country=CHL~CAN~JPN~NZL~KOR~ESP~GBR~USA®ion=World>

Tabla 18. FM de largo plazo en distintos países

Assumed Long-Term Rate of Annual Mortality Improvement Assumption									
Age	MI-2017	2015 Statistics Canada (Males) ¹	2015 Statistics Canada (Females) ¹	27 th CPP Actuarial Report ²	2016 U.S. Trustees Report ³	2015 U.S. Technical Panel ⁴	QPP Actuarial report as at 31/12/2015 2046–2055 ⁵		2014 UK ONS ⁶
							Male	Female	
20	1.0%	1.2%	1.0%	0.80%	1.01%	1.00%	0.5%	0.5%	1.20%
40	1.0%	0.9%	1.0%	0.80%			0.5%	0.5%	
65	1.0%	1.3%	1.1%	0.80%	0.9%		1.1%		
75	1.0%	1.1%	1.0%	0.80%	1.3%		1.3%		
85	1.0%	0.6%	0.7%	0.80%	0.5%		0.5%		
95	0.6%	0.1%	0.1%	0.45%	0.5%		0.5%		
100	0.2%	0.0%	0.1%	0.30%	0.2%		0.4%		
105	0.0%	0.0%	0.0%	0.10%	0.2%		0.4%		

Fuente: Task Force Report on Mortality Improvement, Canadian Institute of Actuaries, April 2017

¹ The 2015 Statistics Canada Population Projections for Canada medium assumption for the period 2031/2032.

² The 27th Actuarial Report on the Canada Pension Plan as at 31 December 2015.

³ The 2016 Trustees ultimate intermediate assumptions are for the period 2040–2090.

⁴ The 2015 Technical Panel ultimate assumptions are for the period 2039–2089.

⁵ The QPP mortality improvement rates are shown by decades. For ages over 50, mortality-to-incidence ratios (MIRs) in the decade 2036–2045 are slightly higher than shown, and for the decade 2056–2065 are slightly lower than shown (especially for males).

⁶ The 2014 Office for National Statistics in the UK principal projection assumptions are for the period 2038+.

Como ya se ha mencionado, la evidencia sobre la evolución futura de la mortalidad no es concluyente. La tasa de largo plazo para las tablas de mortalidad previsionales de Chile, se fijó en el 1% porque permite situarse en un escenario intermedio respecto a lo observado a nivel internacional. Además, se analizaron los impactos en EV, para edades relevantes según los diferentes tipos de pensionados, de modificar el FM de largo plazo desde 1% a 0,8% y 1,2%, sin observar cambios importantes, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 19. Cambios en EV para diferentes valores de las tasas de largo plazo

Tipo de pensión	Edad	TM 2020 1%	TM 2020 0,8%	TM 2020 1,2%	DIF(meses) 0,8%	DIF(meses) 1,2%
Causante Hombre	65	21,34	21,18	21,51	-1,92	2,04
Causante Mujer	60	30,58	30,34	30,82	-2,88	2,88
Invalido Hombre	55	21,84	21,60	22,09	-2,88	3,00
Invalida Mujer	50	31,55	31,18	31,93	-4,44	4,56

Se observa que aumentar la tasa de largo plazo de 1% a 1,2%, aumenta la expectativa de vida de un pensionado hombre de 65 años en aproximadamente 2 meses, y en caso contrario, al disminuirla a 0,8%, se observa un cambio similar, pero en sentido contrario, es decir, una baja en la expectativa de vida de casi 2 meses. En el caso de una mujer pensionada de 60 años, los cambios son similares a los observados en hombres, pero esta vez alcanzan valores cercanos a 3 meses. Las mayores diferencias se observan para pensionadas por invalidez de 50 años, para quienes un cambio en la tasa de largo plazo conlleva a 4,5 meses de diferencia en expectativa de vida según se aumente o disminuya la tasa de largo plazo.

Por otro lado, como ya se mencionó, Chile está por debajo del PIB per cápita en comparación con países con expectativas de vida similares, por lo que esto puede compensarse con un

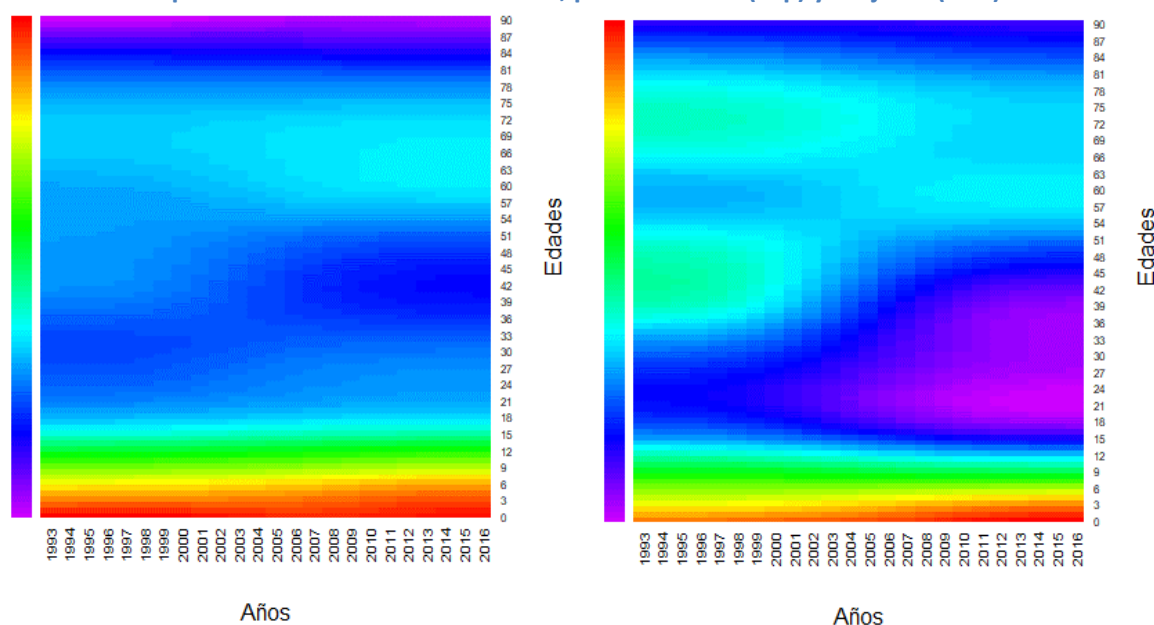
período más largo de convergencia entre una tasa de corto y una de largo plazo, que el usado por otros países.

Para los FM de largo plazo en edades superiores a los 90 años se asumió el mismo criterio que en los FM de corto plazo, es decir, un decaimiento lineal a 0 hasta los 105 años.

IV.4. Convergencia al largo plazo

La elección del período de convergencia para el modelo bidimensional requiere de juicio experto. El análisis de mapas de calor puede ayudar a comprender las variaciones en las tasas de mejora para edades tempranas, centrales y avanzadas (ver Gráfico 27). Se observa que en edades tempranas las volatilidades de las mejoras han sido mayores (así como en jurisdicciones como Canadá o Inglaterra), lo que podría justificar un período de convergencia más corto en estas edades. Sin embargo, se decidió utilizar un período de convergencia más largo para las edades tempranas (modelos como CMI o MI-2017 usan 10 años de convergencia), para permitir un margen más conservador porque Chile, aunque tiene EV similares a las de esos países, aún mantiene diferencias significativas en el PIB per cápita. Por lo anterior, se definió un período de convergencia de 20 años para todas las edades.

Gráfico 27. Mapa de calor de los FM suavizados, para hombres (izq.) y mujeres (der.)²²



Para la definición y determinación de un método de convergencia se revisó la literatura observándose que la práctica común es el uso de polinomios cúbicos. Este tipo de convergencia tiende a producir una convergencia suave desde los FM históricos más recientes a los FM de largo plazo.

Dado que no se observaron efectos de cohorte significativos en los datos de la población chilena (pues no hay presencia de patrones diagonales en los mejoramientos históricos como puede verse en los mapas de calor), se adoptó un único polinomio de convergencia, como el usado en la escala MI-2017 de Canadá, entre el año 2016 (último año suavizado) y la tasa de largo plazo. Se asume que la pendiente es cero en el último año y la pendiente al inicio se

²² La escala en el mapa de calor presentado muestra los mejoramientos más elevados asociados al color rojo y va disminuyendo en intensidad de acuerdo a los cambios en los datos.

toma como la pendiente de 2015 a 2016 hasta un valor absoluto máximo de 0,003, utilizando una ecuación separada para cada edad.

La fórmula de la ecuación cúbica es:

$$AA_{x,t} = AA_{x,2016} + m \times (t - 2016) - \frac{2 \times m \times (t_{ult} - 2016) - 3 \times (AA_{x,t_{ult}} - AA_{x,2016})}{(t_{ult} - 2016)^2} \times (t - 2016)^2 + \frac{m \times (t_{ult} - 2016) - 2 \times (AA_{x,t_{ult}} - AA_{x,2016})}{(t_{ult} - 2016)^3} \times (t - 2016)^3$$

Donde, t es el año de mejora, x es la edad, m es la pendiente en 2016 y t_{ult} es el primer año en el que se aplica la tasa de largo plazo, en este caso, el año 2036, ya que hay 20 años de convergencia.

Los siguientes gráficos muestran la convergencia de los FM:

Gráfico 28. Convergencia de los FM de mujeres al largo plazo

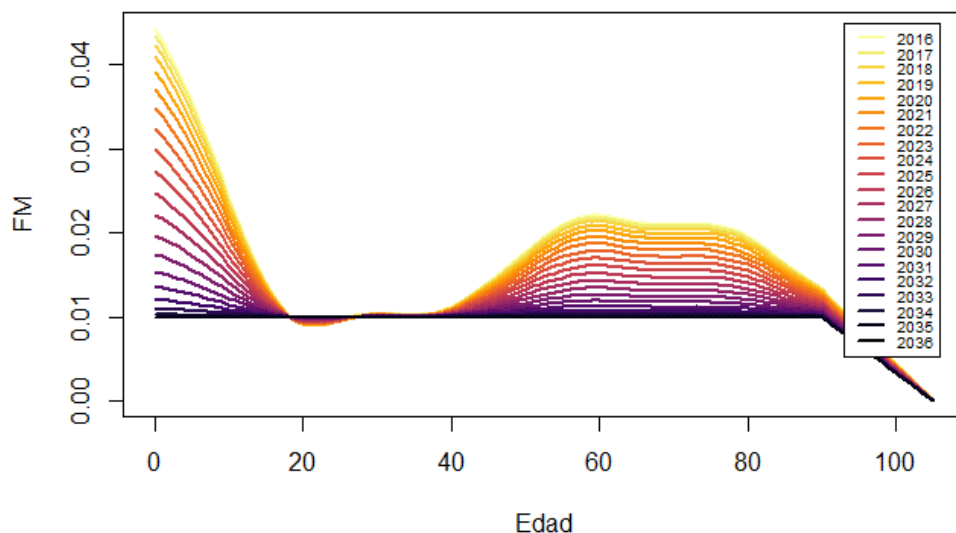
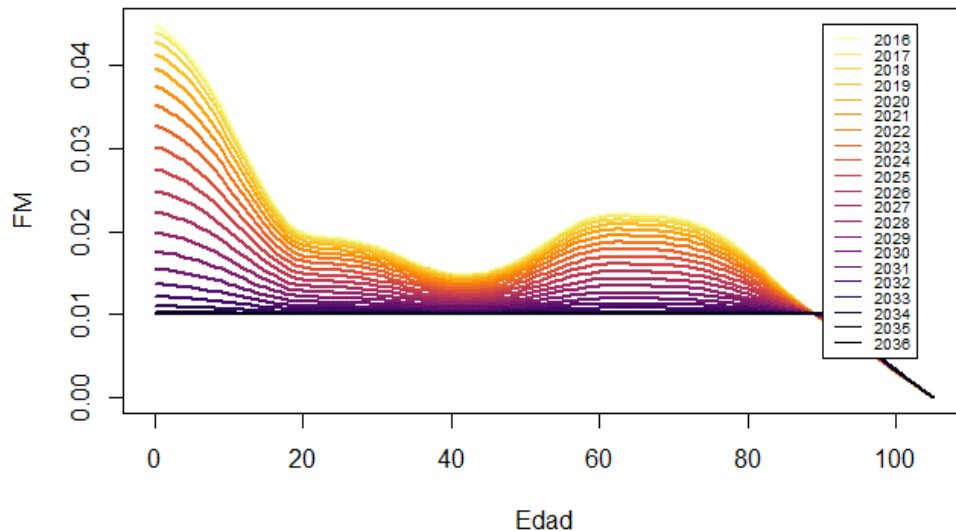


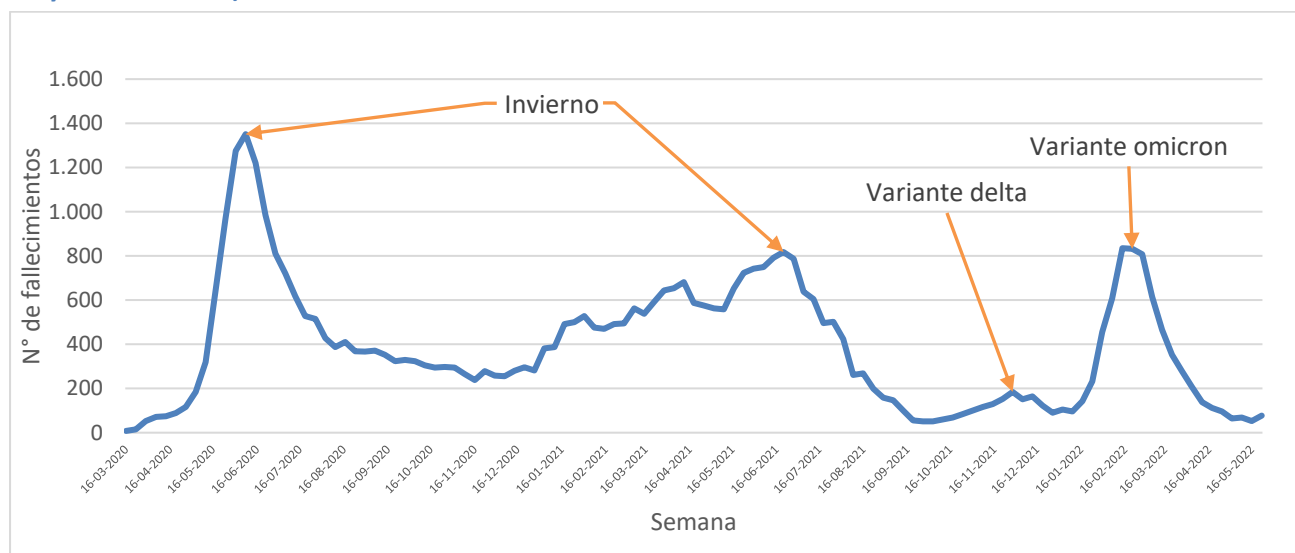
Gráfico 29. Convergencia de los FM de hombres al largo plazo



V. EFECTOS DEL COVID-19 EN LOS SUPUESTOS DE MORTALIDAD

A lo largo de las últimas décadas, Chile ha experimentado una disminución continua de los niveles generales de mortalidad, lo que se ha traducido en mejores expectativas de vida de la población. Esta mayor longevidad puede atribuirse principalmente a avances sustanciales en las condiciones de vida y de la urbanización, en el aumento del nivel educativo y en los avances verificados en materia de salud. Sin embargo, en este contexto de disminución de la mortalidad, el primer semestre de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la emergencia sanitaria internacional por el COVID-19 y, tras una evolución exponencial del número de infectados, la OMS declaró el brote de una pandemia. En Chile, el primer fallecimiento por COVID-19 fue reportado el 16 de marzo de 2020 y, desde ese momento, se han experimentado diversas olas de contagios y fallecimientos, afectando de esta forma la mortalidad de la población desde 2020 a la fecha y, en particular, la mortalidad de la población en edad de pensionarse²³ (ver Gráfico 30).

Gráfico 30. N° fallecimientos semanales por COVID-19 (mujeres mayores a 60 años y hombres mayores a 65 años)



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

Por lo anterior, el efecto que tendrá el COVID-19 en la población usuaria de las tablas de mortalidad previsionales debe ser estudiado con detención, de modo de determinar, si los efectos de la pandemia tendrán impacto en la sobrevivencia futura de la población pensionada y, con ello, determinar los ajustes a realizar a las tablas de mortalidad propuestas en caso de ser necesario.

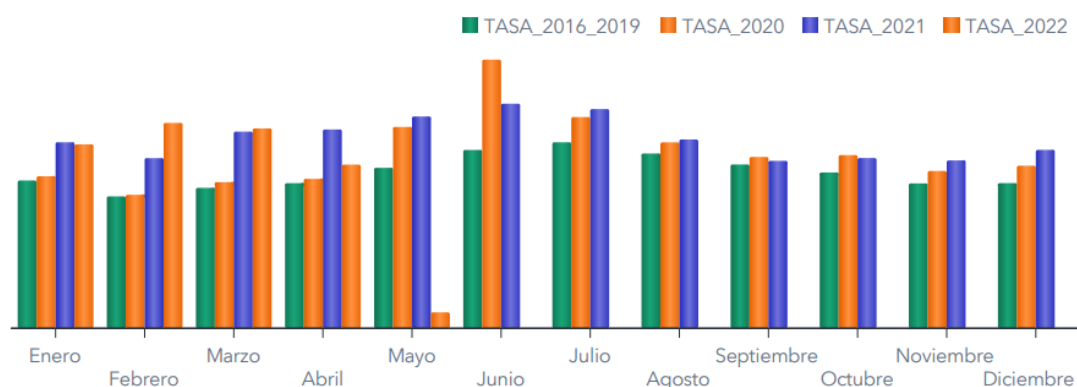
²³ 60 años o más para mujeres y 65 años o más para hombres.

V.1. Aumento de mortalidad experimentados durante la pandemia

En Chile, la mortalidad de la población general ha aumentado desde el inicio de la pandemia observándose un aumento en 2020-2022 en comparación al periodo 2016-2019 (ver Gráfico 31).

Gráfico 31. Tasa promedio de mortalidad (por cien mil habitantes)

Comparación mortalidad promedio 2016-2019 y mortalidad 2020 y mortalidad 2021, según mes de defunción. Todas las causas

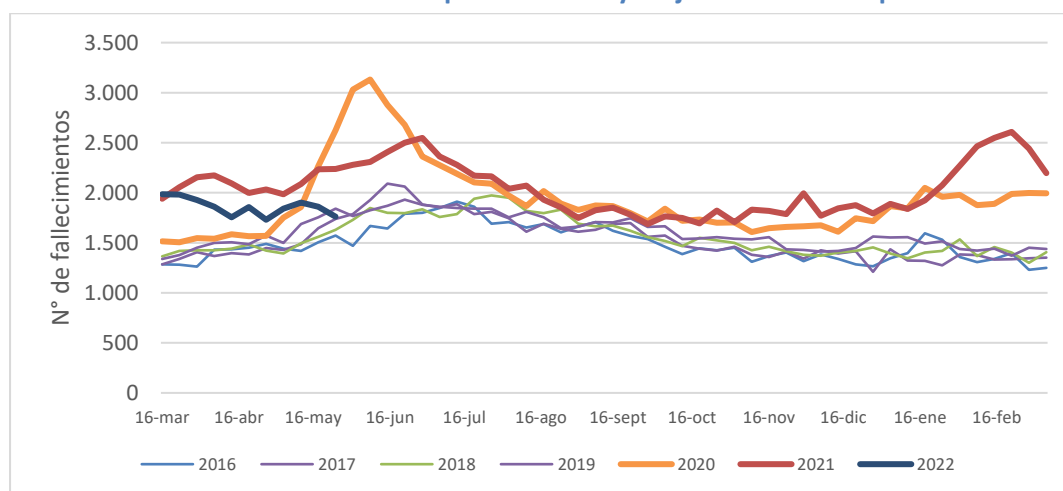


Fuente: Informe semanal de defunciones por COVID-19 N°99, Ministerio de Salud.

Al comparar la mortalidad del periodo 2016-2019 con la mortalidad en el periodo 2020-2022, se observa que hay un aumento de la mortalidad en todos los meses observados, donde el mayor cambio en la tasa de mortalidad se registró en junio 2020. Estas variaciones pueden ser explicadas por los efectos directos del COVID-19 (fallecimientos debido al contagio por COVID-19), como también aquellos provocados de forma indirecta (fallecimiento debido al menor acceso a la atención médica por parte de las personas). Sin embargo, también se esperaría algunos cambios de comportamiento que fuesen positivos en pos de disminuir la mortalidad, como son una menor exposición a otros virus respiratorios y una mejor higiene.

Este efecto de mayor mortalidad observada durante 2020-2022 también puede apreciarse si comparamos el número de fallecimientos totales desde 2016 a la fecha para la población en edad de pensión (ver Gráfico 32).

Gráfico 32. N° fallecimientos totales para hombres y mujeres en edad de pensión



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

En el gráfico, se puede ver la mayor mortalidad en 2020-2022, observándose al igual que para la población general, la mayor desviación en junio 2020. Adicionalmente, a mayo de 2022 se observa que estas desviaciones han ido disminuyendo²⁴.

V.1.1. Diferencias en la mortalidad por rango etario

El aumento en mortalidad ha variado también por rango etario, donde de acuerdo con la información disponible por el MINSAL (ver Tabla 20), el rango etario menos afectado corresponde a 0-29 años y los rangos etarios más afectados corresponden a 50-59 y 60-69. En el rango de 0-29 años, se observó en su mayoría variaciones negativas de la mortalidad (es decir, hubo una menor mortalidad en 2020, 2021 y 2022 (parcial) respecto a las tasas de mortalidad promedio de 2016-2019). Por otro lado, los rangos etarios 50-59 y 60-69, alcanzaron hasta un 64% de mayor mortalidad (abril-21) y 70% (junio-20), respectivamente.

Excluyendo el periodo mayo-22, el cual muestra información parcial, en abril-22 se puede ver que la variación en la mortalidad (respecto a 2016-2019) ha disminuido en comparación a lo ocurrido en el mismo mes de 2021 en todos los rangos etarios excepto el rango 0-29 donde ha aumentado de -12% a -8%.

Tabla 20. Variación porcentual de la mortalidad en base a mortalidad promedio 2016-2019 por rango etario

0 a 29				30 a 49				50 a 59			
Grupo_etario ▲	0 a 29			Grupo_etario ▲	30 a 49			Grupo_etario ▲	50 a 59		
Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022
Enero	-4%	-14%	-9%	Enero	-9%	6%	14%	Enero	-2%	24%	14%
Febrero	-5%	-5%	13%	Febrero	-8%	14%	10%	Febrero	2%	24%	31%
Marzo	-9%	1%	-10%	Marzo	0%	32%	22%	Marzo	-1%	38%	23%
Abril	-15%	-12%	-8%	Abril	-2%	29%	-2%	Abril	7%	64%	10%
Mayo	-4%	-7%	-93%	Mayo	24%	44%	-93%	Mayo	28%	60%	-90%
Junio	-5%	-11%	.	Junio	37%	37%	.	Junio	58%	40%	.
Julio	-16%	-14%	.	Julio	15%	29%	.	Julio	18%	28%	.
Agosto	-24%	-22%	.	Agosto	1%	5%	.	Agosto	16%	19%	.
Septiembre	-13%	-7%	.	Septiembre	2%	1%	.	Septiembre	7%	6%	.
Octubre	-9%	-4%	.	Octubre	15%	7%	.	Octubre	20%	18%	.
Noviembre	-15%	2%	.	Noviembre	-0%	9%	.	Noviembre	7%	18%	.
				Diciembre	-1%	4%	.	Diciembre	9%	22%	.

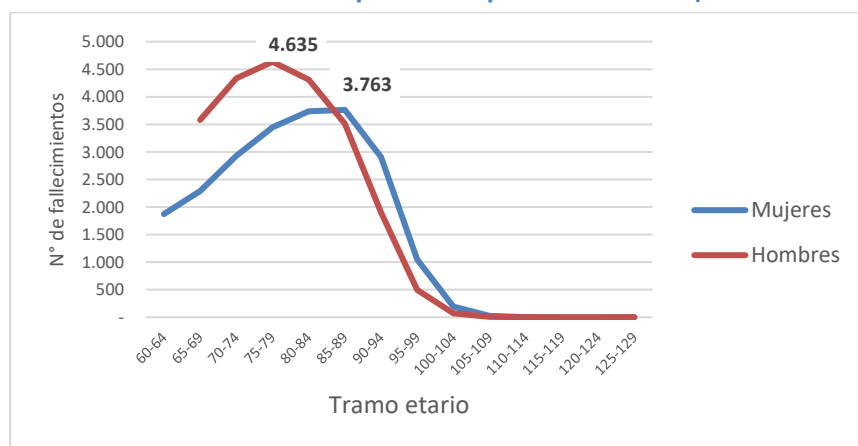
²⁴ Durante el proceso de consulta pública, se observó un aumento en el número de fallecidos para el periodo junio-octubre 2022. Sin embargo, este fue menor respecto al periodo 2020-2021. Este aspecto también es discutido en el apartado Covid-19 de la sección VII. Proceso de Consulta Pública del informe normativo de las TM2020 publicado por la CMF.

Grupo_etario ▲				Grupo_etario ▲				Grupo_etario ▲			
60 a 69				70 a 79				80 +			
Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022
Enero	0%	25%	10%	Enero	-3%	23%	10%	Enero	-5%	10%	13%
Febrero	-3%	27%	32%	Febrero	-3%	21%	32%	Febrero	-9%	15%	56%
Marzo	5%	44%	18%	Marzo	-4%	31%	22%	Marzo	-5%	21%	39%
Abril	-3%	43%	1%	Abril	-1%	30%	-1%	Abril	-7%	12%	0%
Mayo	27%	33%	-91%	Mayo	27%	20%	-92%	Mayo	7%	8%	-91%
Junio	70%	26%	-	Junio	57%	19%	-	Junio	24%	3%	-
Julio	22%	20%	-	Julio	14%	14%	-	Julio	-5%	-4%	-
Agosto	7%	5%	-	Agosto	6%	3%	-	Agosto	-8%	-9%	-
Septiembre	3%	-0%	-	Septiembre	3%	-7%	-	Septiembre	-8%	-12%	-
Octubre	13%	4%	-	Octubre	7%	-1%	-	Octubre	-4%	-5%	-
Noviembre	9%	7%	-	Noviembre	8%	7%	-	Noviembre	-4%	3%	-
Diciembre	13%	26%	-	Diciembre	12%	11%	-	Diciembre	0%	10%	-

Fuente: Informe semanal de defunciones por COVID-19 N°99, Ministerio de Salud.

Por otro lado, si observamos el número de fallecimientos totales por rango etario durante el periodo de pandemia (ver Gráfico 33), vemos que el mayor número de fallecimientos corresponde a edades entre 75-79 años para hombres y 85-89 años para mujeres.

Gráfico 33. N° fallecimientos por COVID por tramo etario (virus identificado o no)²⁵



V.1.2. Exceso de mortalidad durante la pandemia

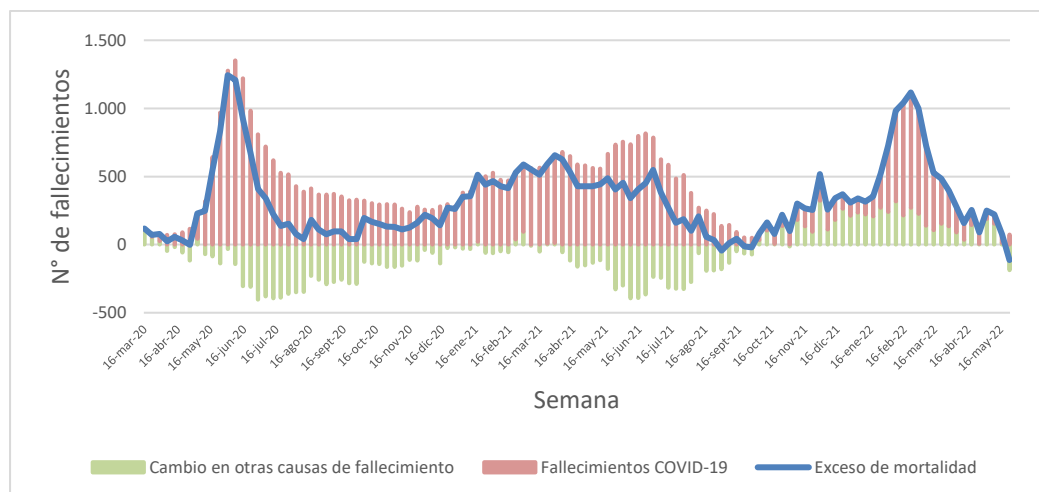
Una de las formas más comunes de medir los efectos del COVID-19 en la mortalidad es determinar el exceso de mortalidad²⁶, es decir, la desviación de fallecimientos respecto a lo que se hubiese esperado de no haber ocurrido la pandemia. El exceso de mortalidad puede explicarse tanto por las muertes por COVID-19, como por el cambio en otras causas de muerte. Dado que la mortalidad es mayor entre las personas con enfermedades preexistentes, algunas personas que hubieran muerto por otras causas, murieron en cambio por COVID-19 (muertes aceleradas). Por ejemplo, 12.361 personas por encima de la edad de jubilación murieron en 2019 por "Enfermedades del sistema respiratorio", pero sólo 8.794 en 2020 y 9.421 el año 2021. Este descenso podría explicarse por las muertes aceleradas y por los efectos indirectos de la pandemia, ya que hubo menos circulación de otros virus respiratorios.

²⁵ Considera los códigos CIE U07.1 (COVID-19, virus identificado) y U07.2 COVID-19 (virus no identificado).

²⁶ Para determinar el exceso de mortalidad se extrapola la tendencia lineal observada entre 2016-2019 para determinar el crecimiento en el número de fallecimientos y aplicó este crecimiento semanalmente al promedio 2016-2019.

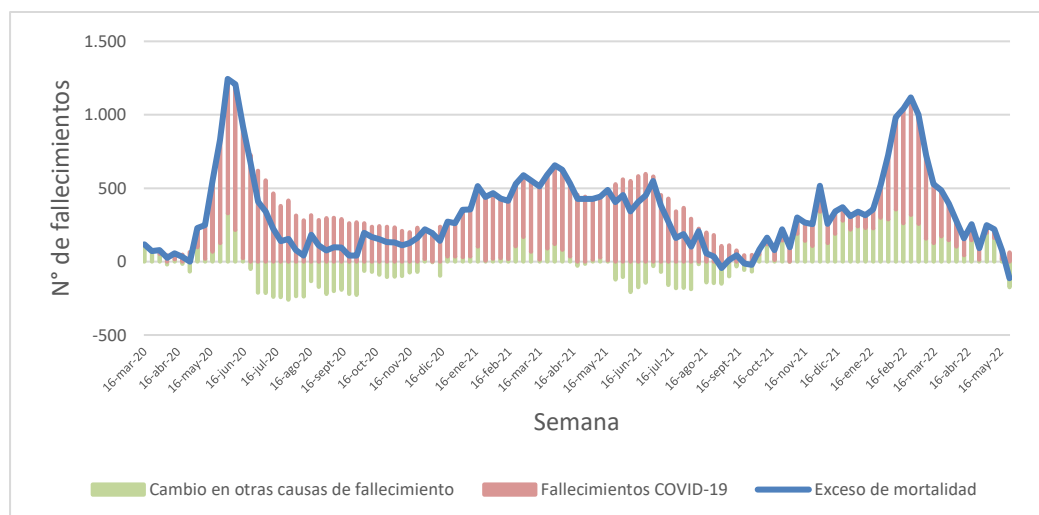
Los siguientes gráficos muestran a nivel poblacional en Chile, la evolución del exceso de mortalidad entre las personas en edad de pensión, desagregándolo en dos causas. La curva azul muestra el exceso de mortalidad y las barras muestran cómo esta mortalidad puede explicarse por las muertes por COVID-19 y por el cambio en las muertes por otras causas. El primer gráfico considera tanto los casos de virus identificado como no identificado y el segundo gráfico considera solo los casos de virus identificado:

Gráfico 34. Exceso de mortalidad debido a COVID-19 (virus identificado o no) y cambios en otras causas de muertes



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

Gráfico 35. Exceso de mortalidad debido a COVID-19 (sólo virus identificado) y cambios en otras causas de muertes



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

V.2. Efectos de enfermedades subyacentes en la mortalidad por COVID-19 y población sobreviviente

El impacto del COVID-19 en la mortalidad varía significativamente según las enfermedades de salud subyacentes. La OCDE en el *Working Party* de diciembre de 2021, observó que tener

una comorbilidad subyacente aumenta significativamente el riesgo de mortalidad por COVID-19, siendo la enfermedad renal la que se encuentra entre las más mortales y aumenta el riesgo de muerte en casi cinco veces (~5x). Otras comorbilidades señaladas en el documento como factores de riesgo relevantes incluyen, en orden descendente, enfermedad cardiovascular (~3x), enfermedad respiratoria (2-3x), diabetes (~2x), hipertensión (~2x), demencia (~2x), cáncer (~2x) y enfermedad hepática (1,5x).

De acuerdo con los análisis señalados por la OCDE, la gran mayoría de las personas que mueren a causa del COVID-19 tienen al menos una comorbilidad y son comunes las comorbilidades múltiples. Asimismo, el hecho de que las poblaciones más frágiles estén en mayor riesgo respalda la hipótesis de que muchas de las muertes por COVID-19 son muertes aceleradas que podrían haber ocurrido igualmente en el corto plazo.

V.3. Efectos a largo plazo del COVID-19 en la mortalidad

Si bien los impactos de la pandemia en la mortalidad aún persisten, es razonable esperar que estos solo tengan un efecto en la mortalidad de corto plazo y que la mayoría de estos impactos sean temporales en la medida que disminuyan los impulsores del exceso de mortalidad. Sin embargo, no existe certidumbre acerca de los impactos a más largo plazo, debido a los efectos que podría tener la pandemia en el estado de salud. Lo anterior, aumenta el riesgo de que la mortalidad observada se desvíe de los supuestos utilizados en su construcción, por lo que se requiere un seguimiento continuo de la suficiencia de las tablas de mortalidad.

En cualquier caso, una vez que los efectos de la pandemia disminuyan, lo más razonable es que las tasas de mortalidad debieran volver a sus niveles de referencia. Este fue el caso después de la pandemia de gripe española de 1918-1919. El Gráfico 36, muestra que la esperanza de vida volvió a su tendencia anterior en 1920, superando incluso el nivel observado antes de la pandemia.

Gráfico 36. Evolución de la esperanza de vida, WP OCDE 2021.



Source: Riley (2005), Clio Infra (2015), and UN Population Division (2019). OurWorldInData.org/life-expectancy • CC BY
Note: Shown is period life expectancy at birth, the average number of years a newborn would live if the pattern of mortality in the given year were to stay the same throughout its life.

Source: (Roser, Ortiz-Ospina and Ritchie, 2019^[129])

Asimismo, es probable que los más frágiles de la población hayan fallecido durante la pandemia de COVID-19, por lo tanto, es esperable que los sobrevivientes sean relativamente

más longevos, lo que resultará en una menor mortalidad en los años posteriores a la pandemia. Lo anterior, está respaldado por la evidencia de que los grupos específicos que experimentaron una mayor mortalidad también fueron los que tenían tasas más altas de comorbilidades. Sin embargo, es probable que este efecto de selección sea de corta duración, ya que los niveles de mortalidad volverían a su trayectoria anterior en unos pocos años, como ocurrió después de la pandemia de gripe española de 1918-1919.

V.4. Conclusiones respecto a los efectos del COVID-19 en la construcción de tablas de mortalidad

Para determinar el tratamiento más adecuado del COVID-19 en la construcción de las tablas previsionales, es necesario recordar que el objetivo de estas tablas es garantizar que, en el caso de rentas vitalicias, habrá un adecuado nivel de reservas para el pago de todas las pensiones comprometidas hasta el fallecimiento del pensionado y sus beneficiarios. En el caso de retiro programado, el objetivo es garantizar que los fondos acumulados por el pensionado no se agotarán antes del fallecimiento del pensionado y sus beneficiarios. Las tablas de mortalidad debiesen basarse en el supuesto de mejor estimación de la mortalidad y, por lo tanto, es relevante que reflejen las tasas de mortalidad actuales y futuras que se esperan de la población sobreviviente de la pandemia.

Al considerar el periodo de construcción de las tasas de mortalidad, es importante evaluar si la experiencia de mortalidad observada en este periodo es adecuada para reflejar la mortalidad actual y futura de la población a la cual se le aplicarán posteriormente. En el caso del COVID-19, la mayor mortalidad experimentada durante la pandemia corresponde a un periodo anómalo que ha cambiado la tendencia observada hasta antes de 2020. Por lo anterior, este periodo no debiese incluirse en la construcción de las tablas de mortalidad, debido a que incluirlo aumentaría significativamente el nivel de mortalidad base, lo que no sería consistente con los efectos temporales que se espera tenga la pandemia en la mortalidad.

Asimismo, actualmente no existe información suficiente que indique un efecto permanente en la mortalidad por causa del COVID-19. Por ello, cualquier ajuste de la mortalidad esperada a largo plazo no se justifica dada la falta de información al respecto. Sin embargo, y debido a la incertidumbre en la mortalidad de largo plazo, es fundamental realizar una revisión continua de la suficiencia de las tablas previsionales, de modo de corregir oportunamente cualquier desviación en la mortalidad.

Por lo tanto, las tablas de mortalidad construidas con información hasta diciembre de 2019 entregan la mejor información de la tendencia esperada para la mortalidad post-pandemia, esto es, cuando pasen los efectos temporales de la crisis sanitaria en curso.

APÉNDICE N° 1. MÉTODOS DE EXTRAPOLACIÓN

- **Gompertz:**

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

- **Makeham:**

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

- **Quadratic:**

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

- **Heligman and Pollard (1^{ra} ley):**

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

- **Heligman and Pollard (3^{er} ley):**

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

- **Kannisto:**

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

APÉNDICE N° 2. 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:

$$M = F + hS$$
$$F = \sum W_x(q_x - q_x^0)^2 \quad S = \sum (\Delta^2 q_x)^2$$

Donde,

F(fit): es la medida de ajuste

S (smooth): es una medida de suavidad de la curva

h: es el parámetro de suavidad de la curva

q_x : tasa de mortalidad obtenida luego de la graduación para la edad *x*

q_x⁰ : tasa de mortalidad bruta (antes de la graduación) para la edad *x*

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. 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.

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

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

$$Var(U_x) = V_x(1 - V_x)/n_x \approx q_x^0(1 - q_x^0)/n_x$$

Entonces,

$$W_x = n_x/V_x(1 - V_x) \approx n_x/q_x^0(1 - q_x^0)$$

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. 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 \mathbf{M} , que es una función con n incógnitas de los valores q_x . Entonces, los q_x que minimizan \mathbf{M} corresponden a la solución para las n ecuaciones como resultado de la derivada parcial de \mathbf{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. DESCRIPCIÓN DE TEST ESTADÍSTICOS

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.

APÉNDICE N° 3. RESULTADOS TEST ESTADÍSTICOS

Mujeres causantes:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	19,62
Prob. Resultada	0,66
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	18,61
Varianza estimada	8.270,57
Estadístico	0,20
Prob. Resultada	0,58
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	24
Prob. Resultada	1,00
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	14
Prob. Resultada	0,24
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	14
Prob. Resultada	0,24
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	12
N° de signos positivos	14
N° de signos negativo	19
Media	8,48
varianza	1,97
Estadístico	2,51
Prob. Resultada	0,99
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	0,66	2,00%	0,66
-2 a -1	4	12,12%	4,62	14,00%	0,08
-1 a 0	15	45,45%	11,22	34,00%	1,27
0 a 1	8	24,24%	11,22	34,00%	0,92
1 a 2	6	18,18%	4,62	14,00%	0,41
2 a 3	0	0,00%	0,66	2,00%	0,66
sobre 3	0	0,00%	0	0,00%	0,00
total		4,01			
Prob result		0,55			
¿Pasa Test?		SI			

Mujeres beneficiarias:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	44,80
Prob. Resultada	0,24
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	41,74
Varianza estimada	34.370,46
Estadístico	0,23
Prob. Resultada	0,59
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	30
Prob. Resultada	0,97
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	24
Prob. Resultada	0,50
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	26
Prob. Resultada	0,72
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	15
N° de signos positivos	26
N° de signos negativo	23
Media	12,73
varianza	3,04
Estadístico	1,30
Prob. Resultada	0,90
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	0,98	2,00%	0,98
-2 a -1	9	18,37%	6,86	14,00%	0,67
-1 a 0	14	28,57%	16,66	34,00%	0,42
0 a 1	21	42,86%	16,66	34,00%	1,13
1 a 2	3	6,12%	6,86	14,00%	2,17
2 a 3	2	4,08%	0,98	2,00%	1,06
sobre 3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
total		6,44			
Prob result		0,27			
¿Pasa Test?		SI			

Mujeres inválidas:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	42,75
Prob. Resultada	0,82
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	40,75
Varianza estimada	5.820,63
Estadístico	0,53
Prob. Resultada	0,70
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	32
Prob. Resultada	0,70
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	28
Prob. Resultada	0,26
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	32
Prob. Resultada	0,65
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	16
N° de signos positivos	32
N° de signos negativo	30
Media	16,00
varianza	3,87
Estadístico	0,00
Prob. Resultada	0,50
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	1,24	2,00%	1,24
-2 a -1	6	9,68%	8,68	14,00%	0,83
-1 a 0	24	38,71%	21,08	34,00%	0,40
0 a 1	24	38,71%	21,08	34,00%	0,40
1 a 2	7	11,29%	8,68	14,00%	0,33
2 a 3	1	1,61%	1,24	2,00%	0,05
sobre 3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
total		3,25			
Prob result		0,66			
¿Pasa Test?		SI			

Hombres causantes y beneficiarios no inválidos:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	46,01
Prob. Resultada	0,05
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	45,90
Varianza estimada	46.025,15
Estadístico	0,21
Prob. Resultada	0,58
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	24
Prob. Resultada	0,89
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	25
Prob. Resultada	0,92
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	22
Prob. Resultada	0,68
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	12
N° de signos positivos	22
N° de signos negativo	20
Media	11,00
varianza	2,61
Estadístico	0,62
Prob. Resultada	0,73
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	1	2,38%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	0,84	2,00%	0,84
-2 a -1	5	11,90%	5,88	14,00%	0,13
-1 a 0	14	33,33%	14,28	34,00%	0,01
0 a 1	17	40,48%	14,28	34,00%	0,52
1 a 2	4	9,52%	5,88	14,00%	0,60
2 a 3	0	0,00%	0,84	2,00%	0,84
sobre 3	1	2,38%	0,00	0,00%	0,00
total		2,94			
Prob result		0,71			
¿Pasa Test?		SI			

Hombres inválidos:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	46,51
Prob. Resultada	0,72
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	36
Prob. Resultada	0,90
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	44,63
Varianza estimada	15.108,88
Estadístico	0,36
Prob. Resultada	0,64
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	35
Prob. Resultada	0,84
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	33
Prob. Resultada	0,74
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	17
N° de signos positivos	35
N° de signos negativo	28
Media	16,11
varianza	3,84
Estadístico	0,45
Prob. Resultada	0,67
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	1,26	2,00%	1,26
-2 a -1	6	9,52%	8,82	14,00%	0,90
-1 a 0	22	34,92%	21,42	34,00%	0,02
0 a 1	27	42,86%	21,42	34,00%	1,45
1 a 2	7	11,11%	8,82	14,00%	0,38
2 a 3	1	1,59%	1,26	2,00%	0,05
sobre 3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
total		4,06			
Prob result		0,54			
¿Pasa Test?		SI			

APÉNDICE N° 4. FILTROS UTILIZADOS EN LAS BASES DE DATOS

1. LA BASE DE DATOS

Se obtuvieron las siguientes bases de datos:

- **CMF:** Se genera a partir de la información de la Circular N° 1.194, que incluye pólizas de renta vitalicia previsionales (ya sea como venta directa, o de traspaso o cesión de cartera) y siniestros de invalidez y sobrevivencia según la Circular N° 528. La información incluye tanto causantes de pensión como beneficiarios de pensión a pago y potenciales.
- **SP:** Contiene información entregada por las AFP, de pensionados bajo la modalidad de retiro programado y de renta vitalicia. Esta incluye tanto a causantes de pensión como a beneficiarios de pensión efectivos y potenciales. Contiene además información de las calificaciones de invalidez proporcionada por las Comisiones Médicas del D.L. 3500, del Sistema de Consultas y Ofertas de Montos de Pensión (SCOMP) y de pensiones asistenciales (ex PASIS), para fines de completitud de datos no validados.

Para la obtención del sexo, fecha de nacimiento y fecha de defunción, datos claves para la construcción de las tablas de mortalidad, se enviaron a parear al Servicio de Registro Civil e Identificación (SRCEI) las bases de datos de la CMF y SP, a través de los convenios de prestación de servicios de verificación de datos de registro civil fuera de línea entre la SP/CMF y el SRCEI. Este pareo se realizó en marzo de 2020.

2. CRITERIOS UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DE LAS BASES DE DATOS DE PENSIONADOS DE LA SP Y LA CMF

2.1 Definiciones Previas

A continuación, se definen algunos de los términos que se utilizarán a lo largo de este anexo:

- Sobrevivencia pura: Se refiere a las pensiones generadas producto del fallecimiento del afiliado antes de haberse pensionado y que generó pensión de sobrevivencia.
- Causante: Se refiere a un pensionado(a) por vejez o invalidez, que puede o no tener beneficiarios legales de pensión de sobrevivencia. Se incluyen también afiliados(as) que fallecieron antes de haberse pensionado y que generan pensión de sobrevivencia pura.
- Beneficiario efectivo: Se refiere a un beneficiario legal de pensión de sobrevivencia, que recibe o ha recibido pagos por esta pensión, pues el causante de la pensión ha fallecido. No se considera los beneficiarios designados de renta vitalicia.
- Beneficiario potencial: Se refiere a un beneficiario legal de pensión de sobrevivencia, que no ha recibido pagos por esta pensión, pues el pensionado causante no ha fallecido. No se consideran los beneficiarios designados de renta vitalicia.
- Fecha de pensión: Se refiere indistintamente a fecha de solicitud de pensión suscrita en la AFP o a la fecha de inicio de vigencia de la póliza de RV.
- Inválidos: Pensionados por invalidez o beneficiarios inválidos. No se consideran los beneficiarios designados de renta vitalicia.

2.2 Consideraciones adicionales

- Modalidad de pensión: Se clasifica como Renta Vitalicia (RV) a todos los registros que provengan de la base de datos de la CMF. El resto de los casos son clasificados como Retiro Programado (RP). Puede existir beneficiarios clasificados como RV y otros como RP dentro de un mismo grupo familiar, debido a que alguno de los beneficiarios puede haber dejado de serlo (por ejemplo, hijos que se casan o cumplen 24 años) o fallecido antes de la compra de la póliza de RV.
- Composición de las tablas RV, B, MI, CB: A continuación, se describe la población utilizada para el cálculo de cada tabla de mortalidad 2020:
 - RV: Contiene información de causantes de pensión no inválidas (mujeres), de las bases de datos de la SP y CMF.
 - B: Contiene información de beneficiarias de pensión de sobrevivencia no inválidas (mujeres), tanto potenciales como efectivos, de las bases de datos de la SP y CMF.
 - CB: Contiene información de causantes y beneficiarios no inválidos (hombres), de las bases de datos de la SP y CMF.
 - MI: Contiene información tanto de causantes como beneficiarios inválidos, de las bases de datos de la SP y la CMF.

- Edad: Para la aplicación de los filtros, se utilizan las siguientes definiciones de edad:

Sea, $fnac$ la fecha de nacimiento y $feval$ la fecha de cálculo de la edad:

$$Edad_{decimal} = (\text{año}(eval) - \text{año}(feval)) + \frac{\text{mes}(eval) - \text{mes}(feval)}{12} + \frac{\text{año}(eval) - \text{año}(feval)}{365,25}$$

$$Edad_{entera} = \text{Redondear}(Edad_{decimal}, 0).$$

- Definición de fecha no válida (FNV): Se considera que una fecha es no válida cuando no corresponde a una fecha. Para ello, se verifica lo siguiente:
 - Año no puede ser menor a 1861.
 - Mes debe estar dentro de los valores 1 a 12
 - El día debe estar dentro de los valores correspondientes a cada mes: 1 a 31 para enero, marzo, mayo, julio, agosto, octubre y diciembre; 1 a 30 para abril, junio, septiembre y noviembre; 1 a 28 para febrero o de 1 a 29 si el año es bisiesto.
 - Además, se ha observado que el SRCEI tiene información de días 29 de febrero para años no bisiestos. En este caso, se toma como fecha válida, pero se modifica la fecha al día 28, con el objeto de que las herramientas de cálculo no generen error en la lectura de la fecha.

3. FILTROS DE CONTENIDO Y LIMPIEZA DE DATOS

Exclusivos para la base de datos de la SP:

Criterios fecha solicitud SP:

1. Con la reforma previsional del año 2008 se traspasaron a las AFP las pensiones asistenciales (ex PASIS) con afiliación a las AFP sin saldo. Dado que las AFP reportan la fecha de traspaso a la AFP como fecha de pensión, se reemplaza este dato por la fecha de inicio de pago de la pensión asistencial.
2. Cuando no fue posible validar la información de las fechas de invalidez, se utilizó la fecha de las Comisiones Médicas o SCOMP o CMF (según ese orden de prelación). Si en ninguna de las tres fuentes alternativas de información hubo información disponible, se dejaron esas fechas de invalidez como sin información.
3. Para pensiones de invalidez, se consideró la fecha reportada por las Comisiones Médicas para casos con fecha de solicitud posterior a 2011, asignándose la fecha del primer dictamen por invalidez total y la del segundo dictamen por invalidez parcial. De esta forma, no se considera ni el período del proceso de calificación de invalidez, ni el período transitorio para inválidos parciales.
4. Finalmente se deja la fecha de solicitud de pensión más antigua para cada causante de pensión.

Criterios y filtro de monto de pensión:

Se obtiene la información de monto y saldo de pensión de las siguientes fuentes y siguiente orden SCOMP, CMF e información de las AFP. Ambos datos se obtienen de forma conjunta de la misma fuente y en caso de no estar alguno de ellos, se dejan como sin información ambos.

Posteriormente, se eliminan todos aquellos causantes cuya pensión es inferior a la "Pensión Mínima para afiliados hombres y mujeres menores de 70 años" si la fecha de solicitud es anterior a julio 2008 y todos aquellos causantes cuya pensión es inferior a la "Pensión Básica Solidaria" (PBS) si la fecha de solicitud es posterior a julio 2008; se elimina además su grupo familiar. Este filtro se utiliza debido a que la población que tiene una pensión bajo la PBS no utiliza la tabla de mortalidad para el desgaste de sus fondos en RP y no puede acceder a la modalidad de Rentas Vitalicias, por lo cual no es usuaria de las tablas de mortalidad publicadas.

Se excluyen del filtro (no se eliminan) los siguientes:

1. Causantes inválidos y su grupo familiar (se utilizan tablas vigentes para el cálculo aportes adicionales).
2. Beneficiarios de sobrevivencias puras (se utilizan tablas vigentes para el cálculo aportes adicionales).
3. Causantes que hayan jubilado anticipadamente y su grupo familiar (necesariamente cumplen el requisito para escoger modalidad de pensión y por tanto son usuarios de la tabla).

4. Causantes que hayan entrado a SCOMP y su grupo familiar (necesariamente cumplen requisito pensión).
5. Causantes pensionados en RV y su grupo familiar (necesariamente cumplen requisito pensión).

Las dos primeras excepciones se deben a que en esos casos se utilizan las tablas de mortalidad para el cálculo del aporte adicional, mientras que las tres últimas se deben a que en esos casos necesariamente se cumplen los requisitos para seleccionar modalidad de pensión.

Filtro inconsistencia entre monto y saldo de pensión para causantes de vejez: Se eliminan los registros con *saldo_pensión/monto_pensión* menores a 100 y mayores a 350. Se excluyen de este filtro aquellos con *saldo_pensión* menor a 3,5 y *monto_pensión* igual a 0,01. El monto de pensión se redondea a 2 decimales.

Estos dos últimos filtros, se aplican al final del proceso de construcción de la base de datos, así se puede contar con una base sin filtro de monto de pensión, para análisis adicionales.

Filtro modalidad de pensión

Se eliminan los registros correspondientes a rentas vitalicias, pues esa información es reportada por la CMF, pero se guarda la fecha de solicitud de dichos registros eliminados, para ser considerados como fecha de pensión en los datos de la CMF, quedando solo datos de retiros programados en la base de la SP.

Exclusivos para la base de datos de la CMF:

Filtro aceptaciones de reaseguro: Se eliminan las aceptaciones de reaseguro (por ser un registro que duplica al registro de la compañía cedente).

Filtro inconsistencia entre situación de invalidez y tipo de pensión²⁷: Se eliminan los causantes reportados como inválidos en la variable situación de invalidez y el tipo de pensión relacionado a vejez.

Filtros de inconsistencia de datos:

Filtro SRCEI: Se eliminan los registros que no tienen información certera del SRCEI.

Filtro inconsistencia fechas de nacimiento original versus resultado SRCEI: Este filtro elimina beneficiarios que no están recibiendo pensión que probablemente su RUN fue mal informado. Para encontrar los casos, se comparan las fechas de nacimiento originalmente informadas por las AFP o CSV, con las del SRCEI y se eliminan los casos donde se encuentran 3 o más dígitos distintos entre ambas fechas. Se exceptúan de este

²⁷ Este filtro se aplica al final del proceso de construcción de la base de datos.

filtro a los beneficiarios fallecidos, donde coinciden los datos originales con los resultados del pareo, tanto en la fecha de fallecimiento como en el sexo.

Filtro datos vacíos, codificación errónea o fecha no valida (FNV): Se eliminan los registros sin información, con codificación errónea o con fecha no valida en las siguientes variables: RUN, fecha de pensión, fecha de nacimiento, fecha fallecimiento, sexo, código de parentesco y monto de pensión. En el caso de código de parentesco se consideró como código erróneo el de beneficiario designado de renta vitalicia.

Filtro inconsistencias entre fechas: Se eliminan los registros con inconsistencias entre fechas: fecha nacimiento>fecha fallecimiento, fecha pensión>fecha fallecimiento y fecha nacimiento>fecha pensión (exceptuando hijos)

Filtro error fecha de pensión: Se eliminan los registros con fecha de inicio de pensión anterior al 01/01/1981.

Filtro error edad pensión: Se eliminan los registros donde la edad a la fecha de inicio de la pensión es mayor a 120 años.

Filtro fecha de corte: Se eliminan los registros cuya fecha de pensión o de nacimiento es mayor a 31/12/2018, para alinearse a la fecha de corte de las bases de datos.

Filtro mismo RUN beneficiario y causante: Se eliminan los beneficiarios que tienen asociado el mismo RUN del causante de su pensión.

Filtro causantes de sobrevivencia pura: Se eliminan los causantes de pensión de sobrevivencia que fallecieron antes de pensionarse por vejez o invalidez.

Filtro tipo de pensión invalidez inconsistente: Se eliminan los registros de los causantes con “tipo de pensión” igual a invalidez y “situación de invalidez” igual a “no”. Esto porque corresponde a una inconsistencia entre el tipo de pensión y la situación de invalidez del rentista, no pudiendo inferir la real situación de invalidez del pensionado.

Filtros de inconsistencia con el grupo familiar:

Filtro inconsistencia sexo entre cónyuges: Se eliminan los registros de cónyuges o madre/padre de hijo de filiación no matrimonial, que tengan el mismo sexo que el causante.

Filtro inconsistencia edad cónyuge: Se eliminan los registros de cónyuges que tengan a la fecha de fallecimiento del causante menos de 16 años de edad.

Filtro inconsistencia edad madre/padre de hijo de filiación no matrimonial: Se eliminan los registros de madres/padres de hijo de filiación no matrimonial, que tengan a la fecha de fallecimiento del causante menos de 12 años de edad.

Filtro inconsistencia entre edad causante e hijo beneficiario: Se eliminan los registros de beneficiarios, en que la edad del causante sea menor a 12 años a la fecha de nacimiento del hijo beneficiario.

Filtro inconsistencia entre edad de madre/padre del causante y causante: Se eliminan los registros de padres o madres de causantes, en que la edad de padre o madre del causante sea inferior a 12 años a la fecha de nacimiento del causante.

Filtro inconsistencia sexo del padre o madre de causante: Se eliminan los registros de los padres de causante con sexo femenino y las madres de causante con sexo masculino.

4. TRATAMIENTO DE DUPLICADOS EN CADA BASE

Cada individuo debe exponer dentro de un mismo grupo una sola vez (ver composición de las tablas en sección 2.2). Los individuos son identificados a través de su RUN y se tratan de la misma forma en cada base de datos (SP, CMF) por separado previo a la consolidación. Estos criterios o filtros se realizan de forma posterior a la eliminación de registros por inconsistencia de datos y se aplican secuencialmente.

Filtro duplicados beneficiarios potenciales base SP: Se eliminan los beneficiarios potenciales si ya existe un registro como beneficiario efectivo para un mismo grupo familiar, por tener el beneficiario efectivo información más actualizada que cuando era un beneficiario potencial. Sólo base SP.

Filtro duplicados beneficiarios asociados a causantes: Se eliminan todos los registros de beneficiarios que aparecen asociados a más de 2 causantes, por entenderse como RUN erróneamente asignados y no poder identificar al causante del que efectivamente es beneficiario. Sólo base SP (CMF aplica filtro de flags²⁸).

Filtro duplicados beneficiarios asociados a cada tabla: Se eliminan los registros duplicados de beneficiarios que aparecen más de una vez en una misma tabla. Para ello, se deja el registro con fecha de inicio de vigencia más antiguo.

Filtro inconsistencia situación invalidez, causante-beneficiario-inválidos: En caso de encontrarse un RUN en los 3 grupos (causante, beneficiario no inválidos e inválidos), se eliminan todos los registros, a excepción del causante inválido si corresponde a la primera pensión.

Filtro inconsistencia situación invalidez misma fecha vigencia: Si un individuo (RUN) aparece en varios registros con una misma fecha de inicio de pensión, calificado en unos como inválido y en otros como no inválido (causantes o beneficiarios), se eliminan todos los registros asociados al RUN. En el caso que el RUN en algunos de los registros duplicados corresponda a un causante calificado como inválido, este registro se mantiene eliminando sus duplicaciones en las que difiere de esta calificación.

²⁸ El SRCEI en conjunto con los resultados del pareo entrega un flag para cada registro, según la siguiente codificación: **1** "Apellidos y nombres coinciden 100%", **2** "Apellidos coinciden 100% y nombres coinciden $\geq 60\%$ ", **3** "Apellidos coinciden 100% y nombres coinciden $\leq 60\%$ ", **4** "Búsqueda por nombre: los apellidos y nombres coinciden en un 100%, coincidiendo también la fecha de nacimiento", **5** "No existe el registro" y **6** "Formato inválido en registro de entrada".

Filtro inconsistencia en situación de invalidez del causante: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a un RUN de causante que aparece calificado como no inválido en una pensión inicial y que en un registro posterior aparece calificados como inválido (ya sea en la condición de causante o beneficiario) se eliminan. Esto porque un causante que ya se pensionó como no inválido, no podrá pensionarse por invalidez posteriormente. En el caso de que en el registro posterior aparezca como beneficiario inválido, se asume que correspondería a un cónyuge y que debiera estar clasificado como no inválido en la base de datos.

- b) Los registros asociados a un RUN de causante que aparece calificado como inválido en una pensión inicial y que en un registro posterior aparece calificado como no inválido (ya sea como causante o beneficiario), se eliminan todos los registros en que el RUN se califica como no inválido y se mantiene el registro de la primera pensión correspondiente al causante inválido. En este caso, si el causante inválido contrata una segunda pensión, por norma, no podrá ser clasificado como inválido, por lo que el registro válido corresponderá al causante inválido.

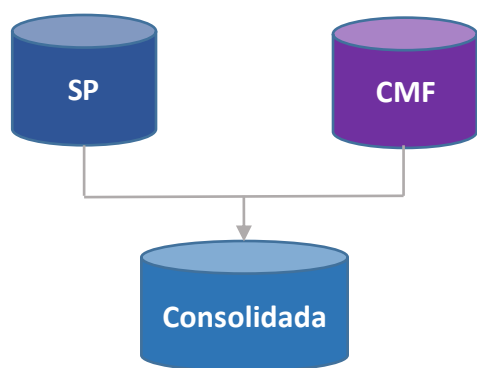
Filtro inconsistencia en situación de invalidez del beneficiario: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a un RUN de beneficiario que aparecen en una primera pensión como no inválidos y luego en un registro posterior (segunda pensión) como inválidos (ya sea causante o beneficiario), se dejan ambos registros, pero el registro del beneficiario no inválido se deja con fecha final de exposición la fecha de inicio de vigencia de la invalidez. Esto debido a que se considera que es factible que alguien que no era causante se haya invalidado con posterioridad a la primera aparición en el sistema de pensiones ya sea como beneficiario o causante.

- b) Los registros asociados a un RUN de beneficiarios inválidos y que en un registro posterior (segunda pensión) aparecen como causantes o beneficiarios no inválidos se eliminan. Esto porque se considera que un inválido no cambiará su situación de invalidez una vez que fue calificado como tal.

5. CRITERIOS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LAS BASES DE DATOS

Una vez depurada cada base de datos individual, se procede a consolidar éstas.



Filtro inconsistencia edad de pensión - Filtro de seguridad:

Este filtro corresponde a un filtro de seguridad, que tiene el objeto de revisar casos que puedan tener error en el RUN pareado con el SRCEI, por lo que se realiza para todos los casos donde hubo cambio de fecha de nacimiento.

Para este filtro, se debe rescatar antes el mínimo de las fechas de inicio de vigencia de pensión de cada causante de pensión para cada una de las bases de datos (SP, CMF), además de su situación de invalidez. La fecha de inicio de vigencia a considerar corresponde a la fecha de inicio de pensión original de cada BD, la cual debe ser válida (no nula, distinta de cero o sin error).

Luego, se analiza la edad del causante a la fecha de la primera pensión (considerando fecha de nacimiento post pareo de los registros en análisis). Se considera que hay inconsistencia de la edad de pensión cuando ocurra lo siguiente:

- a) Causantes no inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es menor a 35 años.
- b) Causantes no inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es mayor a 85 años.
- c) Causantes inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es menor a 18 años.
- d) Causantes inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es mayor a 70 años.

Identificadas estas inconsistencias, se eliminan los registros del causante en cada una de las bases de datos en que aparece.

En este filtro la edad se considera entera (redondeada).

Duplicados con error: Los registros asociados a RUN con diferencias entre la base de la SP y CMF, en los campos de sexo, fecha de nacimiento y/o fecha de fallecimiento se eliminan.

Filtro duplicados, inicio de exposición consolidación: En el caso de los RUN que se dupliquen en cada tabla de mortalidad y entre las bases de la SP y la CMF, se deja como fecha de inicio de exposición a la menor registrada entre ambas y se elimina el registro de la SP. Luego se buscan nuevamente RUN duplicados en cada tabla, pero entre las 2 bases de datos (CMF, SP).

Filtro inconsistencia situación invalidez misma fecha vigencia: Si un individuo (RUN) aparece en varios registros con una misma fecha de inicio de pensión, calificado en unos como inválido y en otros como no inválido (causantes o beneficiarios), se eliminan todos los registros asociados al RUN. En el caso que el RUN en algunos de los registros duplicados corresponda a un causante calificado como inválido, este registro se mantiene, eliminando sus duplicaciones en las que difiere de esta calificación.

Filtro inconsistencia en situación de invalidez del causante: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a RUN de causantes no inválidos que en un registro posterior aparecen en el grupo de inválidos (ya sea como causante o beneficiario) se eliminan.
- b) Los registros asociados a RUN de causantes inválidos que en registros posteriores aparecen calificados como no inválidos, ya sea como causante o beneficiario, se mantiene la calificación del primer registro correspondiente a inválido. En el caso que las fechas de inicio de vigencia son iguales, se eliminan los 2 registros.

Filtro inconsistencia en situación de invalidez del beneficiario: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a RUN de beneficiario no inválido que aparecen en un registro posterior calificado como inválido (ya sea causante o beneficiario), se tratarán como registros independientes en la base fusionada, asignando al registro del beneficiario no inválido como fecha fin de vigencia la fecha de inicio vigencia del registro donde se califica al RUN como inválido.
- b) Duplicados entre grupos beneficiarios e inválidos: Se eliminan los registros que aparecen en el grupo de inválidos (ya sea como causante o beneficiario) donde la fecha de inicio de vigencia del beneficiario no inválido es posterior o igual al inicio de vigencia en que aparece como inválido (se considera que una persona declarada inválida no cambia su situación de invalidez). En el caso de que el beneficiario no inválido tiene fecha de vigencia anterior al del grupo de inválidos, se dejan ambos registros, pero en la primera pensión se coloca como fecha final de exposición la fecha de inicio de vigencia de la invalidez (se considera que la persona se invalidó en la fecha de inicio de vigencia de la segunda póliza o pensión). En el caso que las fechas de inicio de vigencia sean iguales, se eliminan los 2 registros.

Filtro inconsistencia situación invalidez, causante-beneficiario-inválidos: Los registros asociados a un mismo RUN que se encuentre en los 3 grupos de calificación, (causante,

beneficiario no inválidos e inválidos), se eliminan, a excepción del registro asociado al causante inválido si este corresponde a la primera pensión. Esto porque se asume que un causante inválido, por norma, no aparecerá en la BD como inválido en pólizas posteriores.

6. NÚMERO DE REGISTROS RESULTANTES

A continuación, se muestra el número de registros resultantes de la depuración de cada base de datos por separado y luego de la consolidación. Notar que los datos de causantes y beneficiarios no inválidos hombres se juntan después de la consolidación de las bases de datos.

6.1 Base de datos de la SP

Registros antes de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	S/I	Total
Causantes	878.883	822.581	282	1.701.746
Beneficiarios	1.166.879	721.070	22.922	1.910.871
Inválidos	127.446	212.586	205	340.237
Total	2.173.208	1.756.237	23.409	3.952.854

Registros después de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	Total
Causantes	698.069	411.193	1.109.262
Beneficiarios	648.783	493.990	1.142.773
Inválidos	84.054	116.549	200.603
Total	1.430.906	1.021.732	2.452.638

6.2 Base de datos de la CMF

Registros antes de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	S/I	Total
Causantes	173.344	435.137	704	609.185
Beneficiarios	698.493	265.123	5.079	968.695
Inválidos	28.491	69.497	155	98.143
Ninguno	10.942	59.838	3.683	74.463
Total	911.270	829.595	9.621	1.750.486

Registros después de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	Total
Causantes	162.504	404.321	566.825
Beneficiarios	649.563	244.102	893.665
Inválidos	26.096	64.026	90.122
Total	838.163	712.449	1.550.612

6.3 Consolidación

Registros antes y después de la consolidación, por fuente de datos

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.452.638	1.550.612	4.003.250
Limpieza y duplicados	25.241	3.344	28.585
Registros totales	2.427.397	1.547.268	3.974.665

Registros antes y después de filtro de monto de pensión, por fuente de datos

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.427.397	1.547.268	3.974.665
Registros <PBS	1.390.772	-	1.390.772
Valores atípicos	29.490	-	29.490
Total registros	1.007.135	1.547.268	2.554.403

Después de la consolidación y filtro de monto de pensión, por tipo de beneficiario

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	520.435	724.865
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591	472.258	1.542.849
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.170.780	2.554.403

Finalmente, después de aplicar los filtros de consolidación se juntan las tablas de causantes y beneficiarios no inválidos para los hombres., así la base de datos consolidada se compone de los siguientes registros

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	962.516	2.237.537
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591		
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.140.603	2.524.226