

**SCPN**

**Estudios y balances actuariales para valorar la  
sustentabilidad y sostenibilidad de los fondos  
administrados del Servicio de Cesantía de la  
Policía Nacional**

**Fecha de valuación: 2020-12-31**



**Quito, Ecuador**

VÉLEZ Y VÉLEZ ENTERPRISE RISK MANAGEMENT S.A. (risko)

Leonardo Vélez Aguirre

Actuario MSc.

AV 12 de Octubre E10-80 y Lizardo García

Tel: 593-2-3230221

Cel: 593-9-99930947

e-mail: [risko@webrisko.com](mailto:risko@webrisko.com)

Quito, Ecuador.

**DOC ID: SCPN-144668785-MMXXI**

# Contenido

---

<b>Contenido</b>	<b>I</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>VII</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>XI</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>I</b>
Objeto del estudio . . . . .	I
Características del seguro . . . . .	I
Resumen de prestaciones . . . . .	II
Hipótesis claves . . . . .	III
Hipótesis demográficas . . . . .	III
Conclusiones . . . . .	III
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Objeto del estudio actuarial . . . . .	1
1.2. Características del SCPN . . . . .	1
1.2.1. Sujetos de protección . . . . .	2
1.2.2. Requisitos . . . . .	2
1.3. Horizonte del estudio . . . . .	3
1.4. Estructura del informe . . . . .	3
1.5. Eventos subsecuentes . . . . .	4
1.6. Nota aclaratoria . . . . .	4
1.7. Notación . . . . .	5
<b>2. Marco legal y reglamentario</b>	<b>7</b>
2.1. Base legal . . . . .	7
2.2. Breve descripción de leyes y reglamentos aplicables . . . . .	8
2.3. Régimen económico . . . . .	9

2.4.	Aportes al SCPN . . . . .	11
2.5.	Cálculo de beneficios . . . . .	11
2.5.1.	Cuantía básica . . . . .	12
2.5.2.	Bonificación . . . . .	13
2.5.3.	Beneficio en caso de fallecimiento o invalidez . . . . .	14
2.5.4.	Devolución de aportes . . . . .	15
2.6.	Gastos administrativos . . . . .	16
2.7.	Jerarquía y tiempo de permanencia en cada grado . . . . .	16
2.8.	Estructura actuarial . . . . .	16
<b>3.</b>	<b>Análisis del contexto económico</b>	<b>19</b>
3.1.	Tasas de interés referenciales . . . . .	20
3.1.1.	Producto interno bruto (PIB) . . . . .	21
3.1.2.	Inflación . . . . .	23
3.1.3.	Salario básico unificado (SBU) . . . . .	24
3.1.4.	Salario promedio anual . . . . .	25
3.2.	Modelo de proyección macroeconómica . . . . .	26
3.3.	Resultados del modelo macroeconómico . . . . .	27
3.3.1.	Gráficos de los resultados del modelo macroeconómico . . . . .	29
<b>4.</b>	<b>Análisis de los estados financieros</b>	<b>33</b>
4.1.	Activo . . . . .	33
4.1.1.	Cuentas de inversiones . . . . .	33
4.2.	Pasivo . . . . .	35
4.3.	Patrimonio . . . . .	37
4.3.1.	Fondo ordinario . . . . .	37
4.4.	Ingresos . . . . .	39
4.4.1.	Ingresos por aportes . . . . .	39
4.5.	Gastos . . . . .	41
4.5.1.	Pago de beneficios . . . . .	41
4.5.2.	Gasto administrativo . . . . .	43
4.6.	Resumen de aportes y prestaciones . . . . .	44
4.7.	Portafolio de inversiones . . . . .	46

---

4.8. Tasa actuarial . . . . .	47
<b>5. Análisis demográfico, de salarios y prestaciones</b>	<b>49</b>
5.1. Estructura jerárquica . . . . .	49
5.2. Estructura demográfica de la población cotizante . . . . .	49
5.2.1. Número de cotizantes . . . . .	49
5.2.2. Estructura por edades y sexo . . . . .	51
5.2.3. Estructura por grados y sexo . . . . .	53
5.2.4. Estructura por tiempo de servicio . . . . .	53
5.2.5. Masa salarial de los cotizantes al SCPN . . . . .	56
5.3. Estructura demográfica de la población de cesantes . . . . .	58
5.3.1. Estructura por edades y sexo . . . . .	58
5.3.2. Estructura por grados y sexo . . . . .	58
5.3.3. Estructura por tiempo de servicio . . . . .	61
5.3.4. Beneficios de la población de cesantes . . . . .	62
5.4. Evolución de los beneficios . . . . .	63
5.5. Análisis de bajas . . . . .	64
5.6. Cesantes futuros . . . . .	66
<b>6. Modelo demográfico</b>	<b>69</b>
6.1. Definición del modelo markoviano . . . . .	70
6.2. Formalización y notación . . . . .	72
6.3. Tasas instantáneas de transición . . . . .	73
6.3.1. Tasas de transición constantes . . . . .	74
6.4. Probabilidades de transición . . . . .	74
6.5. Cálculo de probabilidades de transición . . . . .	76
6.6. Construcción de tablas biométricas . . . . .	77
6.6.1. Cálculo de estimadores brutos . . . . .	77
6.6.2. Proceso de suavizamiento . . . . .	78
6.7. Tablas de decrementos múltiples . . . . .	78
6.8. Tablas de ascensos . . . . .	79
6.9. Tabla de cesantía . . . . .	81
6.10. Tablas de mortalidad . . . . .	82

6.10.1. Tabla de mortalidad de activos en actos de servicio . . . . .	83
6.10.2. Tabla de mortalidad de activos fuera de actos de servicio . . . . .	85
6.11. Proyección de la población . . . . .	87
<b>7. Modelo actuarial</b>	<b>93</b>
7.1. Estructura actuarial . . . . .	93
7.1.1. Sistema de financiamiento . . . . .	93
7.1.2. Esquema de prestaciones . . . . .	94
7.1.3. Régimen demográfico . . . . .	94
7.2. Selección del modelo actuarial . . . . .	94
7.3. Integración del modelo demográfico . . . . .	95
7.3.1. Simulación estocástica . . . . .	96
7.4. Flujo de ingresos por aportaciones . . . . .	97
7.5. Flujo de egresos por pago de beneficios . . . . .	97
7.6. Flujo de gastos administrativos . . . . .	98
7.7. Balance actuarial . . . . .	99
<b>8. Hipótesis actuariales</b>	<b>101</b>
8.1. Fundamentos de las hipótesis utilizadas . . . . .	101
8.2. Estructura actuarial . . . . .	101
8.3. Gastos administrativos . . . . .	102
8.4. Tasa actuarial . . . . .	102
8.5. Fondo inicial . . . . .	102
8.6. Aportes y beneficios . . . . .	102
8.7. Dolarización . . . . .	102
8.8. Resumen de parámetros . . . . .	103
8.9. Coherencia de los parámetros utilizados . . . . .	103
8.10. Hipótesis demográficas . . . . .	104
<b>9. Valuación actuarial del SCPN</b>	<b>105</b>
9.1. Escenario de análisis . . . . .	106
9.2. Balance actuarial clásico . . . . .	106
9.3. Balance actuarial dinámico . . . . .	107
9.4. Balance corriente y evolución de la reserva . . . . .	112

9.5. Valoración del fondo de contingencia de las inversiones privativas . . . . .	117
<b>10. Análisis de sensibilidad</b>	<b>121</b>
10.1. Análisis de variación en la reserva inicial . . . . .	121
10.2. Análisis de sensibilidad de la tasa actuarial . . . . .	122
10.3. Análisis de sensibilidad de la tasa de crecimiento de los beneficios . . . . .	123
<b>11. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>127</b>
11.1. Conclusiones . . . . .	127
11.2. Recomendaciones . . . . .	133
<b>12. Opinión actuarial</b>	<b>137</b>
12.1. Calidad y suficiencia de los datos . . . . .	137
12.2. Razonabilidad de las hipótesis . . . . .	137
12.3. Idoneidad de la metodología empleada . . . . .	137
12.4. Responsable del estudio y equipo de trabajo . . . . .	138
<b>Anexos</b>	<b>141</b>
<b>A. Pirámides de la proyección de la población</b>	<b>143</b>
<b>B. Balances de escenarios de sensibilidad</b>	<b>153</b>
B.1. Balance actuarial escenario 2 . . . . .	153
B.1.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	153
B.1.2. Balance corriente y evolución de la reserva . . . . .	156
B.2. Balance actuarial escenario 3 . . . . .	160
B.2.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	160
B.2.2. Balance corriente y evolución de la reserva . . . . .	163
B.3. Balance actuarial escenario 4 . . . . .	166
B.3.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	166
B.3.2. Balance corriente y evolución de la reserva . . . . .	170
B.4. Balance actuarial escenario 5 . . . . .	173
B.4.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	173
B.4.2. Balance corriente y evolución de la reserva . . . . .	176

B.5. Balance actuarial escenario 6 . . . . .	179
B.5.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	179
B.5.2. Balance corriente y evolución de la reserva . . . . .	183
<b>C. Bases de información</b>	<b>187</b>
<b>D. Lista de acrónimos y abreviaturas</b>	<b>189</b>
D.1. Acrónimos . . . . .	189
D.2. Abreviaturas y símbolos . . . . .	189
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>191</b>

# Índice de tablas

---

1.	Valores estimados promedio . . . . .	V
2.	Hipótesis actuariales . . . . .	VI
1.1.	Estructura de la población amparada . . . . .	2
2.1.	Porcentajes de aporte al SCPN . . . . .	12
2.2.	Coefficientes para cálculo de la bonificación . . . . .	14
2.3.	Escala de beneficios para fallecidos o inválidos . . . . .	15
2.4.	Tiempo de permanencia (años) . . . . .	17
3.1.	Evolución histórica de las tasas de interés referenciales . . . . .	20
3.2.	Evolución histórica del producto interno bruto (PIB) . . . . .	22
3.3.	Evolución histórica de la inflación . . . . .	23
3.4.	Evolución histórica del SBU . . . . .	25
3.5.	Evolución histórica de salarios promedio . . . . .	26
3.6.	Valores estimados promedio . . . . .	28
3.7.	Valores estimados para el período 2020–2060 . . . . .	29
4.1.	Activo del SCPN . . . . .	33
4.2.	Pasivo del SCPN . . . . .	35
4.3.	Patrimonio del SCPN . . . . .	37
4.4.	Fondo ordinario del SCPN . . . . .	38
4.5.	Ingreso del SCPN . . . . .	39
4.6.	Aportes del SCPN . . . . .	40
4.7.	Gasto del SCPN . . . . .	41
4.8.	Prestaciones del SCPN . . . . .	42
4.9.	Gasto administrativo del SCPN . . . . .	43
4.10.	Comparación de aportes y prestaciones del SCPN . . . . .	44
4.11.	Portafolio de inversiones del SCPN al 2020-12-31 . . . . .	47

4.12. Rendimiento histórico del portafolio del SCPN . . . . .	47
5.1. Porcentaje de activos por escalafón . . . . .	50
5.2. Cotizantes al Seguro de Cesantía por grado . . . . .	50
5.3. Cotizantes al Seguro de Cesantía por sexo . . . . .	50
5.4. Cotizantes al Seguro de Cesantía por edad y sexo . . . . .	52
5.5. Cotizantes al Seguro de Cesantía por grado y sexo . . . . .	54
5.6. Tiempo de servicio total de cotizantes por grado (en años) . . . . .	55
5.7. Tiempo de permanencia en cada grado (en años) . . . . .	55
5.8. Masa salarial anual de cotizantes al Seguro de Cesantía por grado . . . . .	56
5.9. Estadísticas de remuneración cotizantes al Seguro de Cesantía por sexo . . . . .	56
5.10. Estadísticas de remuneración cotizantes al Seguro de Cesantía por grado . . . . .	57
5.11. Cesantes por edad y sexo . . . . .	59
5.12. Cesantes por grado y sexo . . . . .	60
5.13. TS (años) de cesantes por grado . . . . .	62
5.14. Beneficios de cesantes por grado . . . . .	63
5.15. Beneficios de cesantes por jerarquía . . . . .	63
5.16. Incremento anual de la cuantía básica . . . . .	64
5.17. Número de cesantes por causa de baja . . . . .	65
5.18. Número de cesantes por año de baja . . . . .	66
5.19. Número de cesantes potenciales futuros . . . . .	67
6.2. Tabla de tasas de transición por ascenso de oficiales y clases . . . . .	79
6.3. Tabla de tasas de cesantía . . . . .	82
6.4. Tabla de mortalidad de activos en actos de servicio . . . . .	84
6.5. Tabla de mortalidad fuera de actos de servicio . . . . .	86
6.6. Proyección total de la población . . . . .	88
6.7. Proyección de la población por grado (2021-2040) . . . . .	91
6.8. Proyección de la población por grado (2040-2060) . . . . .	92
7.1. Coeficientes para cálculo de la bonificación . . . . .	99
8.1. Hipótesis actuariales . . . . .	103
8.2. Contexto económico . . . . .	103

---

9.1. Hipótesis actuariales . . . . .	106
9.2. Balance actuarial clásico . . . . .	106
9.3. Balance actuarial dinámico . . . . .	109
9.4. Aportes en el balance actuarial dinámico . . . . .	110
9.5. Beneficios en el balance actuarial dinámico . . . . .	111
9.6. Proyección del balance corriente . . . . .	114
9.7. Flujos corrientes de aportes . . . . .	115
9.8. Flujos corrientes de pagos de beneficios . . . . .	116
9.9. Evolución del fondo de inversiones privativas . . . . .	118
9.10. Flujos de rendimientos financieros del fondo de inversiones privativas . . . . .	120
10.1. Balance actuarial - Análisis reserva . . . . .	122
10.2. Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa actuarial . . . . .	123
10.3. Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa de crecimiento cuan- tía básica . . . . .	125
11.1. Valores estimados promedio . . . . .	129
11.2. Hipótesis actuariales . . . . .	129
A.1. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2025 . . . . .	144
A.2. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2030 . . . . .	145
A.3. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2035 . . . . .	146
A.4. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2040 . . . . .	147
A.5. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2045 . . . . .	148
A.6. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2050 . . . . .	149
A.7. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2055 . . . . .	150
A.8. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2060 . . . . .	151
B.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	153
B.2. Aportes en el balance actuarial dinámico . . . . .	154
B.3. Beneficios en el balance actuarial dinámico . . . . .	155
B.4. Proyección del balance corriente . . . . .	156
B.5. Flujos corrientes de aportes . . . . .	157
B.6. Flujos corrientes de pagos de beneficios . . . . .	158
B.7. Balance actuarial dinámico . . . . .	160

B.8. Aportes en el balance actuarial dinámico . . . . .	161
B.9. Beneficios en el balance actuarial dinámico . . . . .	162
B.10. Proyección del balance corriente . . . . .	163
B.11. Flujos corrientes de aportes . . . . .	164
B.12. Flujos corrientes de pagos de beneficios . . . . .	165
B.13. Balance actuarial dinámico . . . . .	166
B.14. Aportes en el balance actuarial dinámico . . . . .	167
B.15. Beneficios en el balance actuarial dinámico . . . . .	169
B.16. Proyección del balance corriente . . . . .	170
B.17. Flujos corrientes de aportes . . . . .	171
B.18. Flujos corrientes de pagos de beneficios . . . . .	172
B.19. Balance actuarial dinámico . . . . .	173
B.20. Aportes en el balance actuarial dinámico . . . . .	174
B.21. Beneficios en el balance actuarial dinámico . . . . .	175
B.22. Proyección del balance corriente . . . . .	176
B.23. Flujos corrientes de aportes . . . . .	177
B.24. Flujos corrientes de pagos de beneficios . . . . .	178
B.25. Balance actuarial dinámico . . . . .	179
B.26. Aportes en el balance actuarial dinámico . . . . .	180
B.27. Beneficios en el balance actuarial dinámico . . . . .	181
B.28. Proyección del balance corriente . . . . .	183
B.29. Flujos corrientes de aportes . . . . .	184
B.30. Flujos corrientes de pagos de beneficios . . . . .	185

# Índice de figuras

---

3.1. Evolución histórica de las tasas activa y pasiva . . . . .	21
3.2. Producto interno bruto . . . . .	23
3.3. Evolución histórica de la inflación . . . . .	24
3.4. Evolución histórica del SBU . . . . .	25
3.5. Evolución histórica del salario promedio anual . . . . .	26
3.6. Tasa variación PIB . . . . .	29
3.7. Inflación . . . . .	30
3.8. Tasa referencial pasiva . . . . .	30
3.9. Tasa referencia activa . . . . .	31
3.10. Tasa de variación del SBU . . . . .	31
3.11. Tasa de variación del salario promedio anual . . . . .	32
4.1. Evolución del activo del SCPN . . . . .	34
4.2. Evolución del pasivo del SCPN . . . . .	36
4.3. Evolución del patrimonio del SCPN . . . . .	38
4.4. Evolución de ingresos del SCPN . . . . .	40
4.5. Evolución de gastos del SCPN . . . . .	42
4.6. Evolución del gasto administrativo del SCPN . . . . .	43
4.7. Comparación de aportes y prestaciones del SCPN . . . . .	45
4.8. Rendimiento del portafolio de inversiones del SCPN . . . . .	48
5.1. Pirámide de cotizantes al Seguro de Cesantía por edad . . . . .	51
5.2. Histograma de cotizantes por edad . . . . .	52
5.3. Pirámide de cotizantes al Seguro de Cesantía por grado y sexo . . . . .	53
5.4. Histograma de cotizantes por TS (años) . . . . .	54
5.5. Pirámide de cesantes por edad y sexo . . . . .	58
5.6. Histograma de cesantes por edad . . . . .	59
5.7. Pirámide de cesantes por grado . . . . .	60

5.8. Histograma de cesantes por TS (años) . . . . .	61
6.1. Diagrama de estados . . . . .	71
6.2. Fuerza de transición por ascenso de oficiales . . . . .	80
6.3. Fuerza de transición por ascenso de clases y policías . . . . .	80
6.4. Gráfico transición de activo a cesante . . . . .	81
6.5. Gráfico transición activo a muerto . . . . .	83
6.6. Gráfico de mortalidad fuera de actos de servicio . . . . .	85
6.7. Evolución de la población del SCPN . . . . .	90
9.1. Balance actuarial dinámico . . . . .	108
9.2. Evolución del balance corriente . . . . .	112
9.3. Evolución de aportes y beneficios corrientes . . . . .	113
9.4. Evolución del balance capitalizado . . . . .	113
10.1. Balance actuarial - Análisis reserva . . . . .	121
10.2. Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa actuarial . . . . .	123
10.3. Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa de crecimiento cuan- tía básica . . . . .	124
A.1. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2020 . . . . .	143
A.2. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2025 . . . . .	144
A.3. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2030 . . . . .	145
A.4. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2035 . . . . .	146
A.5. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2040 . . . . .	147
A.6. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2045 . . . . .	148
A.7. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2050 . . . . .	149
A.8. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2055 . . . . .	150
A.9. Pirámide de cotizantes por grado - Año 2060 . . . . .	151

# Resumen ejecutivo

---

## Objeto del estudio

El presente estudio fue realizado en el marco del contrato de consultoría RE-APJ-SCPN-15-2020, firmado con fecha 28 de diciembre 2020, entre el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional del Ecuador en calidad de contratante, representado por el Coronel de Policía de Estado Mayor, Cristian Germán Barreiros Tumipamba, en calidad de Director Ejecutivo; y, la compañía Vélez y Vélez Enterprise Risk Management S.A. (**risko**) como contratista, debidamente representada por su Gerente General y Representante Legal, Actuario MSc. Leonardo Vélez Aguirre.

De conformidad con la cláusula tercera del contrato, el objeto general de la contratación es *CONTRATACIÓN DE LA CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y BALANCES ACTUARIALES PARA VALORAR LA SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LOS FONDOS ADMINISTRADOS DEL SERVICIO DE CESANTÍA DE LA POLICÍA NACIONAL*.

Como productos, la consultora se obliga a entregar dos informes: *INFORME DE FÓRMULA DE CÁLCULO Y CUANTÍA BÁSICA* e *INFORME DEL ESTUDIO ACTUARIAL*, de acuerdo al cronograma acordado entre la contratante y el contratista.

El presente documento constituye el *INFORME DEL ESTUDIO ACTUARIAL* y corresponde al segundo producto, que constituye el producto final de la consultoría.

Conforme con los objetivos específicos de la consultoría, este estudio cumple con las disposiciones emitidas por la Superintendencia de Bancos.

## Características del seguro

De acuerdo a la *LSSPN* [7], el Servicio de Cesantía que brinda la Policía Nacional, es una prestación de carácter social a la que tienen derecho los miembros de la institución que se separan del servicio activo en forma definitiva. La prestación se define en el Art. 2, el cual dictamina que la cesantía es una prestación social obligatoria e irrenunciable que concede el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional al personal policial cesante, de acuerdo con esta Ley y su Reglamento.

Complementariamente, el Art. 4 del *LSSPN* [7], dispone que el Servicio de Cesantía de

la Policía Nacional tiene como propósito, conceder la cesantía y la devolución de aportes al personal policial cesante, que cumpla los requisitos legales y reglamentarios.

La estructura del beneficio de cesantía consta en la misma *LSSPN* [7], en los artículos siguientes:

“Art. 42.- El Seguro de Cesantía es una prestación de carácter social, a la que tiene derecho el miembro de la Institución que se separa del servicio activo en forma definitiva, habiendo aportado por lo menos 240 imposiciones mensuales y más exigencias legales y reglamentarias. Se pagará en dinero en efectivo.” Y,

“Art. 43.- El Seguro de Cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva. La cuantía básica será una para oficiales y otra para clases y policías, sin distinción de grados en proporción al promedio de sus aportes. La bonificación se pagará a partir de las 241 imposiciones, de acuerdo con las disposiciones del Reglamento a esta Ley.”

Además, la ley prevé además ciertas reglas que permiten ajustar el beneficio en casos especiales como el fallecimiento o invalidez del asegurado, así como también la devolución de aportes. Estos se exponen en detalle en la sección 2.5.

Por último, la concesión de la prestación se regula a través de “cupos” considerando lo establecido por el Art. 44, según el cual, los cupos para el pago del seguro de cesantía, serán fijados anualmente por la Junta Directiva, para oficiales, clases y policías. Se podrá fijar cupos de excesos, dentro del mismo año, siempre que exista la disponibilidad económica. Los cupos de excesos se utilizarán para el pago de la cesantía de los miembros de la institución dados de baja por las siguientes circunstancias: Resolución del Tribunal de Disciplina, por haberse comprobado mala conducta profesional; por integrar la cuota de eliminación; y, por sentencia condenatoria ejecutoriada en materia penal por delitos dolosos.

## Resumen de prestaciones

La prestación económica otorgada por SCPN corresponde al seguro de cesantía, el cual de acuerdo al Art. 95 del *RLSCP* [18], estará constituido por la cuantía básica y la bonificación que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva, hasta el 15 de diciembre, para ser aplicadas desde el 1 de enero al 31 de diciembre del siguiente año.

Por otra parte, conforme al Art. 103 del *RLSCP* [18], relacionado con el Art. 48 de la *LSCP* [5], los oficiales, clases y policías que fallecieren o se invalidaren en actos del servicio, también tendrán derecho al seguro de cesantía de acuerdo aplicando reglas especiales.

Por último, El Art. 49 de la *LSCP*N [5] y el Art. 107 del *RLSCP*N [18], dispone que los oficiales, clases, policías o sus derechohabientes (en caso de fallecimiento del titular, producido fuera de actos de servicio), que no hubieren cumplido con los requisitos para obtener el seguro de cesantía, tendrán derecho a la devolución de los aportes personales con el interés promedio fijado por el Banco Central del Ecuador para obligaciones pasivas calculadas a la fecha de publicación de la baja respectiva.

## Hipótesis claves

Los criterios utilizados en la determinación de las hipótesis de este estudio actuarial, se fundamentan en los principios de prudencia, razonabilidad y aceptación de un nivel de riesgo afectado por la pandemia del virus Covid-19 o coronavirus<sup>1</sup>

- Fecha de corte: 2020-12-31
- Horizonte de análisis: 40 años, desde 2020-12-31 hasta 2060-12-31.
- El patrimonio efectivo inicial del SCPN a la fecha de corte, alcanza USD 829.17007992 millones, monto que será considerado como reserva inicial en el proceso de cálculo de los balances actuariales.
- Como supuesto macroeconómico importante, el estudio se desarrolla considerando que el sistema de dolarización de la economía se mantendrá vigente en todo el período de análisis.
- Resumen de los parámetros económicos y financieros que se utilizaron para este estudio se presentan en la sección .

## Hipótesis demográficas

La evolución demográfica constituye un pilar fundamental en este estudio y se proyecta de acuerdo al modelo expuesto en el capítulo 6, bajo la hipótesis de grupo demográfico cerrado.

## Conclusiones

### Marco legal

1. Este estudio fue desarrollado dentro de un marco legal general definido principalmente por la *LSSPN* [7], *RLSSPN* [20], *Ley de Fortalecimiento a los regímenes*

<sup>1</sup>El brote del virus Covid-19, fue declarado oficialmente por la OMS como pandemia, el 11 de marzo de 2020.

*especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional* [3], *LSCP* [5], *RLSCP* [18], además de otras leyes y reglamentos aplicables.

2. Más allá de realizar un análisis jurídico interpretativo de las leyes y reglamentos pertinentes, para este estudio nos basamos en un “escenario legal operativo”, esto es, un escenario donde la aplicación de las distintas disposiciones legales y reglamentarias vigentes a la fecha de valuación, esté acorde con la realidad operativa actual y futura que permitirá el funcionamiento del SCPN en el horizonte de análisis.
3. Hemos constatado que la normativa legal no define con precisión el sistema de financiamiento ni el esquema de prestaciones del SCPN; por lo cual, considerando la estructura operativa del SCPN y la fórmula de cálculo de beneficios, consideramos en este estudio la siguiente estructura actuarial *ad hoc*:

**Sistema de financiamiento:** capitalización colectiva,

**Esquema de prestaciones:** prestaciones definidas, y

**Régimen demográfico:** grupo cerrado.

4. Durante el desarrollo del presente estudio, tuvo lugar un evento subsecuente importante derivado de la sentencia en el Caso No. 83-16-IN y acumulados, dictada por la Corte Constitucional que declaró la inconstitucionalidad de la Ley de Fortalecimiento a los Regímenes Especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional. Al respecto mencionamos que los efectos de esta sentencia no han sido considerados en el desarrollo del presente estudio, que se sustenta en las leyes y reglamentos que se encontraban vigentes a la fecha de corte.

## Estudios actuariales anteriores

Los estudios actuariales anteriores fueron realizados utilizando una tasa actuarial del 4% y presentan superávit actuarial.

## Contexto macroeconómico

1. Para el desarrollo de este estudio actuarial, se definió un escenario económico futuro, caracterizado por un conjunto de variables que fueron proyectadas en el horizonte de estudio, en el cual se realizó el esfuerzo para pronosticar de alguna manera los efectos de la pandemia de COVID-19 en la economía, ya que la gravedad de la situación impide vislumbrar la situación económica futura, sin un alto grado de incertidumbre. El modelo macroeconómico utilizado se sustenta en una serie temporal

multivariante, con la finalidad de incluir la interacción entre las diferentes variables económicas a través del tiempo y sus correlaciones.

2. Como acuerdo generalizado, en América Latina y particularmente en Ecuador, se esperan variaciones substanciales en la estructura de empleo, los niveles de salarios y el presupuesto estatal; lo cual afectará de manera directa, la situación futura del SCPN.
3. La estabilidad financiera del SCPN está fuertemente ligada a los aportes individuales, aportes patronales y rendimientos de las inversiones. De esta situación se deriva el principal riesgo que se enfrenta a la fecha de valuación, el cual se resume en el alto grado de incertidumbre de las condiciones económicas futuras que pueden producir desviaciones importantes en los resultados de este estudio y en la estabilidad financiera del SCPN.
4. Un resumen de las principales variables que definen el contexto macroeconómico del presente estudio se presentan en la tabla 11.1.

Inflación (%)	Variación PIB (%)	Variación SBU (%)	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)	Tasa salarial (%)
1.77	0.78	0.51	6.55	4.05	0.46

Tabla 1: Valores estimados promedio

5. Como supuesto macroeconómico importante, supondremos que el sistema de dolarización de la economía ecuatoriana se mantendrá vigente en todo el horizonte de análisis.

## Hipótesis actuariales

1. El resumen de hipótesis actuariales utilizadas en este estudio se presenta en la tabla 11.2.
2. El incremento de beneficios corresponde a la tasa de incremento de la cuantía básica, ya que la fórmula de cálculo de la bonificación se mantiene sin alteración en el horizonte de proyección.

## Contexto demográfico

1. Una de las hipótesis demográficas fundamentales para este análisis actuarial, es que la población amparada por el SCPN se considera en grupo cerrado, es decir que no

Hipótesis	Descripción
Fecha de valuación	2020-12-31
Horizonte de análisis	40 años
Reserva inicial	829,170,079.92
Tasa actuarial	6.00 %
Incremento de remuneraciones	2.00 %
Incremento de beneficios	3.00 %
Tablas biométricas	Tablas SCPN–2020

Tabla 2: Hipótesis actuariales

se renovará en el futuro, y en consecuencia, llegará un momento en el cual el grupo de asegurados deberá extinguirse debido a los decrementos demográficos naturales que hemos considerado en el diseño del modelo actuarial, medidos en base a tablas biométricas.

2. Las tablas biométricas utilizadas en este estudio fueron calculadas a la fecha de valuación, en base a la experiencia observada de la población asegurada, durante los últimos diez años. Se calcularon las tablas correspondientes a las probabilidades anuales asociadas con los riesgos que enfrentan los asegurados, esto es: mortalidad, cesantía, invalidez o fallecimiento en actos de servicio, invalidez o fallecimiento fuera de actos de servicio y ascenso.
3. Las escalas de remuneraciones de los servidores activos de la Policía Nacional, se han mantenido sin variación desde el año 2012. Sin embargo, los niveles promedios de remuneraciones han presentado incrementos en el período de observación, debido al efecto de ascensos de grados, incremento natural del tiempo de servicios y entradas y salidas de personal. Así, el promedio global de salarios creció en 1.93 % en el año 2020.

## Situación actual

1. A la fecha de valuación, el SCPN mantiene un portafolio de inversiones con riesgo bien controlado, cuyo rendimiento promedio en los últimos diez años se sitúa en 7.82 % anual. Este rendimiento resulta superior a la tasa actuarial de los estudios previos, por lo cual no se vislumbra efectos adversos si se mantienen las políticas de control de inversiones aplicadas actualmente.
2. El Seguro de Cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva.

3. Durante los últimos diez años, por un lado, la fórmula de cálculo de la bonificación se ha mantenido sin alteración; y por otro lado, la cuantía básica ha tenido incrementos medidos, (en promedio 2.85 % para oficiales y 3.08 % para clases y policías); observando que en los años 2017, 2018 y 2019 no hubo variaciones y en el año 2020 el aumento fue de solo 1.00 %. Así, las variaciones de la cuantía básica han determinado el incremento de los beneficios en el período observado.
4. A nivel global, el número promedio de cesantes anuales, que cobraron alguno de los beneficios (incluyendo aquellos cuyo pago se encuentra pendiente) en el período observado es de 1,344 bajas, habiendo llegado a un máximo de 1,986 en el año 2014 y a un mínimo de 912 en el año 2012.
5. En lo que se refiere a montos individuales de beneficios pagados de cesantía, el beneficio promedio para el grupo de oficiales alcanzó USD 106,967; y para clases y policías el promedio fue de USD 52,535; arrojando un promedio general de USD 56,710. En el total se determinó que el desembolso promedio anual para pago de beneficios alcanza los USD 64.02 millones.

## Principales resultados

1. Para el año 2021 hemos determinado que se tendrán 4,890 potenciales cesantes. Además, en un período de 17 años, eso es para el año 2037, toda la población asegurada actual tendrá el derecho adquirido para acceder al beneficio de cesantía. Por lo tanto, considerando que el grupo demográfico es cerrado, podemos concluir que en 17 años aproximadamente el grupo asegurado podría potencialmente llegar a extinguirse.
2. La extensión del período de extinción más allá de 17 años, dependerá de las políticas de cupos que año tras año permitirán el acceso a la cesantía, así como la demanda de acceso a los beneficios por parte del personal activo en diferentes circunstancias. Por tal razón, hemos considerado un horizonte de 40 años, y en caso de mantenerse las políticas similares a las observadas en años anteriores, las proyecciones indican que habrá todavía un pequeño grupo de miembros policiales activos al final de este horizonte.
3. Se desarrolló un análisis actuarial que permite tener una visión completa del desarrollo financiero futuro del SCPN en horizonte de 40 años. Para esto, la valuación actuarial, materia del presente estudio, fue realizada con dos claros objetivos:

- El primero, es medir la situación actuarial del SCPN del punto de vista de la solvencia, para lo cual se emplea como herramienta el balance actuarial dinámico, que arroja una comparación de los montos de ingresos futuros más las reservas actuales con los montos de los egresos futuros. En este caso, todas las cifras son calculadas de forma anual hasta el final del horizonte de análisis en valores actuariales presentes. Puesto que el horizonte de análisis abarca 40 años, en la práctica fueron calculados 40 balances actuariales proyectados desde 1 a 40 años futuros. A partir de esos balances, se puede apreciar la evolución actuarial y financiera del SCPN de forma dinámica.
  - Como segundo objetivo, se busca complementar el análisis anterior, proyectando la evolución de los flujos que determinan el estado de liquidez del SCPN. Con esta finalidad, se realiza una proyección tanto de los flujos de ingresos y egresos corrientes, como de los balances corrientes anuales y la evolución de las reservas actuales capitalizadas, para cada año del horizonte de estudio.
4. Los resultados del balance actuarial nos permiten concluir que el SCPN presenta una situación de superávit actuarial que alcanza los 23.75 millones, indicando un claro equilibrio actuarial de flujos financieros futuros y la reserva inicial. Es importante recordar que en este escenario hemos considerado como reserva inicial el valor del “fondo ordinario” que alcanza los 829.17 millones, monto un tanto más bajo que el patrimonio total del SCPN a la fecha de valuación. Además suponemos un incremento de beneficios del 3.00 % que equivale al incremento promedio proyectado de la cuantía básica en todo el horizonte de análisis. Así, para el horizonte de proyección utilizado, el cociente de activos actuariales respecto de los pasivos actuariales, conocido como el “nivel de fondeo”, alcanza un 101.58 %.
  5. Utilizando la técnica del balance actuarial dinámico, hemos calculado un balance actuarial para cada año dentro del horizonte de análisis, lo cual permite tener una visión dinámica de cómo se va generando el déficit o superávit actuarial hasta el final de horizonte. El resultado indica que en todo el horizonte el SCPN goza de un buen nivel de solvencia que determina un superávit actuarial en todos los años del horizonte de proyección.
  6. Podemos aseverar entonces que no se vislumbra ningún evento desfavorable que pueda afectar la solvencia del fondo en el largo plazo, y por tanto, el riesgo de insolvencia está debidamente controlado, lo cual garantiza la sostenibilidad del SCPN y su capacidad para honrar el pago los beneficios de sus asegurados en el largo plazo.

7. De forma complementaria al balance actuarial, hemos proyectado el balance corriente, que constituye una herramienta eficiente para conocer la evolución del estado de liquidez del SCPN y determinar acciones para administrar el riesgo relacionado. Como resultado se obtuvo que en el largo plazo, tanto los flujos de ingresos como los flujos de egresos tienden a desaparecer; situación que es normal y resulta del efecto del régimen demográfico en grupo cerrado sobre la evolución de la liquidez del SCPN.
8. Se constata también que el flujo de aportes se mantiene por arriba del flujo de pagos de beneficios hasta el año 2023, luego de lo cual la situación se invierte y los egresos superan a los ingresos anualmente a un ritmo creciente hasta el año 2034 aproximadamente y decreciente en adelante. Como consecuencia se pronostica un déficit anual corriente que comienza a partir del año 2024 y se mantiene de forma permanente en todo el resto del período de proyección. Esta situación es normal y no debe ser motivo de alarma, pero si debe ser monitoreada con el fin de mantener anualmente un nivel suficiente de activos líquidos que permita cubrir el pago de los beneficios y vigilar que el balance capitalizado que representa el patrimonio anual, se mantenga positivo.
9. Debido a la dinámica demográfica de la población asegurada, se espera que en el mediano plazo tanto el nivel de ingresos financieros por aportes, como el nivel de egresos por pago de beneficios y gastos administrativos, presenten una tendencia persistente a la baja. Así mismo, el patrimonio del SCPN deberá presentar en algún momento futuro un efecto de descapitalización, pues las reservas serán exigidas para el pago de los beneficios. De manera teórica, podemos aseverar que el patrimonio llegará a agotarse en el momento que se extinga la población asegurada.
10. De los análisis de sensibilidad efectuados, concluimos que las posibles variaciones de la tasa actuarial y la tasa de incremento de beneficios (equivalente al incremento de la cuantía básica en este estudio), son factores claves que deben ser cuidadosamente monitoreados, pues sus variaciones adversas pueden llevar al SCPN a una situación de déficit actuarial.
11. En todo caso, los resultados obtenidos permiten concluir que si consideramos como reserva inicial el valor total del patrimonio a la fecha de valuación, el seguro puede resistir un incremento de la cuantía básica hasta 4.00 % sin comprometer su equilibrio actuarial. A nuestro criterio, este incremento del beneficio de cesantía resulta razonable en el contexto económico proyectado del país. El incremento se aplicaría

por igual a todos los asegurados, con la finalidad de garantizar que se ha considerado las mismas variables que en los años anteriores, de acuerdo al esfuerzo de aportación de cada grupo jerárquico y variables que recogen las características de la población.

## Recomendaciones

1. Debido a las posibles desviaciones que puedan producirse en la macroeconomía del país, a causa de la pandemia, se recomienda que el SCPN incremente la frecuencia y nivel de detalle de los procesos de monitoreo de los diferentes riesgos que pueden afectar su estabilidad financiera, incluyendo la realización de estudios actuariales.
2. Para estudios futuros, exhortamos la utilización de las herramientas actuariales empleadas en el presente análisis, esto es, la metodología de los balances actuariales dinámicos que permite evaluar la situación de la solvencia, complementada con la proyección de flujos y balances corrientes que permitirá evaluar el estado de la liquidez del SCPN y planificar de mejor manera la duración de los activos del portafolio de inversiones.
3. Se recomienda que el Departamento de Inversiones utilice las proyecciones de los flujos corrientes presentados en este estudio, como parte de sus análisis para definir sus estrategias de inversión, con la finalidad de lograr el calce de los flujos de efectivo generados por las inversiones, con las necesidades de flujos destinados al pago de beneficios. Para desarrollar esta tarea es aconsejable disponer de una herramienta de gestión de activos y pasivos<sup>2</sup>
4. Debido a que la población asegurada disminuirá paulatinamente, se recomienda desarrollar un plan de gastos administrativos que deberá ser acorde a las necesidades reales del SCPN.
5. Considerando que las proyecciones indican que el seguro enfrentará un déficit corriente en el mediano plazo, se sugiere planificar la realización del portafolio de activos fijos y el consecuente traspaso de los fondos de reserva y fondo extraordinario hacia el fondo ordinario respetando desde luego los lineamientos legales pertinentes.
6. Considerando un índice de inflación de  $-0.93\%$  al cierre del ejercicio 2020, y una tasa actuarial del año anterior del  $4.00\%$ , recomendamos que el incremento de la cuantía básica para el ejercicio 2021 alcance un máximo de  $4.00\%$ .

---

<sup>2</sup>Modelo ALM por las siglas en inglés de *Assets & Liabilities Management*.

7. Respecto a la bonificación, para el ejercicio 2021 se recomienda que se mantenga, sin alteración, la misma fórmula que ha venido siendo aplicada en los años anteriores.
8. En resumen, el incremento total del beneficio que otorga el SCPN, tendría un incremento máximo total del 4.00 %, lo cual permite dar cumplimiento a la disposición legal en el sentido que el incremento anual no será inferior a la tasa técnica actuarial promedio del año inmediato anterior. Naturalmente, la decisión final deberá ser tomada por la Junta Directiva, considerando estos resultados de este estudio además de la disponibilidad presupuestaria, así como los estudios económicos, financieros y legales que sean necesarios.
9. Considerando que el promedio de cesantes está alrededor de 1,129 en los últimos 10 años, pero que los potenciales cesantes para el año 2021 llegan a 4,890, recomendamos un incremento de cupos para el año 2021, entre 5 % y 7 % de este cupo promedio, a menos que existan razones de otra índole que sustenten una decisión fuera de este rango. De esta manera, en 2021, se esperaría conceder el cupo para acceder al beneficio normal de cesantía a aproximadamente 1,200 activos, lo cual representa 24.5 % del grupo de activos que alcanzan a cumplir los requisitos mínimos para tener derecho a la cobertura.
10. Para años posteriores al 2021, se recomienda considerar un incremento de cupos acorde con la población que haya adquirido los beneficios, con la finalidad de satisfacer la demanda de cupos que se verá incrementada de forma importante en los años subsiguientes.
11. Debido a las posibles desviaciones que puedan producirse en la macroeconomía del país, a causa de la pandemia, se recomienda que el SCPN incremente la frecuencia y nivel de detalle de los procesos de monitoreo de los diferentes riesgos que pueden afectar su estabilidad financiera, incluyendo la realización de estudios actuariales.
12. Para estudios futuros, exhortamos la utilización de las herramientas actuariales empleadas en el presente análisis, esto es, la metodología de los balances actuariales dinámicos que permite evaluar la situación de la solvencia, complementada con la proyección de flujos y balances corrientes que permitirá evaluar el estado de la liquidez del SCPN y planificar de mejor manera la duración de los activos del portafolio de inversiones.
13. Se recomienda que el Departamento de Inversiones utilice las proyecciones de los flujos corrientes presentados en este estudio, como parte de sus análisis para definir

sus estrategias de inversión, con la finalidad de lograr el calce de los flujos de efectivo generados por las inversiones, con las necesidades de flujos destinados al pago de beneficios. Para desarrollar esta tarea es aconsejable disponer de una herramienta de gestión de activos y pasivos<sup>3</sup>

14. Debido a que la población asegurada disminuirá paulatinamente, se recomienda desarrollar un plan de gastos administrativos que deberá ser acorde a las necesidades reales del SCPN.
15. Considerando que las proyecciones indican que el seguro enfrentará un déficit corriente en el mediano plazo, se sugiere planificar la realización del portafolio de activos fijos y el consecuente traspaso de los fondos de reserva y fondo extraordinario hacia el fondo ordinario respetando desde luego los lineamientos legales pertinentes.
16. Luego del fallo de la corte Constitucional, se recomienda que a la brevedad posible, el SCPN planifique la realización de nuevos estudios actuariales que permitan medir los efectos de los cambios legales derivados de la declaración de inconstitucionalidad de la *Ley de Fortalecimiento a los regímenes especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional* [3].

## Responsable del estudio

Declaramos que de acuerdo a las resoluciones aplicables emitidas por la Superintendencia de Bancos, este estudio actuarial ha sido realizado bajo la responsabilidad de la empresa Vélez y Vélez Enterprise Risk Management S.A. (**risk**o), con número de RUC 1792465303001; en fé de lo cual, suscribe su representante legal en la ciudad de Quito, el 26 de marzo de 2021.

## Firma de responsabilidad

**Leonardo Vélez Aguirre, MSc.**

**Actuario**

Gerente General y Representante Legal

---

<sup>3</sup>Modelo ALM por las siglas en inglés de *Assets & Liabilities Management*.

## **Calificaciones**

- Calificación del actuario: Oficio No. SB-DTL-2019-1118-O
- Calificación de la empresa: Oficio No. SB-DTL-2019-1119-O



# 1 Introducción

---

## 1.1 Objeto del estudio actuarial

El presente estudio fue realizado en el marco del contrato de consultoría RE-APJ-SCPN-15-2020, firmado con fecha 28 de diciembre 2020, entre el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional del Ecuador en calidad de contratante, representado por el Coronel de Policía de Estado Mayor, Cristian Germán Barreiros Tumipamba, en calidad de Director Ejecutivo; y, la compañía Vélez y Vélez Enterprise Risk Management S.A. (**risko**) como contratista, debidamente representada por su Gerente General y Representante Legal, Actuario MSc. Leonardo Vélez Aguirre.

De conformidad con la cláusula tercera del contrato, el objeto general de la contratación es *CONTRATACIÓN DE LA CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y BALAN- CES ACTUARIALES PARA VALORAR LA SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LOS FONDOS ADMINISTRADOS DEL SERVICIO DE CESANTÍA DE LA POLICÍA NA- CIONAL*.

Como productos, la consultora se obliga a entregar dos informes: *INFORME DE FÓR- MULA DE CÁLCULO Y CUANTÍA BÁSICA* e *INFORME DEL ESTUDIO ACTUARIAL*, de acuerdo al cronograma acordado entre la contratante y el contratista.

El presente documento constituye el *INFORME DEL ESTUDIO ACTUARIAL* y corres- ponde al segundo producto, que constituye el producto final de la consultoría.

Conforme con los objetivos específicos de la consultoría, este estudio cumple con las dis- posiciones emitidas por la Superintendencia de Bancos.

## 1.2 Características del SCPN

De acuerdo a la *LSSPN* [7], el Servicio de Cesantía que brinda la Policía Nacional, es una prestación de carácter social a la que tienen derecho los miembros de la institución que se separan del servicio activo en forma definitiva. La prestación se define en el Art. 2, el cual dictamina que la cesantía es una prestación social obligatoria e irrenunciable que concede

el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional al personal policial cesante, de acuerdo con esta Ley y su Reglamento.

Complementariamente, el Art. 4 del *LSSPN* [7], dispone que el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional tiene como propósito, conceder la cesantía y la devolución de aportes al personal policial cesante, que cumpla los requisitos legales y reglamentarios.

La estructura del beneficio de cesantía consta en la misma *LSSPN* [7], en los artículos 42 y 43. Además, la ley prevé además ciertas reglas que permiten ajustar el beneficio en casos especiales como el fallecimiento o invalidez del asegurado, así como también la devolución de aportes. Estos se exponen en detalle en la sección 2.5.

Por último, la concesión de la prestación se regula a través de “cupos” considerando lo establecido por el Art. 44, según el cual, los cupos para el pago del seguro de cesantía, serán fijados anualmente por la Junta Directiva, para oficiales, clases y policías. Se podrá fijar cupos.

### 1.2.1 Sujetos de protección

En la tabla 1.1 observamos la estructura de la población amparada, que se encontraba cotizando a la fecha de valuación.

Jerarquía	Número cotizantes	Porcentaje
OFICIAL	3,410	8.29 %
CLASE-POLICIA	37,714	91.71 %
Total	41,124	

Tabla 1.1: Estructura de la población amparada

### 1.2.2 Requisitos

De acuerdo al Art. 95 del *RLSCP*N [18], el seguro de cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva, hasta el 15 de diciembre, para ser aplicadas desde el 1 de enero al 31 de diciembre del siguiente año.

La cuantía básica es la principal componente del beneficio que otorga el SCPN, conforme al Art. 95 del *RLSCP*N [18].

El Art. 43 de la *LSCP*N [5], dispone que el Seguro de Cesantía estará constituido por la

cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva; y que la cuantía básica será una para oficiales y otra para clases y policías, sin distinción de grados en proporción al promedio de sus aportes.

La bonificación es la segunda componente del beneficio de cesantía que otorga el SCPN. Según el Art. 95 del *RLSCP* [18], la bonificación se pagará a partir de las 241 imposiciones.

Además, según el Art. 97 del reglamento citado, la bonificación a fijar, será calculada tomando en cuenta el tiempo de aportaciones y el grado, de acuerdo a la fórmula matemática que previamente establecerá y aprobará la Junta Directiva.

### 1.3 Horizonte del estudio

Conforme al objeto del contrato suscrito, el horizonte de proyección para este análisis es de 40 años, que abarcan desde la fecha de corte desde 2020-12-31 hasta 2060-12-31.

Consideramos no obstante, que la metodología empleada del balance actuarial dinámico, también arroja los resultados con horizontes intermedios, por lo cual se da cumplimiento al requerimiento contractual.

### 1.4 Estructura del informe

El presente documento ha sido desarrollado respetando la estructura requerida por la Superintendencia de Bancos, a través de la normativa de calificación de actuarios y requisitos técnicos que deben constar en sus informes<sup>1</sup>:

- Resumen ejecutivo
- Introducción
- Marco legal y reglamentario
- Análisis del contexto económico
- Análisis de los estados financieros
- Análisis demográfico, de salarios y prestaciones

---

<sup>1</sup>Ver *Calificación de actuarios* [23].

- Modelo demográfico
- Modelo actuarial
- Hipótesis actuariales
- Valuación actuarial
- Análisis de sensibilidad
- Conclusiones y recomendaciones
- Opinión actuarial.

## 1.5 Eventos subsecuentes

Durante el desarrollo del presente estudio, tuvo lugar un evento subsecuente importante derivado de la sentencia en el Caso No. 83-16-IN y acumulados, dictada por la Corte Constitucional en sesión ordinaria del 10 de marzo de 2021; en la que resolvió varias acciones públicas de inconstitucionalidad en contra de la Ley de Fortalecimiento a los Regímenes Especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional.

La Corte declaró la inconstitucionalidad por el fondo de las normas que tienen que ver con el financiamiento del sistema, así como la equiparación del régimen especial de seguridad social de la fuerza pública a la seguridad social general, de tal manera que entren en vigencia las normas correspondientes de la Ley de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Ley de Seguridad Social de la Policía Nacional anteriores a la reforma que las dejó sin efecto. Finalmente dispuso que la declaratoria tenga efectos inmediatos a partir de la publicación de la sentencia en el Registro Oficial, respecto a estos artículos exclusivamente.

Al respecto mencionamos que los efectos de la sentencia de la Corte Constitucional no han sido considerados en el desarrollo del presente estudio, que se sustenta en las leyes y reglamentos que se encontraban vigentes a la fecha de corte.

## 1.6 Nota aclaratoria

Es necesario indicar que los resultados producidos en el presente estudio dependen fuertemente de la información financiera y demográfica, como también de la metodología e

hipótesis utilizadas. Por tal razón, los resultados obtenidos, y por tanto las conclusiones, podrían variar de manera importante, en tanto alguno de los elementos de base o parámetros utilizados sufra algún cambio significativo.

## **1.7 Notación**

A lo largo de este informe, utilizaremos la misma notación actuarial internacional, presentada en detalle en la sección 6.2.



## 2 Marco legal y reglamentario

---

Más allá de realizar un análisis jurídico interpretativo de las leyes y reglamentos pertinentes, para este estudio nos basamos en un “escenario legal operativo”, esto es, un escenario donde la aplicación de las distintas disposiciones legales y reglamentarias vigentes a la fecha de valuación, esté acorde con la realidad operativa actual y futura que permitirá el funcionamiento del SCPN en el horizonte de análisis.

### 2.1 Base legal

Hemos determinado los principales cuerpos legales (leyes, preceptos, normas, etc.) aplicables al análisis del SCPN. Consideramos importantes aquellos cuerpos legales que sustentan las fuentes de ingresos y las causas de egresos financieros del seguro, los cuales están definidos de manera directa o indirecta por las leyes y reglamentos vigentes que citamos a continuación<sup>1</sup>, aclarando que esta lista no es exhaustiva:

- a. Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, 20 de oct. de 2008, [1];
- b. Congreso Nacional del Ecuador. *Ley de Seguridad Social*. (Incluidas todas las reformas vigentes.) Quito, 30 de nov. de 2001, [6];
- c. Asamblea Nacional. *Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público*. Quito, 21 de jun. de 2017, [2];
- d. Congreso Nacional del Ecuador. *Ley de Seguridad Social de la Policía Nacional*. (Incluidas todas las reformas vigentes.) Quito, 1 de jun. de 1995, [7];
- e. Presidencia de la República del Ecuador. *Reglamento General a la Ley de Seguridad Social de la Policía Nacional*. Quito, 18 de mayo de 2017, [20];
- f. Asamblea Nacional de la República del Ecuador. *Ley de Fortalecimiento a los regímenes especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía*

---

<sup>1</sup>Los números entre corchetes indican el número de referencia en la bibliografía.

*Nacional*. En el Capítulo I reforma la Ley de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas. Quito, 21 de oct. de 2016, [3];

- g. Congreso Nacional. *Ley del Servicio de Cesantía de la Policía Nacional*. Quito, 13 de sep. de 2002, [5];
- h. Presidencia de la República. *Decreto ejecutivo 370: Reglamento a la Ley de Servicio de Cesantía de la Policía Nacional*. Quito, 13 de mayo de 2003, [18];
- i. Presidencia de la República. *Decreto Ejecutivo No. 18: Equiparación de remuneraciones al personal policial*. Quito, 20 de jul. de 2006, [19];
- j. Ministerio de gobierno. *Acuerdo No. 184: Disposiciones pertinentes aplicables al nuevo sistema remunerativo policial y al régimen transitorio para su implementación en el período 2006–2010*. Quito, 25 de jul. de 2006, [16].

## 2.2 Breve descripción de leyes y reglamentos aplicables

En esta parte mencionamos de forma resumida, las disposiciones legales que tienen relación con el objeto del estudio.

De acuerdo a la *LSSPN* [7], el Servicio de Cesantía que brinda la Policía Nacional, es una prestación de carácter social a la que tienen derecho los miembros de la institución que se separan del servicio activo en forma definitiva. La prestación se define en el Art. 2, el cual dictamina que la cesantía es una prestación social obligatoria e irrenunciable que concede el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional al personal policial cesante, de acuerdo con esta Ley y su Reglamento.

Complementariamente, el Art. 4 del *LSSPN* [7], dispone que el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional tiene como propósito, conceder la cesantía y la devolución de aportes al personal policial cesante, que cumpla los requisitos legales y reglamentarios.

La estructura del beneficio de cesantía consta en la misma *LSSPN* [7], en los artículos siguientes:

“Art. 42.- El Seguro de Cesantía es una prestación de carácter social, a la que tiene derecho el miembro de la Institución que se separa del servicio activo en forma definitiva, habiendo aportado por lo menos 240 imposiciones mensuales y más exigencias legales y reglamentarias. Se pagará en dinero en efectivo.” Y,

“Art. 43.- El Seguro de Cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva. La cuantía básica será una para oficiales y otra para clases y policías, sin distinción de grados en proporción al promedio de sus aportes. La bonificación se pagará a partir de las 241 impositivas, de acuerdo con las disposiciones del Reglamento a esta Ley.”

Además, la ley prevé además ciertas reglas que permiten ajustar el beneficio en casos especiales como el fallecimiento o invalidez del asegurado, así como también la devolución de aportes. Estos se exponen en detalle en la sección 2.5.

Por último, la concesión de la prestación se regula a través de “cupos” considerando lo establecido por el Art. 44, según el cual, los cupos para el pago del seguro de cesantía, serán fijados anualmente por la Junta Directiva, para oficiales, clases y policías. Se podrá fijar cupos de excesos, dentro del mismo año, siempre que exista la disponibilidad económica. Los cupos de excesos se utilizarán para el pago de la cesantía de los miembros de la institución dados de baja por las siguientes circunstancias: Resolución del Tribunal de Disciplina, por habersele comprobado mala conducta profesional; por integrar la cuota de eliminación; y, por sentencia condenatoria ejecutoriada en materia penal por delitos dolosos.

## 2.3 Régimen económico

El régimen económico del SCPN se basa en la gestión de tres fondos, de acuerdo a los Art. 76, Art. 78 y Art. 79 del *RLSCP* [18]:

1. El fondo ordinario,
2. El fondo de reserva y
3. El fondo extraordinario.

De estos tres fondos, el fondo ordinario será considerado en este estudio de manera preponderante, en vista que según el Art. 80 del *RLSCP* [18], este fondo estará destinado para el pago de la cesantía, devolución de aportes y demás egresos contemplados en el presupuesto anual del Servicio de Cesantía.

Los otros dos fondos constituyen un colchón financiero que formaría parte del capital económico del SCPN que posibilita la gestión a largo plazo de los riesgos que enfrenta la

institución por su propia naturaleza. De hecho, estos fondos abarcan bienes raíces, legados, donaciones, etc., que en algún momento futuro en el largo plazo, deberán ser considerados como parte del fondo ordinario.

En consecuencia, en el contexto de este estudio nos interesa tener claro las componentes del fondo ordinario que forman parte del presupuesto anual del Servicio de Cesantía y que causan flujos de ingresos o egresos financieros. En este sentido, el Art. 86 determina que, para la elaboración del presupuesto, se definirá una estructura de análisis que contemplará variables de ingresos y egresos como se expone a continuación:

**Variables de ingresos:**

- a) Aporte personal;
- b) Aporte patronal;
- c) Ingreso por conceptos de policías especiales;
- d) Ingresos por capital e intereses de inversiones;
- e) Ingresos por descuentos que se hicieren a quienes faltaren al servicio;
- f) Variación de incrementos salariales; e,
- g) Ingresos extraordinarios.

**Variables de egresos:**

- a) Variación de incrementos para la cuantía básica;
- b) Pago del seguro de cesantía, en relación a los cupos normalmente establecidos;
- c) Pago del seguro de cesantía de los cupos establecidos como excesos;
- d) Pagos por devolución de aportes;
- e) Gastos administrativos y operativos; y,
- f) Gastos varios.

En base a estas disposiciones, del punto de vista operativo, definimos las siguientes componentes de ingresos y egresos, que formarán parte respectivamente de la estructura de cuentas de activos y pasivos actuariales, que conforman la parte medular del presente estudio:

### **Activos actuariales**

- a) Fondo ordinario a la fecha de valuación;
- b) Aporte personal;
- c) Aporte patronal;

### **Pasivos actuariales**

- a) Pagos de beneficios del seguro de cesantía: cupos normales, cupos de excesos y devolución de aportes.
- b) Gastos administrativos: que incluyen los gastos operativos y gastos varios.

Es importante aclarar que, en el modelo actuarial, tanto los rendimientos financieros, como los incrementos de salarios y beneficios, son considerados como parte de las proyecciones actuariales de forma natural, a través de la definición de los parámetros correspondientes.

## **2.4 Aportes al SCPN**

Las aportaciones que percibe el SCPN provienen de los aportes personales y aportes patronales.

Por una parte, según el art. 9 del *Acuerdo No. 184* [16], el aporte personal es la contribución que realiza el miembro en servicio activo de la institución al SCPN y corresponde al 7.0 % de la remuneración mensual unificada.

Por otra parte, el Art. 11 y la Disposición General Segunda del mismo *Acuerdo No. 184* [16], establecen que el aporte patronal a favor del SCPN serán iguales en el porcentaje total del que se entrega a Fuerzas Armadas. De acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Prestaciones del SCPN, a la fecha de corte de este estudio, el aporte patronal es del 8.5 % de la remuneración mensual unificada.

En resumen los porcentajes de aportación se presentan en la tabla 2.1.

## **2.5 Cálculo de beneficios**

De acuerdo al Art. 95 del *RLSCP* [18], el seguro de cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva, hasta

<b>Aportes</b>	
Personal	7.00 % de la RMU
Patronal	8.50 % de la RMU

Tabla 2.1: Porcentajes de aporte al SCPN

el 15 de diciembre, para ser aplicadas desde el 1 de enero al 31 de diciembre del siguiente año.

De manera general el beneficio de cesantía ( $CES$ ) es un monto en dinero en efectivo que resulta de la siguiente relación:

$$CES = CB \cdot BON \quad (2.1)$$

en donde  $CB$  es la cuantía básica y  $BON$  es un factor que corresponde a la bonificación.

### 2.5.1 Cuantía básica

La cuantía básica es la principal componente del beneficio que otorga el SCPN, conforme al Art. 95 del *RLSCP* [18].

El Art. 43 de la *LSCP* [5], dispone que el Seguro de Cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva; y que la cuantía básica será una para oficiales y otra para clases y policías, sin distinción de grados en proporción al promedio de sus aportes.

Considerando el literal h) del Art. 18 de la *LSCP* [5], corresponde a la Junta Directiva fijar anualmente el valor de la cuantía básica y el porcentaje de bonificación a favor del personal policial con derecho a la cesantía y establecer los cupos.

Además según el literal k) del Art. 31 del *RLSCP* [18], las modificaciones serán siempre en sentido ascendente, cuando lo permitan las disponibilidades presupuestarias, previo los estudios económicos y actuariales pertinentes que presentará el Director Ejecutivo. Y, el Art. 96 del mismo cuerpo legal indica que la cuantía y bonificación se incrementará anualmente considerando la disponibilidad presupuestaria, a base de los estudios económico, actuariales; y que el incremento considerará de forma referencial el porcentaje de inflación anual del ejercicio económico inmediato anterior al estudio; para lo cual el índice de inflación a considerar será el oficial, publicado por la entidad estatal autorizada. En todo caso el incremento anual no será inferior a la tasa técnica actuarial promedio del año

inmediato anterior.

## 2.5.2 Bonificación

La bonificación es la segunda componente del beneficio de cesantía que otorga el SCPN. Según el Art. 95 del *RLSCP*N [18], la bonificación se pagará a partir de las 241 imposiciones.

Además, según el Art. 97 del reglamento citado, la bonificación a fijar, será calculada tomando en cuenta el tiempo de aportaciones y el grado, de acuerdo a la fórmula matemática que previamente establecerá y aprobará la Junta Directiva.

De manera similar al caso de la cuantía básica, citamos lo dispuesto por el Art. 43 de la *LSCP*N [5], que expresa que el Seguro de Cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva.

Considerando nuevamente el literal h) del Art. 18 de la *LSCP*N [5], corresponde a la Junta Directiva fijar anualmente el valor de la cuantía básica y el porcentaje de bonificación a favor del personal policial con derecho a la cesantía y establecer los cupos.

De manera similar al caso de la cuantía básica, aplica el literal k) del Art. 31 del *RLSCP*N [18], según el cual, las modificaciones serán siempre en sentido ascendente, cuando lo permitan las disponibilidades presupuestarias, previo los estudios económicos y actuariales pertinentes que presentará el Director Ejecutivo. Y, el Art. 96 del mismo cuerpo legal indica que la cuantía y bonificación se incrementará anualmente considerando la disponibilidad presupuestaria, a base de los estudios económico, actuariales; y que el incremento considerará de forma referencial el porcentaje de inflación anual del ejercicio económico inmediato anterior al estudio; para lo cual el índice de inflación a considerar será el oficial, publicado por la entidad estatal autorizada. En todo caso el incremento anual no será inferior a la tasa técnica actuarial promedio del año inmediato anterior.

Además, según el Art. 97 del reglamento citado, la bonificación a fijar, será calculada tomando en cuenta el tiempo de aportaciones y el grado, de acuerdo a la fórmula matemática que previamente establecerá y aprobará la Junta Directiva.

De la información proporcionada por el Departamento de Prestaciones del SCPN, la fórmula de cálculo se ha mantenido sin cambios durante los últimos diez años. Así, considerando el tiempo de servicios expresado en años ( $TS$ ) y el coeficiente del grado ( $c_g$ ), el cálculo de la bonificación se ha realizado para oficiales, clases y policías de la siguiente

forma hasta la fecha de valuación:

- Bonificación para Oficiales

$$BON_{OF} = \left( 0.1105 \cdot (TS - 19) + 1.1218 \right) \cdot \left( 1 + (20 - c_g) \cdot 0.00175 \right)$$

- Bonificación para Clases y Policías

$$BON_{CP} = \left( 0.1019 \cdot (TS - 19) + 1.2755 \right) \cdot \left( 1 + (20 - c_g) \cdot 0.002 \right)$$

Denominación	Jerarquía	Coefficiente $c_g$
GENERAL SUPERIOR	OFICIAL	1
GENERAL INSPECTOR	OFICIAL	2
GENERAL DE DISTRITO	OFICIAL	3
CORONEL	OFICIAL	4
TENIENTE CORONEL	OFICIAL	5
MAYOR	OFICIAL	6
CAPITAN	OFICIAL	7
TENIENTE	OFICIAL	8
SUBTENIENTE	OFICIAL	9
SUBOFICIAL MAYOR	CLASE-POLICIA	10
SUBOFICIAL PRIMERO	CLASE-POLICIA	11
SUBOFICIAL SEGUNDO	CLASE-POLICIA	12
SARGENTO PRIMERO	CLASE-POLICIA	13
SARGENTO SEGUNDO	CLASE-POLICIA	14
CABO PRIMERO	CLASE-POLICIA	15
CABO SEGUNDO	CLASE-POLICIA	16
POLICIA	CLASE-POLICIA	17

Tabla 2.2: Coeficientes para cálculo de la bonificación

### 2.5.3 Beneficio en caso de fallecimiento o invalidez

Conforme al Art. 103 del *RLSCPN* [18], relacionado con el Art. 48 de la *LSCPN* [5], los oficiales, clases y policías que fallecieron o se invalidaren en actos del servicio previo el informe del Departamento Médico de la Policía Nacional y no cumplieren con las imposiciones señaladas en el Art. 42 de la ley, tendrán derecho al seguro de cesantía de acuerdo a la siguiente escala (tabla 2.3):

Además se establece en el Art. 50 de la misma ley, que en caso de fallecimiento de un miembro policial con derecho a cesantía, recibirán esta prestación los beneficiarios de

APORTACIONES	PORCENTAJES
De 1 a 60 imposiciones	25 %
De 61 a 120 imposiciones	50 %
De 121 a 180 imposiciones	75 %
Del 181 a 240 imposiciones	100 %.

Tabla 2.3: Escala de beneficios para fallecidos o inválidos

acuerdo a las reglas de la sucesión intestada del Código Civil; y, en caso de falta de beneficiarios el 100 % de la cesantía se revertirá a favor del Servicio de Cesantía de la Policía Nacional.

En caso de fallecimiento de un miembro de la institución policial con derecho al seguro de cesantía o devolución de aportes, según el Art. 106 del *RLSCPN* [18], percibirán este beneficio las siguientes personas:

- a) Los hijos y el cónyuge sobreviviente o quien haya mantenido unión libre estable y monogámica,
- b) por más de dos años, de acuerdo con la ley, en partes iguales;
- c) A falta del cónyuge, los hijos;
- d) A falta de hijos, el cónyuge y los padres, en partes iguales;
- e) A falta de cónyuge y padres, los hermanos, en partes iguales; y,
- f) A falta de los beneficiarios antes indicados, las prestaciones acrecerán al fondo ordinario del Servicio de Cesantía.

#### 2.5.4 Devolución de aportes

El Art. 49 de la *LSCPN* [5] y el Art. 107 del *RLSCPN* [18], disponen que los oficiales, clases, policías o sus derechohabientes (en caso de fallecimiento del titular, producido fuera de actos de servicio), que no hubieren cumplido con los requisitos para obtener el seguro de cesantía, tendrán derecho a la devolución de los aportes personales con el interés promedio fijado por el Banco Central del Ecuador para obligaciones pasivas calculadas a la fecha de publicación de la baja respectiva.

## 2.6 Gastos administrativos

En este estudio consideraremos los gastos administrativos, conforme se los define entre las componentes del presupuesto en el Art. 86 del del *RLSCP*N [18]. Así, el gasto administrativo lo tratamos de manera dinámica para realizar proyecciones y escenarios, compuesto por gastos administrativos propiamente dichos, gastos operativos y gastos varios.

Los valores históricos correspondientes al gasto administrativo en los ejercicios económicos dentro del periodo de observación, provienen de los estados financieros de la “administradora”.

## 2.7 Jerarquía y tiempo de permanencia en cada grado

La población de asegurados del SCPN tiene una estructura jerárquica definida en base a grados, como se muestra en la tabla 2.4. En cada uno de los grados, el personal policial debe permanecer un tiempo de servicio mínimo, para tener la posibilidad de ser ascendido a un grado superior.

El *COESCOP* [2], en su Disposición Transitoria Décima Primera, establece que los tiempos de permanencia en el grado, establecidos en el Art. 85 de la Ley de Personal de la Policía Nacional <sup>2</sup>, mantendrán su vigencia hasta cuando el servidor o servidora policial asciendan al grado inmediato superior. Cumplido esto se aplicarán los tiempos de permanencia previstos en el Libro Primero de este Código.

Para la aplicación de esta disposición, debemos considerar que el *COESCOP* [2] entró en vigencia el 18 de enero de 2018 y que en su Art. 89 presenta los tiempos de permanencia a los que se hace referencia, mismos que se presentan en la tabla 2.4.

## 2.8 Estructura actuarial

En esta sección nos proponemos definir una estructura actuarial para realizar el estudio del SCPN. La estructura actuarial requiere la definición de tres componentes básicas: el sistema de financiamiento, el esquema de prestaciones y el régimen demográfico.

Primeramente, con respecto al régimen demográfico, la *Ley de Fortalecimiento a los regímenes especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional* [3] incluyó varias disposiciones transitorias a la *LSSPN* [7]; entre las cuales, la disposición

---

<sup>2</sup>Publicada en el Registro Oficial No. 378 del 7 de agosto de 1998

Grado	Denominación	Jerarquía	Tiempo de permanencia	
			Ley de Personal	COESCOPE
1	GENERAL SUPERIOR	OFICIAL	2	2
2	GENERAL INSPECTOR	OFICIAL	2	3
3	GENERAL DE DISTRITO	OFICIAL	2	5
4	CORONEL	OFICIAL	5	7
5	TENIENTE CORONEL	OFICIAL	5	7
6	MAYOR	OFICIAL	5	7
7	CAPITAN	OFICIAL	5	7
8	TENIENTE	OFICIAL	5	5
9	SUBTENIENTE	OFICIAL	5	4
10	CADETE	OFICIAL		
12	SUBOFICIAL MAYOR	CLASE-POLICIA	2	2
13	SUBOFICIAL PRIMERO	CLASE-POLICIA	4	3
14	SUBOFICIAL SEGUNDO	CLASE-POLICIA	5	4
15	SARGENTO PRIMERO	CLASE-POLICIA	5	7
16	SARGENTO SEGUNDO	CLASE-POLICIA	5	7
17	CABO PRIMERO	CLASE-POLICIA	5	7
18	CABO SEGUNDO	CLASE-POLICIA	5	5
19	POLICIA	CLASE-POLICIA	5	4
20	ASPIRANTE A POLICIA	CLASE-POLICIA		

Tabla 2.4: Tiempo de permanencia (años)

transitoria VIGÉSIMA PRIMERA establece que “para la aplicación de las prestaciones del seguro de cesantía a los miembros que se encontraren en servicio activo en la Policía Nacional a la fecha de expedición de esta Ley reformativa, se observarán las disposiciones contenidas en la Ley No. 79, Ley de Servicio de Cesantía de la Policía Nacional, publicada en el Registro Oficial No. 662 de 13 de septiembre de 2002; y, el seguro de cesantía continuará administrado por el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional, de conformidad con su propia Ley”(…).

Esta disposición implica que la población amparada por el SCPN se debe considerar bajo un régimen demográfico de grupo cerrado; siendo la principal característica de este tipo de régimen, que la evolución natural de la población llevará al grupo a su extinción en algún momento futuro.

En segundo lugar, hemos constatado que la normativa legal no define con precisión el sistema de financiamiento ni el esquema de prestaciones del SCPN; por lo cual, considerando la estructura operativa del SCPN y la fórmula de cálculo de beneficios explicada en la sección 2.5, consideramos que el sistema de financiamiento corresponde a un modelo de capitalización colectiva y el esquema de prestaciones es de prestaciones definidas.

Por lo tanto, para el desarrollo del presente estudio, establecemos la siguiente estructura

actuarial *ad hoc* para el SCPN:

**Sistema de financiamiento:** capitalización colectiva,

**Esquema de prestaciones:** prestaciones definidas, y

**Régimen demográfico:** grupo cerrado.

### 3 Análisis del contexto económico

---

Para el desarrollo de este estudio actuarial, necesitamos definir un escenario económico futuro, caracterizado por un conjunto de variables que deben ser proyectadas en el horizonte de estudio. Dicho escenario económico persigue describir un conjunto de las relaciones interdependientes entre todos los agentes que intervienen en el mercado, que permiten el intercambio y producción de bienes y servicios, buscando el bienestar general.

Para describir este entorno complejo y dinámico, es necesario desarrollar herramientas para el estudio de los distintos fenómenos y tratar de anticipar sus consecuencias, y así poder tomar las mejores decisiones. Es allí donde los modelos económicos o econométricos aparecen, proponiendo metodologías que posibiliten bosquejar de manera sintetizada y coherente el funcionamiento de un sistema económico.

Con la finalidad de sustentar adecuadamente el presente estudio actuarial, un requisito importante es desarrollar un modelo que permita vislumbrar de manera sintetizada el contexto económico futuro de nuestro país, en el cual se desarrollará el SCPN.

Hemos observado que desde el primer trimestre de 2020, el mundo entero se ha visto amenazado por una emergencia sanitaria, causada por la pandemia del virus Covid-19 o coronavirus<sup>1</sup>. A partir de esta emergencia, nuestro país enfrenta a nivel general, una situación muy complicada, tanto en la parte económica y sanitaria como en lo social, que sin duda tendrá efectos negativos en los sistemas macro y microeconómico a mediano plazo, a nivel de empresas públicas, empresas privadas y los hogares.

A la fecha de elaboración de este estudio, muchos organismos internacionales se encuentran haciendo esfuerzos para pronosticar de alguna manera los efectos de la pandemia en la economía de los países, sin embargo la gravedad de la situación impide vislumbrar la situación económica futura, sin un alto grado de incertidumbre. Como acuerdo generalizado, en América Latina y particularmente en Ecuador, se esperan variaciones substanciales en la estructura de empleo, los niveles de salarios y el presupuesto estatal; lo cual afectará de manera directa, la situación futura del SCPN, cuya estabilidad financiera está fuertemente

---

<sup>1</sup>El brote del virus Covid-19, fue declarado oficialmente por la OMS como pandemia, el 11 de marzo de 2020.

ligada a los aportes individuales, aportes patronales y rendimientos de las inversiones.

A continuación presentamos un análisis de la evolución observada de los parámetros más relevantes que utilizaremos en este estudio.

### 3.1 Tasas de interés referenciales

Respecto mercado financiero nacional, los principales indicadores son las tasas de interés referenciales establecidas por el Banco Central del Ecuador (BCE).

Hemos considerado la información histórica de las tasas activas y pasivas referenciales, publicadas por el BCE, cuyos valores se presentan en la tabla 3.1 al cierre de cada año observado.

Año	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)
2,000	14.52	7.70
2,001	15.10	5.05
2,002	12.71	5.19
2,003	11.54	5.11
2,004	8.73	3.66
2,005	8.73	4.14
2,006	8.85	4.91
2,007	10.72	5.64
2,008	9.14	5.09
2,009	9.19	5.24
2,010	8.68	4.28
2,011	8.17	4.53
2,012	8.17	4.53
2,013	8.17	4.53
2,014	8.19	5.18
2,015	9.12	5.14
2,016	8.10	5.12
2,017	7.83	4.95
2,018	8.69	5.43
2,019	8.78	6.17
2,020	8.50	5.89

Tabla 3.1: Evolución histórica de las tasas de interés referenciales

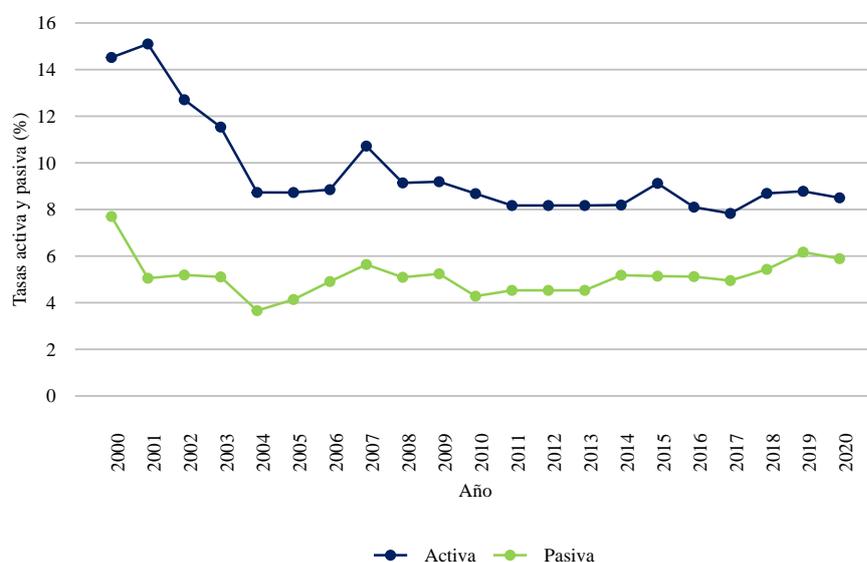


Figura 3.1: Evolución histórica de las tasas activa y pasiva

### 3.1.1 Producto interno bruto (PIB)

La información histórica mensual del producto interno bruto (PIB) considerada dentro del presente estudio se presenta en la tabla 3.2.

Año	PIB (USD)	Variación (%)
1,980	17,872,943,000.00	
1,981	21,800,312,000.00	0.22
1,982	19,920,300,000.00	-0.09
1,983	17,144,261,000.00	-0.14
1,984	16,904,408,000.00	-0.01
1,985	17,140,874,000.00	0.01
1,986	15,306,803,000.00	-0.11
1,987	13,938,747,000.00	-0.09
1,988	13,045,630,000.00	-0.06
1,989	13,884,170,000.00	0.06
1,990	15,231,973,000.00	0.10
1,991	16,980,041,000.00	0.11
1,992	18,085,191,000.00	0.07
1,993	18,929,248,000.00	0.05
1,994	22,697,319,000.00	0.20
1,995	24,420,668,000.00	0.08
1,996	25,213,780,000.00	0.03

continúa en la siguiente página...

Año	PIB (USD)	Variación (%)
1,997	28,147,972,000.00	0.12
1,998	27,967,906,000.00	-0.01
1,999	19,635,450,000.00	-0.30
2,000	18,318,601,000.00	-0.07
2,001	24,468,324,000.00	0.34
2,002	28,548,945,000.00	0.17
2,003	32,432,859,000.00	0.14
2,004	36,591,661,000.00	0.13
2,005	41,507,085,000.00	0.13
2,006	46,802,044,000.00	0.13
2,007	51,007,777,000.00	0.09
2,008	61,762,635,000.00	0.21
2,009	62,519,686,000.00	0.01
2,010	69,555,367,000.00	0.11
2,011	79,276,664,000.00	0.14
2,012	87,924,544,000.00	0.11
2,013	95,129,659,000.00	0.08
2,014	101,726,331,000.00	0.07
2,015	99,290,381,000.00	-0.02
2,016	99,937,696,000.00	0.01
2,017	104,295,862,000.00	0.04
2,018	107,562,008,000.00	0.03
2,019	108,108,009,000.00	0.01

Tabla 3.2: Evolución histórica del producto interno bruto (PIB)

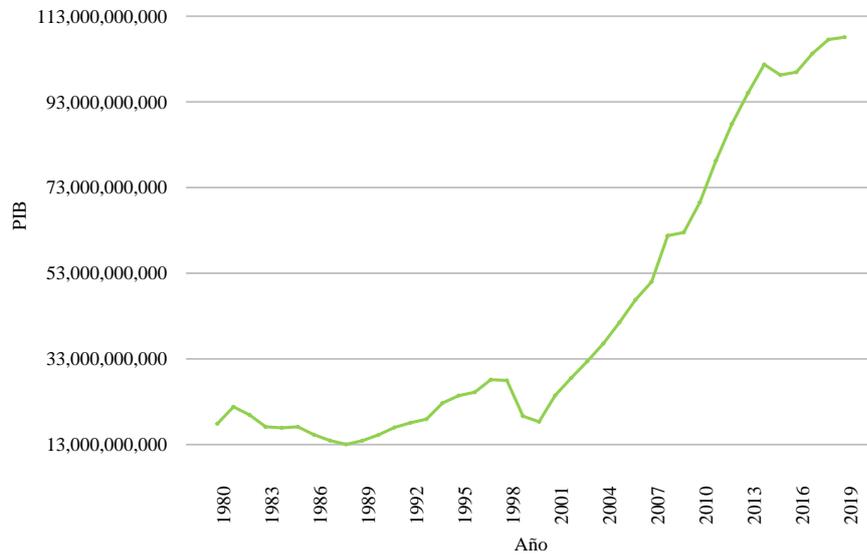


Figura 3.2: Producto interno bruto

### 3.1.2 Inflación

La inflación se mide a través de las variaciones del índice de precios al consumidor (IPC), publicado por el INEC. La información histórica de la inflación utilizada para el presente estudio se presenta en la tabla 3.3 y gráfico 3.3.

Fecha	Inflación (en %)
2011-12-31	5.41 %
2012-12-31	4.16 %
2013-12-31	2.7 %
2014-12-31	3.67 %
2015-12-31	3.38 %
2016-12-31	1.12 %
2017-12-31	-0.2 %
2018-12-31	0.27 %
2019-12-31	-0.07 %

Tabla 3.3: Evolución histórica de la inflación

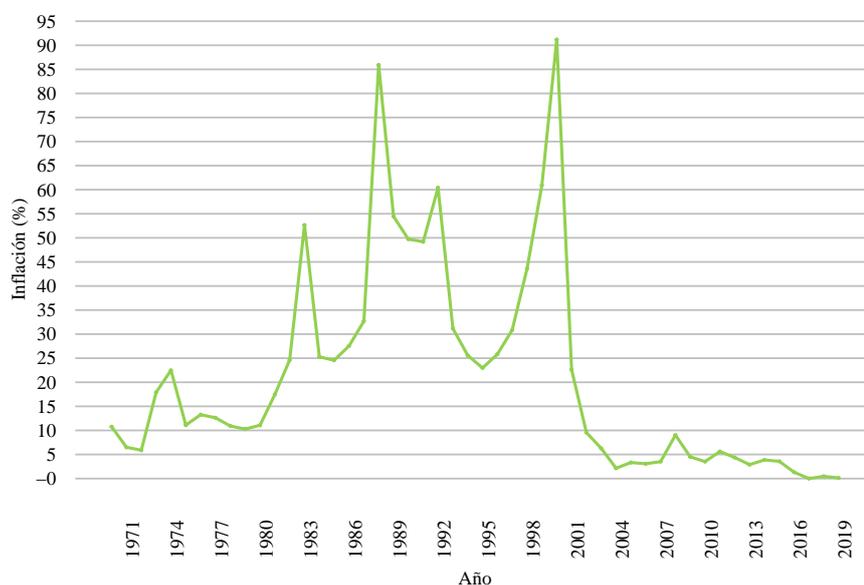


Figura 3.3: Evolución histórica de la inflación

### 3.1.3 Salario básico unificado (SBU)

La información histórica anual del salario básico unificado (SBU) utilizada para el presente estudio se presenta en la tabla 3.4.

Fecha	SBU (USD)	Variación (%)
2001-01-01	85.65	
2002-01-01	104.88	0.22
2003-01-01	121.91	0.16
2004-01-01	135.62	0.11
2005-01-01	150.00	0.11
2006-01-01	160.00	0.07
2007-01-01	170.00	0.06
2008-01-01	200.00	0.18
2009-01-01	218.00	0.09
2010-01-01	240.00	0.10
2011-01-01	264.00	0.10
2012-01-01	292.00	0.11
2013-01-01	318.00	0.09
2014-01-01	340.00	0.07
2015-01-01	354.00	0.04
2016-01-01	366.00	0.03
2017-01-01	375.00	0.02

continúa en la siguiente página...

Fecha	SBU (USD)	Variación (%)
2018-01-01	386.00	0.03
2019-01-01	394.00	0.02

Tabla 3.4: Evolución histórica del SBU

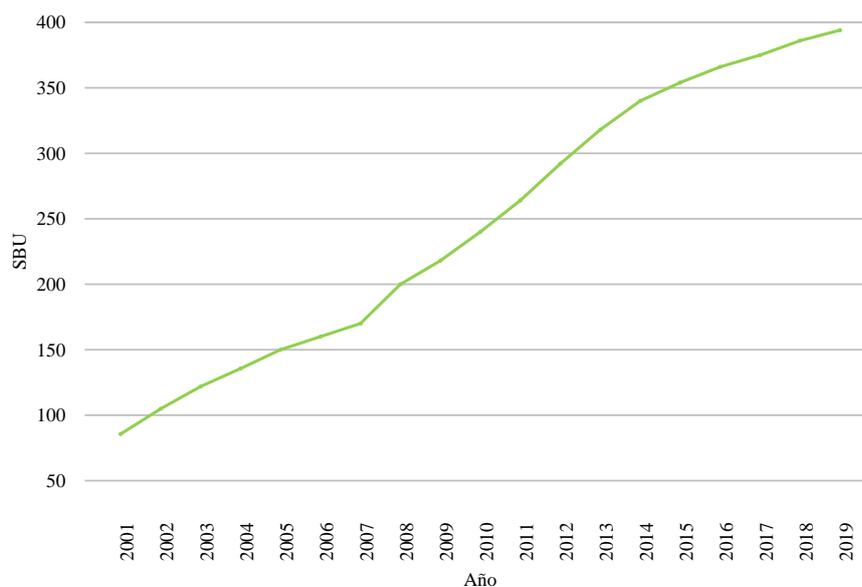


Figura 3.4: Evolución histórica del SBU

### 3.1.4 Salario promedio anual

La información histórica anual del salario promedio anual utilizada para el presente estudio se presenta en la tabla 3.5.

Fecha	Salario (USD)	Variación (%)
2,005	3,737.52	
2,006	4,237.07	0.13
2,007	4,736.63	0.12
2,008	5,237.55	0.11
2,009	5,826.65	0.11
2,010	6,312.68	0.08
2,011	6,867.24	0.09
2,012	7,298.77	0.06
2,013	7,736.48	0.06
2,014	8,142.47	0.05
2,015	8,458.87	0.04

continúa en la siguiente página...

Fecha	Salario (USD)	Variación (%)
2,016	8,614.02	0.02
2,017	8,816.42	0.02
2,018	8,997.84	0.02
2,019	9,094.38	0.01

Tabla 3.5: Evolución histórica de salarios promedio

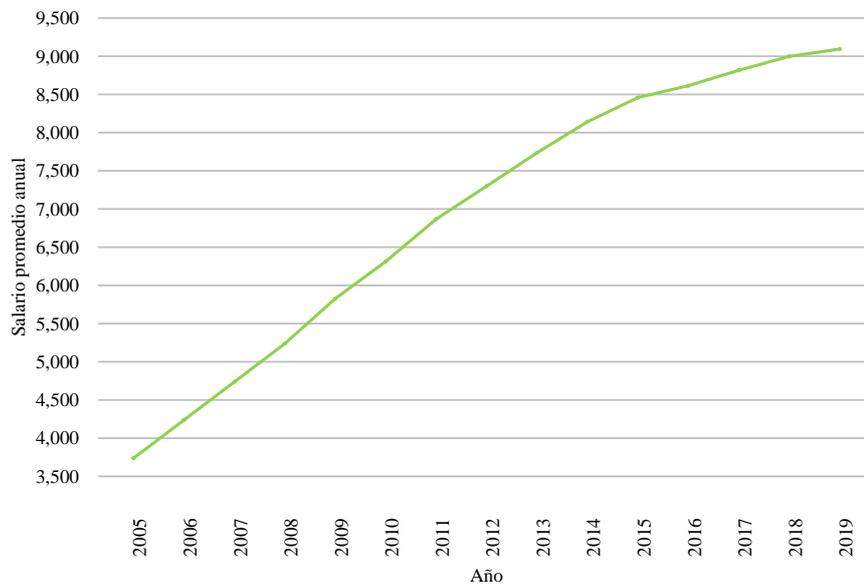


Figura 3.5: Evolución histórica del salario promedio anual

## 3.2 Modelo de proyección macroeconómica

El modelo que utilizaremos para realizar las proyecciones macroeconómicas, se sustenta en una serie temporal multivariante, con la finalidad de incluir la interacción entre diferentes las variables económicas a través del tiempo y así superar las falencias de otros modelos macroeconómicos que obvian la dinámica y estrecha correlación de las diferentes variables utilizadas.

En la actualidad es cada vez más frecuente encontrar excelente literatura al respecto de modelos de series temporales multivariantes; en particular hemos fundamentado nuestra aproximación basados en la teoría y metodología propuesta en Madsen [15] y Tsay [25], por lo cual hemos seleccionado el modelo denominado *MARIMA*, tomando en cuenta sus cualidades estadísticas y amplia utilización y aceptación. Considerando los detalles del modelo expuestos en Madsen [15, cap 9], el mismo depende de tres parámetros básicos:  $p$

que especifica el orden de auto regresión,  $d$  que representa el orden de diferenciación y  $q$  que incluye el orden de medias móviles. Se establece entonces la siguiente definición:

**Definición 3.2.1.** El proceso vectorial  $(\mathbf{Y}_t)$  de dimensión  $n$ ,  $Y_t \in \mathbb{R}^n$ , se lo denomina “Multivariate Integrated Autoregressive Moving Average” (MARIMA) de ordenes  $p \in \mathbb{N}, d \in \mathbb{N}^n, q \in \mathbb{N}$ , si a partir de un ruido blanco  $(\epsilon_t)$  de dimensión  $n$ , se satisface la siguiente relación:

$$\varphi(B)\delta(B)\mathbf{Y}_t = \theta(B)\epsilon_t \quad (3.1)$$

donde:

1.  $B$  es el operador de retroceso

$$B\mathbf{Y}_t = \mathbf{Y}_{t-1} \quad (3.2)$$

2. La parte auto regresiva dada por el operador  $\varphi(B)$

$$\varphi(B) = \sum_{k=0}^p \varphi_k B^k \quad (3.3)$$

donde para cada  $k$ ,  $\varphi_k \in \mathbb{R}^{n \times n}$ .

3. La parte de medias móviles dada por el operador  $\theta(B)$

$$\theta(B) = \sum_{l=0}^q \theta_l B^l \quad (3.4)$$

donde para cada  $l$ ,  $\theta_l \in \mathbb{R}^{n \times n}$ .

4. La parte de diferenciación dada por el operador  $\delta(B)$

$$\delta(B) = \begin{bmatrix} (1-B)^{d_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & (1-B)^{d_2} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & (1-B)^{d_n} \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

La metodología para la selección del modelo MARIMA se encuentra detallada Tsay [25].

### 3.3 Resultados del modelo macroeconómico

La tabla 3.6 presenta un promedio de los resultados del modelo multivariante de series temporales utilizado para obtener una proyección de las variables económicas utilizadas en el presente estudio.

Inflación (%)	Variación PIB (%)	Variación SBU (%)	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)	Tasa salarial (%)
1.77	0.78	0.51	6.55	4.05	0.46

Tabla 3.6: Valores estimados promedio

La tabla 3.7 presenta los resultados del modelo multivariante de series temporales utilizado para obtener una proyección de las variables económicas utilizadas en el presente estudio.

Fecha	Inflación (%)	Variación PIB (%)	Variación SBU (%)	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)	Tasa salarios (%)
2020	-1.42	-8.10	0.00	9.56	6.29	-1.01
2021	1.39	6.96	0.33	6.87	5.34	0.30
2022	-0.96	3.45	0.76	6.12	4.77	0.68
2023	-1.48	-0.35	0.72	6.19	4.59	0.65
2024	-1.13	1.38	0.47	6.28	4.43	0.42
2025	-0.26	2.56	0.69	6.29	4.30	0.62
2026	0.29	2.25	0.95	6.29	4.22	0.85
2027	0.59	1.79	1.05	6.31	4.15	0.94
2028	0.85	1.70	1.06	6.34	4.10	0.95
2029	1.13	1.70	1.06	6.36	4.05	0.95
2030	1.37	1.61	1.06	6.38	4.01	0.95
2031	1.55	1.49	1.04	6.40	3.98	0.93
2032	1.71	1.38	1.00	6.41	3.95	0.90
2033	1.84	1.28	0.95	6.43	3.93	0.86
2034	1.96	1.19	0.91	6.44	3.92	0.82
2035	2.05	1.10	0.85	6.45	3.90	0.77
2036	2.14	1.01	0.80	6.46	3.89	0.72
2037	2.21	0.93	0.75	6.48	3.88	0.68
2038	2.27	0.86	0.70	6.49	3.87	0.63
2039	2.32	0.79	0.65	6.49	3.87	0.59
2040	2.37	0.72	0.60	6.50	3.86	0.54
2041	2.41	0.66	0.55	6.51	3.86	0.50
2042	2.45	0.60	0.51	6.52	3.85	0.46
2043	2.48	0.55	0.47	6.52	3.85	0.43
2044	2.50	0.50	0.43	6.53	3.84	0.39
2045	2.53	0.46	0.39	6.53	3.84	0.36
2046	2.55	0.42	0.36	6.54	3.84	0.33
2047	2.57	0.38	0.33	6.54	3.84	0.30
2048	2.58	0.35	0.30	6.55	3.84	0.28
2049	2.60	0.32	0.28	6.55	3.84	0.25

continúa en la siguiente página...

Fecha	Inflación (%)	Variación PIB (%)	Variación SBU (%)	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)	Tasa salarios (%)
2050	2.61	0.29	0.25	6.55	3.84	0.23
2051	2.62	0.26	0.23	6.56	3.83	0.21
2052	2.63	0.24	0.21	6.56	3.83	0.19
2053	2.64	0.22	0.19	6.56	3.83	0.17
2054	2.65	0.20	0.17	6.56	3.83	0.16
2055	2.66	0.18	0.16	6.57	3.83	0.15
2056	2.66	0.16	0.15	6.57	3.83	0.13
2057	2.67	0.15	0.13	6.57	3.83	0.12
2058	2.67	0.14	0.12	6.57	3.83	0.11
2059	2.68	0.12	0.11	6.57	3.83	0.10
2060	2.68	0.11	0.10	6.57	3.83	0.09

Tabla 3.7: Valores estimados para el período 2020–2060

### 3.3.1 Gráficos de los resultados del modelo macroeconómico

Los gráficos que se presentan a continuación (Figuras 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11) reflejan los valores observados y proyectados para cada una de las variables presentadas en la tabla 3.7.

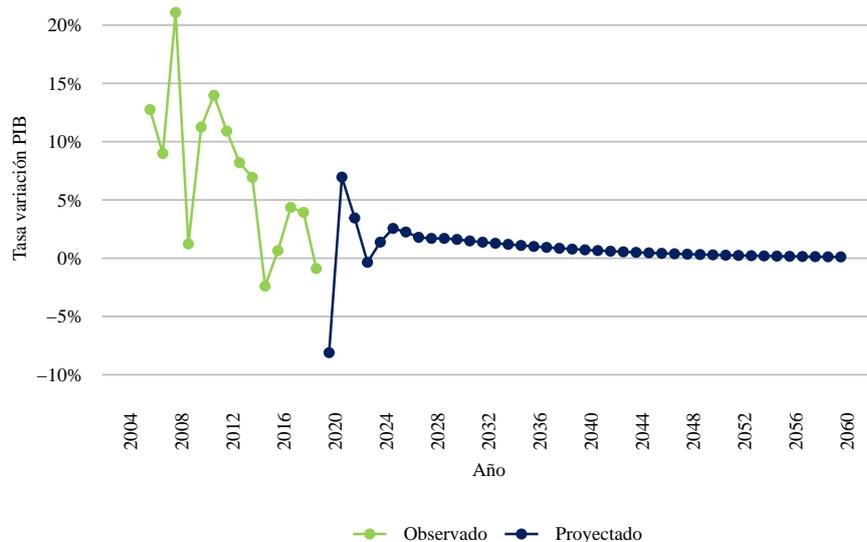


Figura 3.6: Tasa variación PIB

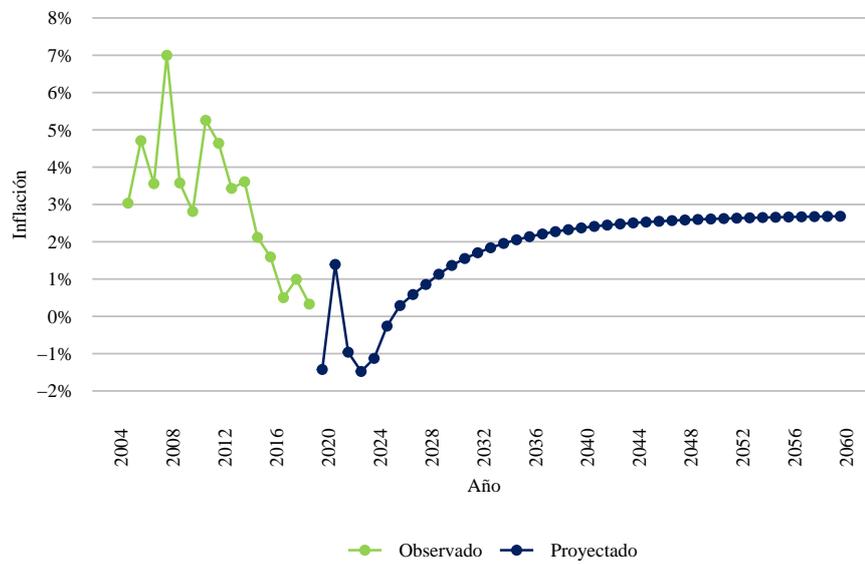


Figura 3.7: Inflación

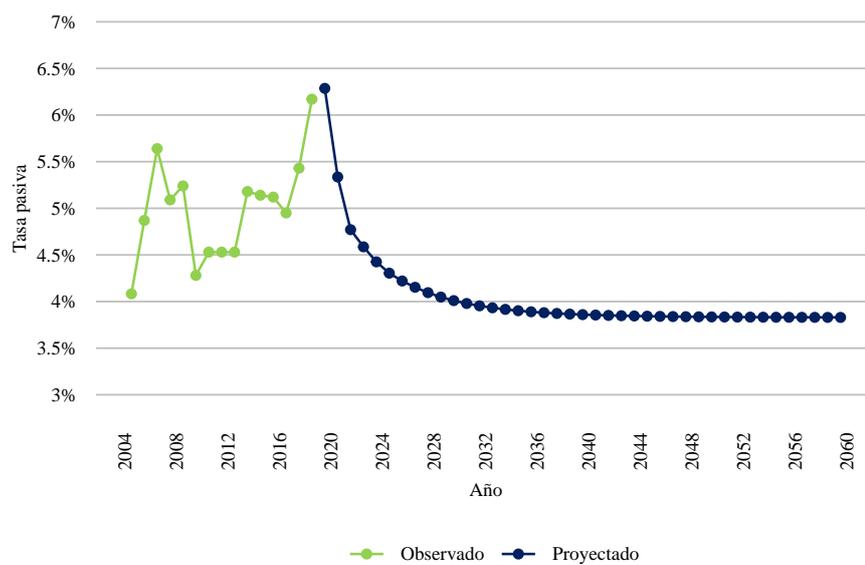


Figura 3.8: Tasa referencial pasiva

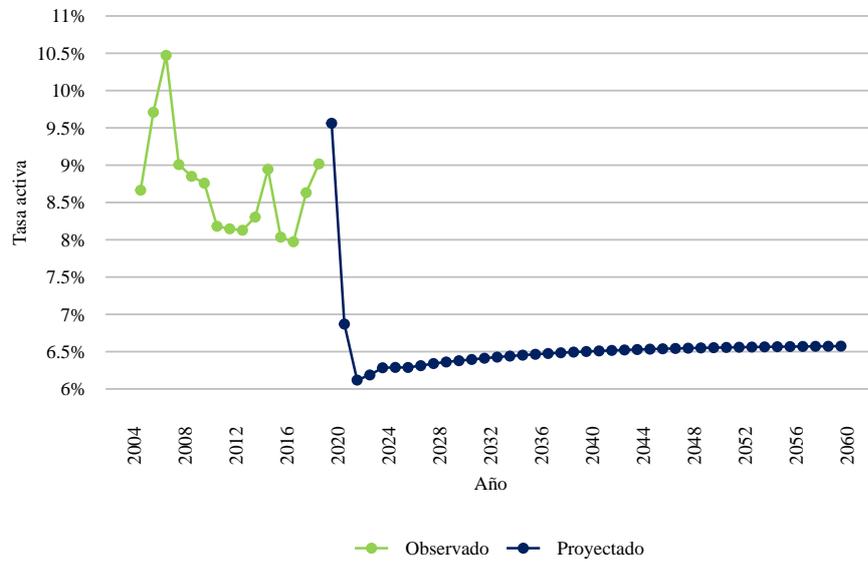


Figura 3.9: Tasa referencia activa

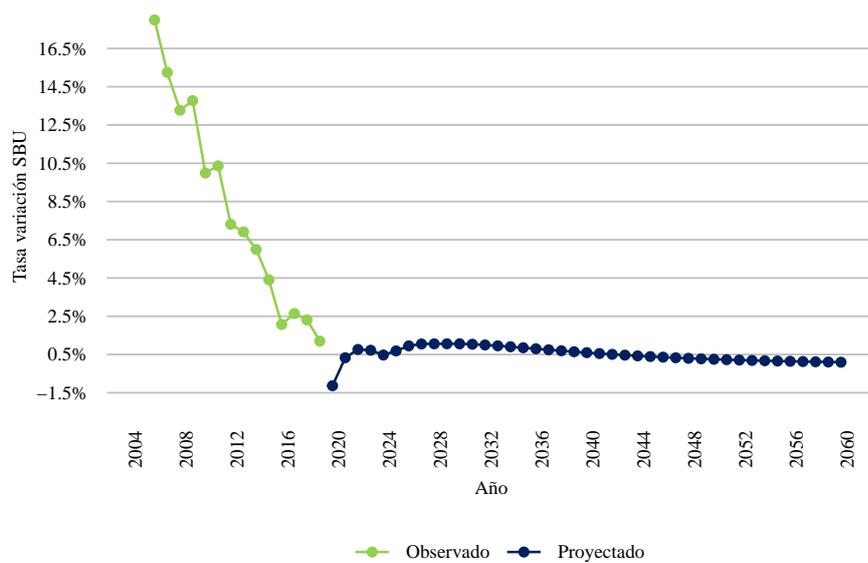


Figura 3.10: Tasa de variación del SBU

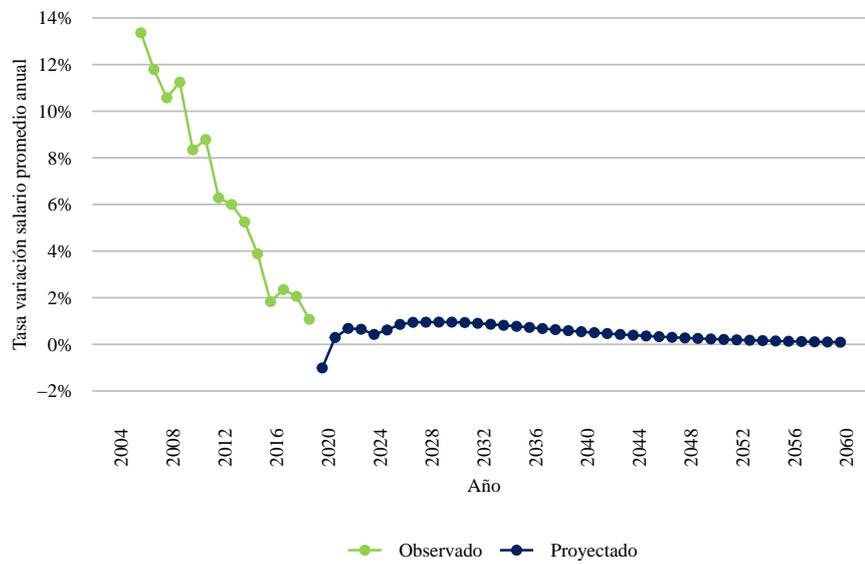


Figura 3.11: Tasa de variación del salario promedio anual

## 4 Análisis de los estados financieros

---

En este capítulo exponemos un análisis de las principales cuentas de los estados financieros tanto del SCPN como de la Administradora. Estas cuentas resultan relevantes en el contexto del presente estudio.

### 4.1 Activo

La tabla 4.1 presenta el saldo total de la cuenta del activo para el período de análisis y la variación porcentual anual de cada año. En esta tabla observamos que:

- El promedio de crecimiento anual de este saldo es 21.4 %.
- El año de menor crecimiento fue el 2015 con -42.96 %.
- El año de mayor crecimiento fue el 2014 con 128.94 %.

AÑO	ACTIVO (millones)	VARIACIÓN (%)
2011	277.21	
2012	370.05	33.49
2013	451.88	22.11
2014	1,034.54	128.94
2015	590.16	-42.96
2016	624.03	5.74
2017	695.87	11.51
2018	754.34	8.40
2019	861.66	14.23
2020	957.38	11.11

Tabla 4.1: Activo del SCPN

#### 4.1.1 Cuentas de inversiones

El portafolio de inversiones del SCPN se refleja en algunas de las cuentas del activo. Para nuestro estudio nos interesamos en los rendimientos de las inversiones, cuyo análisis se presenta en la sección 4.7.

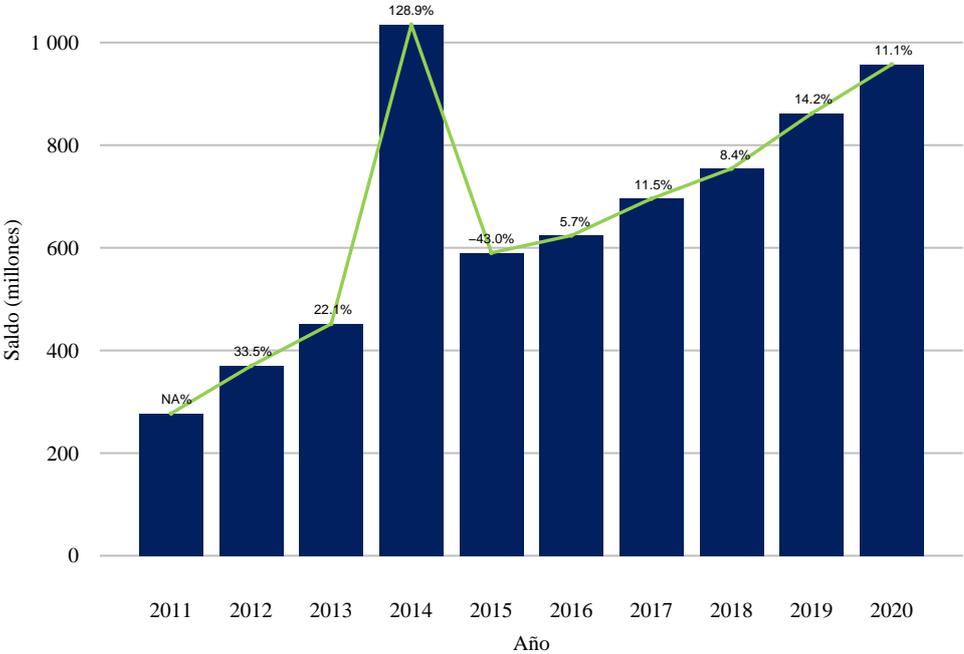


Figura 4.1: Evolución del activo del SCPN

## 4.2 Pasivo

La tabla 4.2 presenta el saldo total de la cuenta del pasivo para el período de análisis y la variación porcentual anual de cada año. De acuerdo a estos datos obtenemos los siguientes indicadores de variación:

- El promedio de crecimiento anual de este saldo es 11.1 %.
- El año de menor crecimiento fue el 2016 con -58.91 %.
- El año de mayor crecimiento fue el 2014 con 113.85 %.

AÑO	PASIVO (millones)	VARIACIÓN (%)
2011	13.04	
2012	14.35	10.04
2013	23.17	61.39
2014	49.54	113.85
2015	39.66	-19.95
2016	16.30	-58.91
2017	24.68	51.44
2018	17.93	-27.34
2019	14.59	-18.61
2020	12.84	-11.98

Tabla 4.2: Pasivo del SCPN

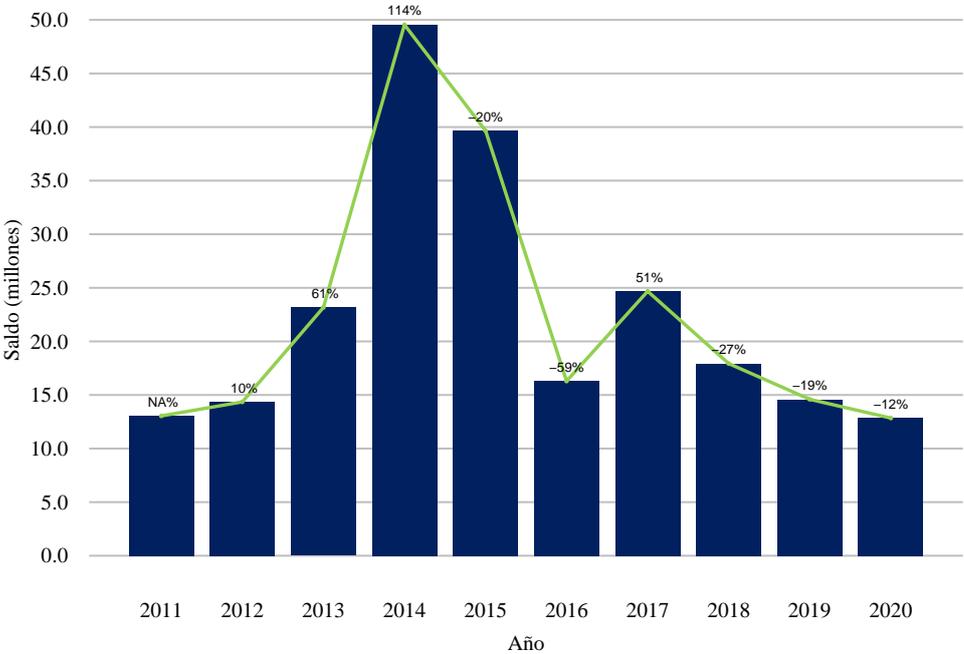


Figura 4.2: Evolución del pasivo del SCPN

## 4.3 Patrimonio

En la tabla 4.4 podemos apreciar la evolución del saldo total de la cuenta de *patrimonio* para el período 2011-2020, y su variación porcentual anual. En resumen obtenemos:

- El promedio de crecimiento anual de este saldo es 21.99 %.
- El año de menor crecimiento fue el 2015 con -44.11 %.
- El año de mayor crecimiento fue el 2014 con 129.76 %.

AÑO	PATRIMONIO (millones)	VARIACIÓN (%)
2011	264.17	
2012	355.69	34.65
2013	428.71	20.53
2014	985.00	129.76
2015	550.50	-44.11
2016	607.74	10.40
2017	671.19	10.44
2018	736.41	9.72
2019	847.07	15.03
2020	944.54	11.51

Tabla 4.3: Patrimonio del SCPN

### 4.3.1 Fondo ordinario

De lo explicado en la sección 2.3, la principal cuenta del patrimonio es el fondo ordinario, que además es el mejor indicador de los fondos que dispone el SCPN para sustentar el financiamiento del pago de sus obligaciones futuras, incluyendo naturalmente el pago de las prestaciones. Por tal razón, el valor de este fondo ordinario a la fecha de valuación, será utilizado como reserva inicial del SCPN en el modelo actuarial.

El fondo ordinario presenta la evolución que se muestra en la tabla 4.4; y, a la fecha de valuación 2020-12-31, alcanzó un monto de USD 829,170,079.92.

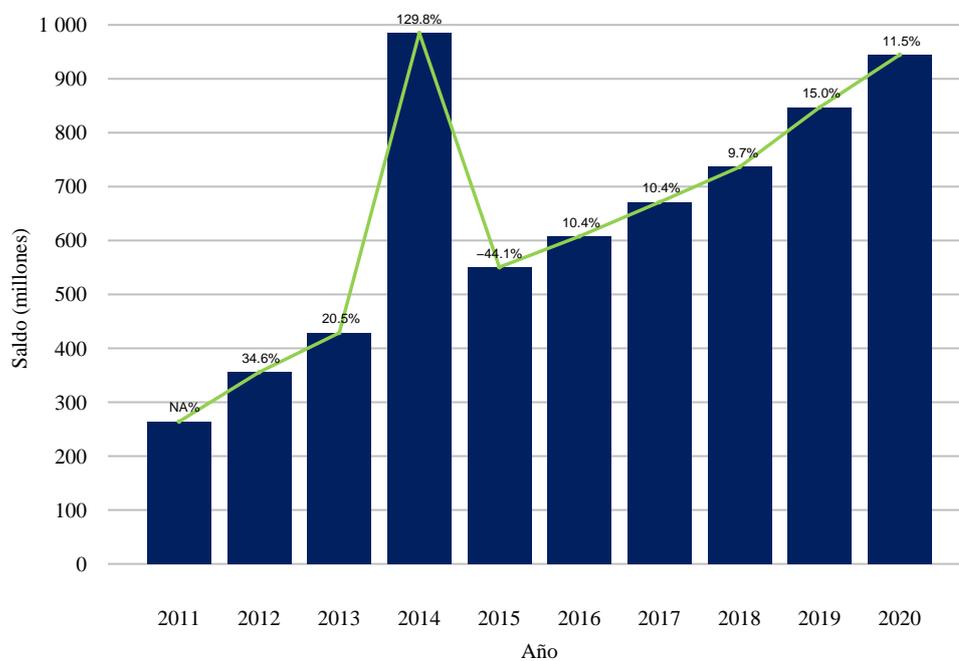


Figura 4.3: Evolución del patrimonio del SCPN

<b>AÑO</b>	<b>FONDO ORDINARIO</b> (millones)	<b>VARIACIÓN</b> (%)
2011	189.92	
2012	263.24	38.61
2013	340.84	29.48
2014	824.35	141.86
2015	472.39	-42.70
2016	534.41	13.13
2017	579.92	8.52
2018	635.47	9.58
2019	716.08	12.69
2020	829.17	15.79

Tabla 4.4: Fondo ordinario del SCPN

## 4.4 Ingresos

La tabla 4.5 presenta el saldo total de los *ingresos* del seguro para el período 2011-2020, y la variación porcentual anual de un año al siguiente.

- El promedio de crecimiento anual de este saldo es 5.24 %.
- El año de menor crecimiento fue el 2015 con -0.89 %.
- El año de mayor crecimiento fue el 2012 con 13.07 %.

AÑO	INGRESO (millones)	VARIACIÓN (%)
2011	109.37	
2012	123.67	13.07
2013	136.33	10.24
2014	146.55	7.50
2015	145.25	-0.89
2016	144.00	-0.86
2017	148.86	3.37
2018	152.55	2.48
2019	157.31	3.12
2020	171.68	9.14

Tabla 4.5: Ingreso del SCPN

### 4.4.1 Ingresos por aportes

En nuestro estudio, la principal componente de los ingresos corresponde a la cuenta de aportes, cuya evolución se presenta en la tabla 4.6.

Observamos que en los últimos años esta cuenta tiene una tendencia a la baja, lo cual consideramos como una situación normal causada por la disminución de la población de asegurados que paulatinamente va disminuyendo.

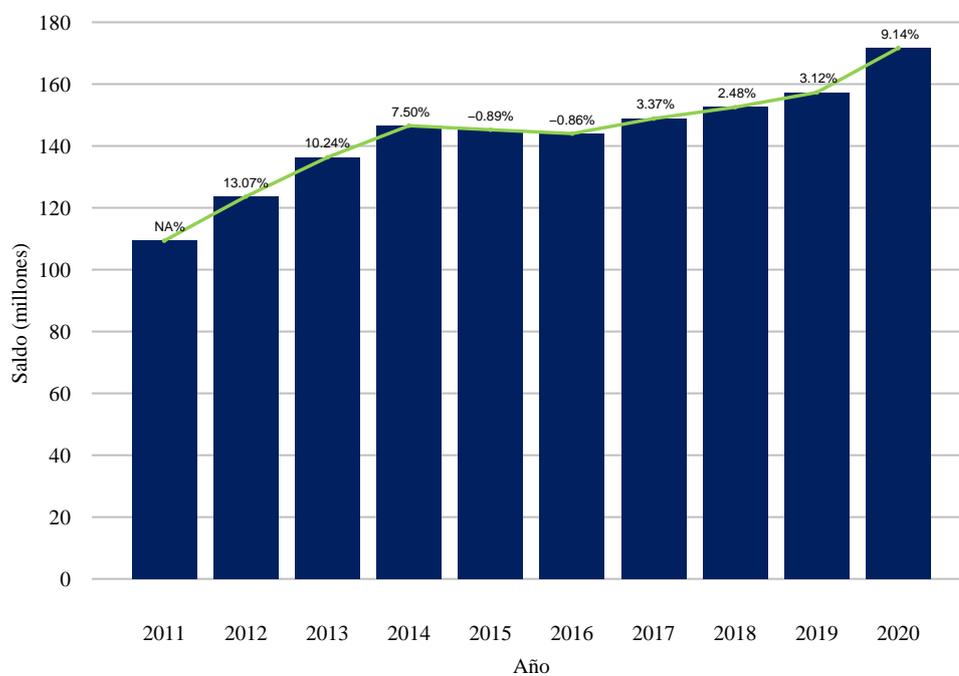


Figura 4.4: Evolución de ingresos del SCPN

<b>AÑO</b>	<b>APORTES</b> (millones)	<b>VARIACIÓN</b> (%)
2011	87.86	
2012	96.77	10.15
2013	100.76	4.12
2014	104.47	3.68
2015	105.33	0.83
2016	108.83	3.32
2017	107.03	-1.65
2018	103.92	-2.90
2019	103.79	-0.12
2020	103.22	-0.56

Tabla 4.6: Aportes del SCPN

## 4.5 Gastos

La tabla 4.7 presenta el saldo total de *gastos* para el período 2011-2020, y la variación porcentual anual de un año al siguiente.

- El promedio de crecimiento anual de este saldo es 10.19 %.
- El año de menor crecimiento fue el 2019 con -35.27 %.
- El año de mayor crecimiento fue el 2020 con 68.75 %.

AÑO	GASTO (millones)	VARIACIÓN (%)
2011	45.18	
2012	44.24	-2.07
2013	65.47	47.98
2014	88.52	35.21
2015	88.08	-0.50
2016	93.00	5.59
2017	76.70	-17.53
2018	68.68	-10.45
2019	44.46	-35.27
2020	75.02	68.75

Tabla 4.7: Gasto del SCPN

### 4.5.1 Pago de beneficios

La principal cuenta del gasto constituye el pago de los beneficios de cesantía que otorga el SCPN a sus asegurados.

La evolución de pagos de beneficios se presenta en la tabla 4.8. La volatilidad de esta cuenta se debe en parte a los incrementos de las cuantías de los beneficios, y a la asignación anual de cupos.

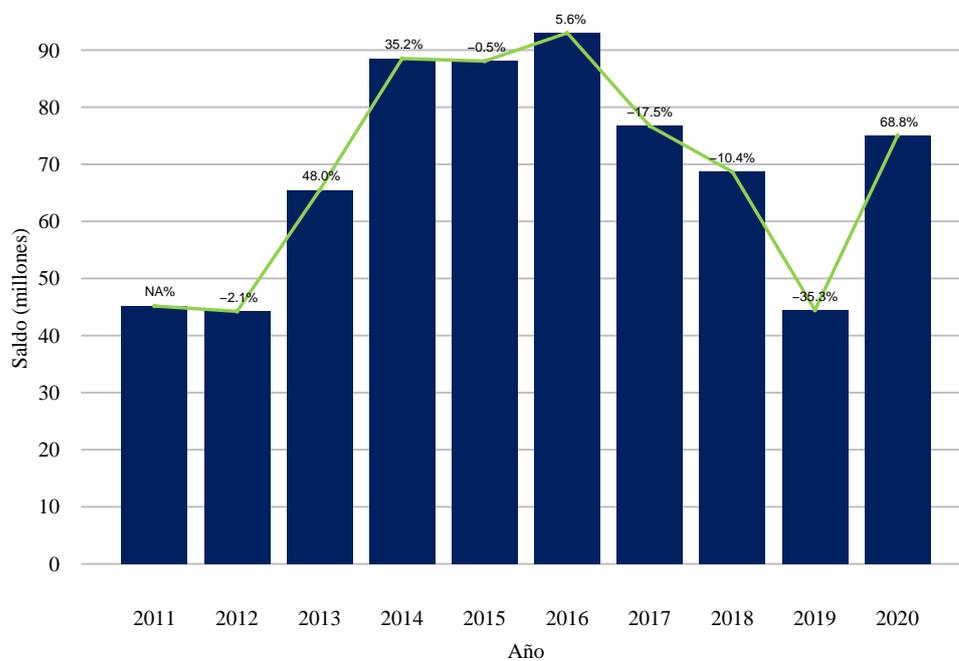


Figura 4.5: Evolución de gastos del SCPN

<b>AÑO</b>	<b>PAGO DE BENEFICIOS</b> (millones)	<b>VARIACIÓN</b> (%)
2011	43.36	
2012	42.02	-3.09
2013	62.06	47.70
2014	84.69	36.47
2015	81.50	-3.77
2016	86.50	6.14
2017	69.78	-19.33
2018	57.54	-17.55
2019	40.40	-29.78
2020	63.18	56.39

Tabla 4.8: Prestaciones del SCPN

## 4.5.2 Gasto administrativo

Teniendo en cuenta la estructura contable del SCPN, el gasto administrativo necesario para la operación del SCPN se encuentra registrado en la cuenta de gasto de la Administradora.

La evolución de esta cuenta se expone en la tabla 4.9, donde observamos que esta cuenta presenta un nivel normal de volatilidad, que sin duda deberá estabilizarse en el mediano plazo.

AÑO	GASTO ADMINISTRATIVO (millones)	VARIACIÓN (%)
2011	0.59	
2012	0.74	26.32
2013	0.99	33.70
2014	1.00	0.42
2015	0.97	-2.54
2016	1.05	8.62
2017	1.54	45.83
2018	1.67	8.80
2019	1.49	-10.91
2020	1.74	16.81

Tabla 4.9: Gasto administrativo del SCPN

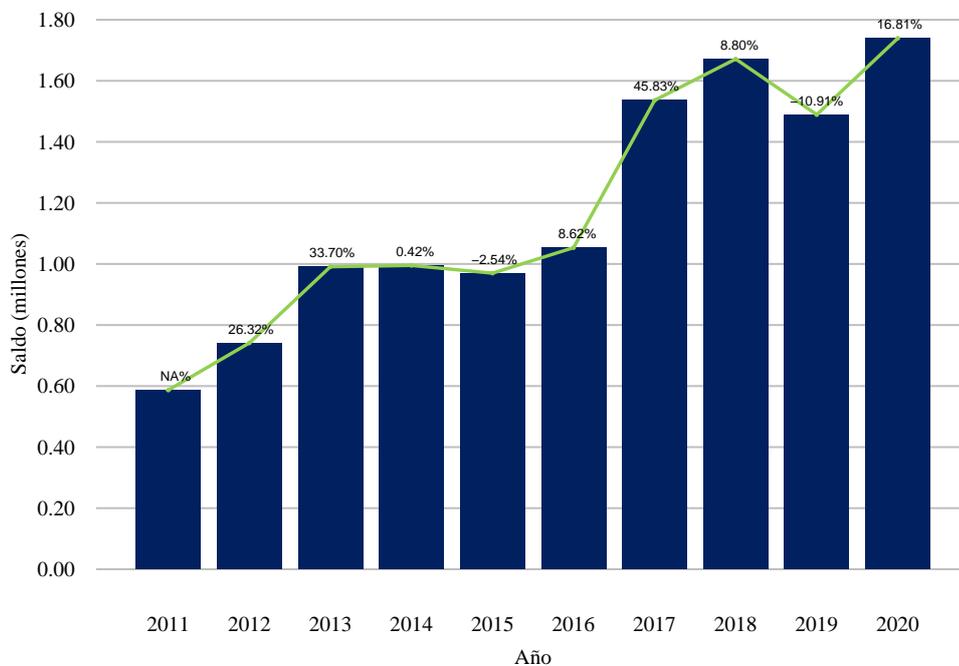


Figura 4.6: Evolución del gasto administrativo del SCPN

## 4.6 Resumen de aportes y prestaciones

Para obtener una noción acertada de la evolución de los fondos de cesantía, resulta instructivo conocer la relación entre los aportes y los pagos de beneficios a lo largo del tiempo.

En la tabla 4.10 se exhibe dicha comparación. Observamos claramente que los montos correspondientes a los aportes han superado al monto de pagos de beneficios en todo el período observado. En efecto, el caso más notable ocurre en el año 2014, donde los beneficios pagados llegaron a representar el 81.07 % de las aportaciones, siendo este el punto más alto. Esto indica que en todos los años, el fondo ha podido capitalizar alrededor del 20 % de las aportaciones, mitigando de esta forma el riesgo de liquidez.

<b>AÑO</b>	<b>APORTES</b> (millones)	<b>BENEFICIOS</b> (millones)	<b>BENEF / APOR</b> (%)
2,011	87.86	43.36	49.35
2,012	96.77	42.02	43.42
2,013	100.76	62.06	61.59
2,014	104.47	84.69	81.07
2,015	105.33	81.50	77.37
2,016	108.83	86.50	79.49
2,017	107.03	69.78	65.20
2,018	103.92	57.54	55.36
2,019	103.79	40.40	38.92
2,020	103.22	63.18	61.22

Tabla 4.10: Comparación de aportes y prestaciones del SCPN

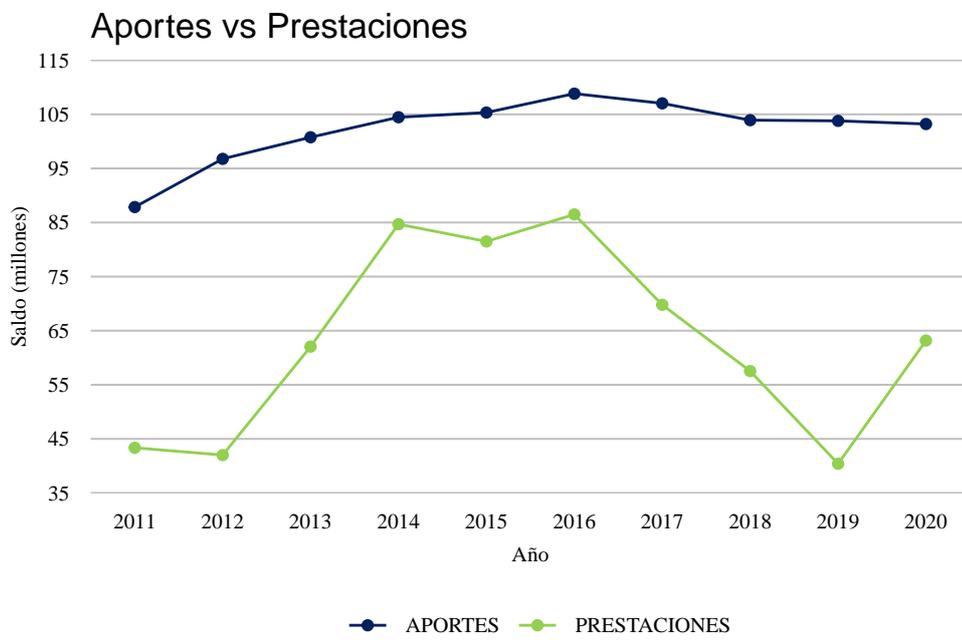


Figura 4.7: Comparación de aportes y prestaciones del SCPN

## 4.7 Portafolio de inversiones

El SCPN mantiene un portafolio de inversiones diversificado, compuesto por activos financieros locales y en el exterior y otros activos productivos no financieros, con la estructura general y el rendimiento del último año mostrado en la tabla 4.11.

Como podemos apreciar, la mayor parte del portafolio corresponde a inversiones privadas (IP), constituidas por préstamos de diversa índole otorgados a los asegurados.

Otra componente importante de la inversión corresponde a títulos de renta fija, y una última parte se mantiene en inversiones en títulos de renta variable y activos no financieros, que representan proporciones mucho menores.

A nivel de rendimiento, en el último año observado, las inversiones privadas son las que generan la mejor tasa promedio de interés (8.29 %), seguidas por las inversiones en renta fija (6,05 %). Por su parte, las inversiones en renta variable produjeron una pérdida financiera (-1.94 %), y por último, desde una posición conservadora, asumimos que los activos no financieros no generan rendimientos.

Así, el promedio ponderado global de rendimiento del portafolio de inversiones del SCPN, en el último año observado alcanza el 6.93 %, esto como hemos señalado, sin incluir los rendimientos por revalorización de los activos no financieros.

Observando los datos históricos, es importante notar que este indicador de rendimiento promedio mantiene un nivel de volatilidad en rangos normales, como se puede observar en la figura 4.8 y la tabla 4.12, y que en años anteriores alcanzó, en algunos años, valores más altos. Con estos resultados históricos se calcula un rendimiento financiero promedio ponderado de 7.82 % en el período observado.

Cabe indicar que las fluctuaciones del rendimiento de las inversiones son normales en un portafolio conformado por activos financieros de inversiones privadas, títulos valores de renta fija y variable del mercado nacional e internacional, como es el caso del portafolio del SCPN. Bajo esta estructura, el rendimiento futuro dependerá naturalmente de los ciclos de la economía nacional y de las fluctuaciones de los mercados internacionales que afectarán su volatilidad.

<b>INVERSIONES</b>	<b>MONTO</b> (millones)	<b>RENDIMIENTO</b> (%)
TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	471.99	8.29
IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	56.28	10.61
IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDINARIOS	11.40	10.93
IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.29	10.13
IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	1.05	8.98
IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	335.74	7.88
IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	67.23	7.98
TOTAL RENTA VARIABLE (RV)	30.05	-1.94
TOTAL RENTA FIJA (RF)	430.38	6.05
ACTIVOS PRODUCTIVOS (AP VALOR EN LIBROS)	26.65	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>1,431.04</b>	<b>6.93</b>

Tabla 4.11: Portafolio de inversiones del SCPN al 2020-12-31

<b>AÑO</b>	<b>RENDIMIENTO (%)</b>
2011	8.21
2012	8.45
2013	8.89
2014	8.70
2015	8.34
2016	7.65
2017	6.74
2018	7.09
2019	7.21
2020	6.93
Promedio	7.82

Tabla 4.12: Rendimiento histórico del portafolio del SCPN

## 4.8 Tasa actuarial

La tasa actuarial corresponde a la tasa de rendimiento financiero mínima que en promedio se espera obtener de las inversiones en el horizonte de proyección.

Sustentados en los análisis anteriores, desde una óptica conservadora y considerando la incertidumbre actual del mercado nacional e internacional, para realizar los análisis actuariales preferimos usar una tasa proyectada del rendimiento de las inversiones más baja que el promedio global observado de años anteriores, por lo cual establecemos una tasa actuarial del 6.00 % para el presente estudio.

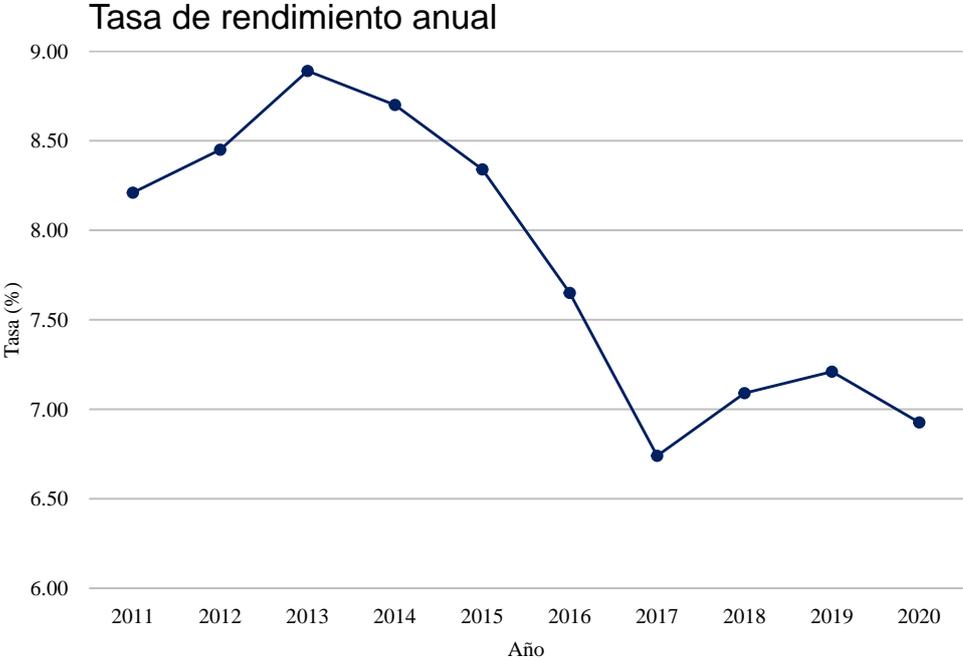


Figura 4.8: Rendimiento del portafolio de inversiones del SCPN

## **5 Análisis demográfico, de salarios y prestaciones**

---

A continuación presentamos un análisis tabular y gráfico de la estructura demográfica de la población de asegurados, así como un estudio de las principales variables relacionadas, como son: salarios, aportes y beneficios.

### **5.1 Estructura jerárquica**

La población de asegurados del SCPN tiene una estructura jerárquica definida en base a grados, como se expuso en la tabla 2.4 de la sección 2.7.

Es importante recordar que en cada uno de los grados, el personal policial debe permanecer un tiempo de servicio mínimo, para tener la posibilidad de ser ascendido a un grado superior.

### **5.2 Estructura demográfica de la población cotizante**

La población de cotizantes está constituida por el personal policial en servicio activo, quienes se encuentran afiliados y aportando al SCPN a la fecha de valuación de este estudio, esto es, al 2020-12-31.

Seguidamente, presentamos un análisis tabular y gráfico de las principales variables respecto a esta población.

#### **5.2.1 Número de cotizantes**

En la tabla 5.1 observamos el porcentaje de cotizantes que son oficiales y el porcentaje de cotizantes que pertenecen a clase. Mientras que las tablas 5.2 y 5.3 presentan el número de cotizantes por denominación (grado) y sexo respectivamente.

<b>Jerarquía</b>	<b>Número cotizantes</b>	<b>Porcentaje</b>
OFICIAL	3,410	8.29 %
CLASE-POLICIA	37,714	91.71 %
Total	41,124	

Tabla 5.1: Porcentaje de activos por escalafón

<b>Grado</b>	<b>Denominación</b>	<b>Número cotizantes</b>
2	GENERAL INSPECTOR	3
3	GENERAL DE DISTRITO	19
4	CORONEL	145
5	TENIENTE CORONEL	315
6	MAYOR	705
7	CAPITAN	1,006
8	TENIENTE	1,093
9	SUBTENIENTE	124
12	SUBOFICIAL MAYOR	17
13	SUBOFICIAL PRIMERO	91
14	SUBOFICIAL SEGUNDO	602
15	SARGENTO PRIMERO	2,875
16	SARGENTO SEGUNDO	13,049
17	CABO PRIMERO	7,302
18	CABO SEGUNDO	9,884
19	POLICIA	3,894
Total		41,124

Tabla 5.2: Cotizantes al Seguro de Cesantía por grado

<b>Sexo</b>	<b>Número cotizantes</b>
Hombre	35,894
Mujer	5,230
Total	41,124

Tabla 5.3: Cotizantes al Seguro de Cesantía por sexo

## 5.2.2 Estructura por edades y sexo

Hemos construido una pirámide demográfica de la población activa clasificada por edad y sexo, la cual se presenta en la figura 5.1 y en la tabla 5.5. Resulta importante resaltar que la población asegurada es predominantemente de sexo masculino.

En el histograma 5.2 se aprecia en cambio la estructura de edades de los activos sin considerar el sexo.

Nota: algunas cifras resultan relativamente demasiado pequeñas en ciertas categorías, por lo cual no se aprecian en el gráfico 5.1, pero si aparecen en la correspondiente tabla 5.5.

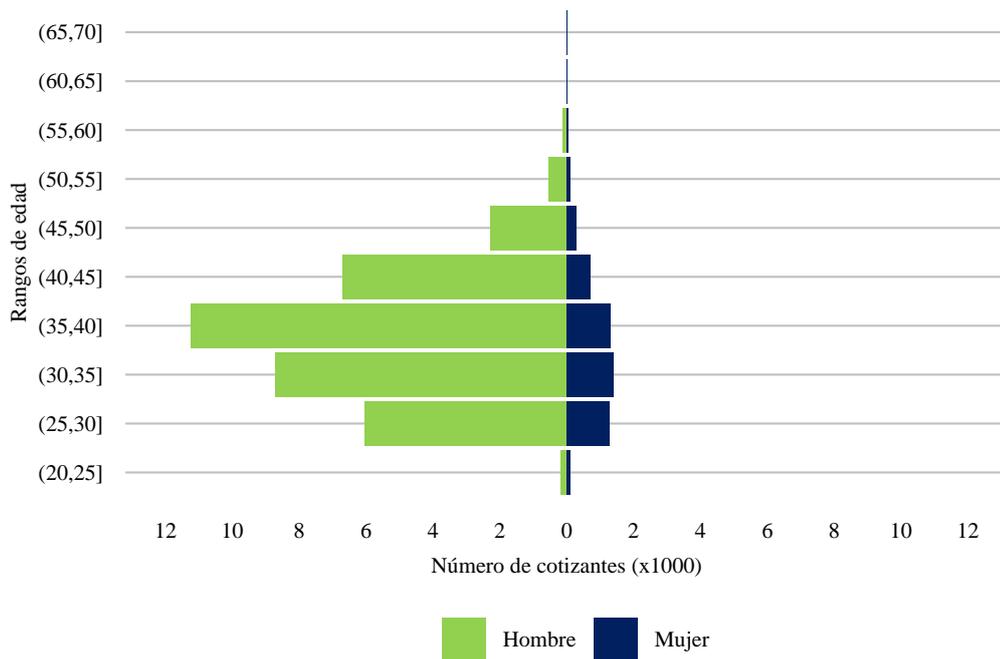


Figura 5.1: Pirámide de cotizantes al Seguro de Cesantía por edad

<b>Grupo edad</b>	<b>Número Mujeres</b>	<b>Número Hombres</b>	<b>Total cotizantes</b>
(20,25]	114	189	303
(25,30]	1,269	6,041	7,310
(30,35]	1,410	8,719	10,129
(35,40]	1,296	11,244	12,540
(40,45]	709	6,710	7,419
(45,50]	273	2,302	2,575
(50,55]	100	549	649
(55,60]	48	126	174
(60,65]	10	12	22
(65,70]	1	2	3
<b>Total</b>	<b>5,230</b>	<b>35,894</b>	<b>41,124</b>

Tabla 5.4: Cotizantes al Seguro de Cesantía por edad y sexo

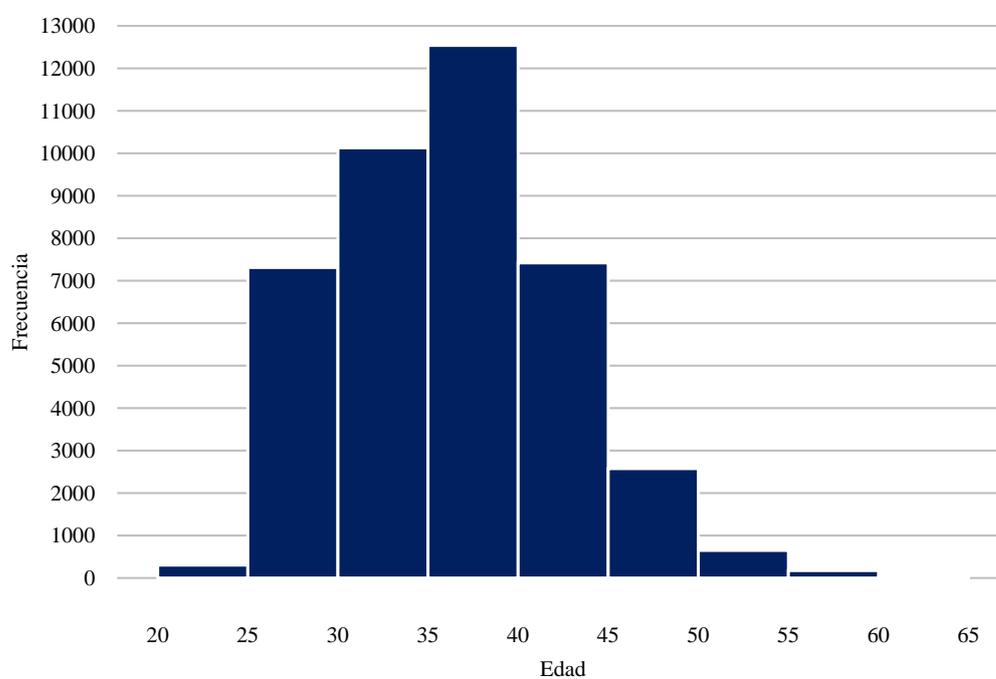


Figura 5.2: Histograma de cotizantes por edad

### 5.2.3 Estructura por grados y sexo

Hemos construido una pirámide demográfica de la población activa clasificada por grados y sexo, la cual se presenta en la figura 5.3 y en la tabla 5.5.

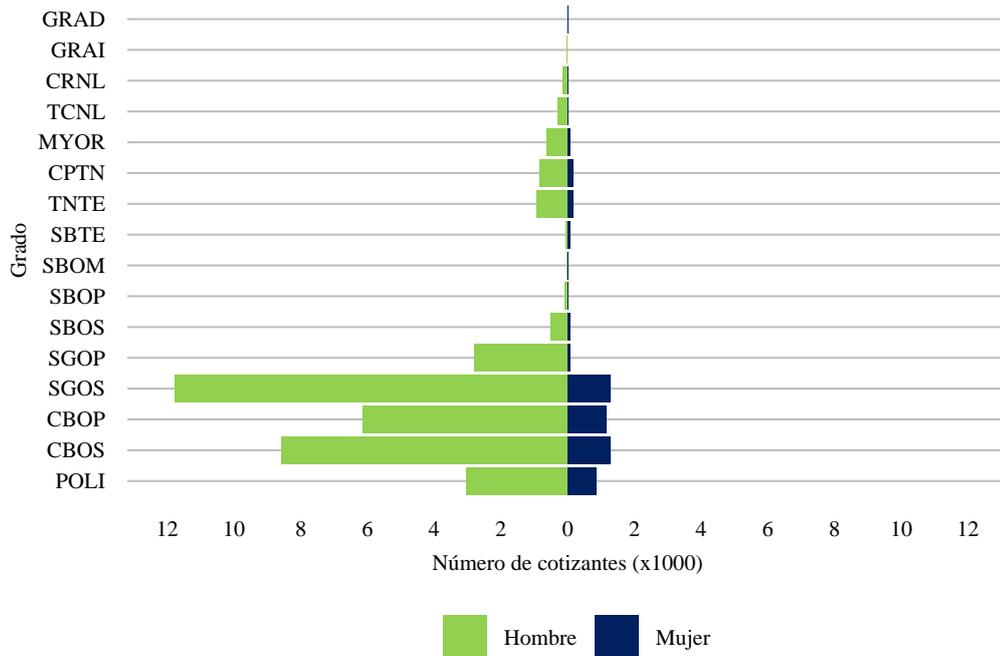


Figura 5.3: Pirámide de cotizantes al Seguro de Cesantía por grado y sexo

Nota: algunas cifras resultan relativamente demasiado pequeñas en ciertas categorías, por lo cual no se aprecian en el gráfico 5.3, pero si aparecen en la tabla 5.5 correspondiente.

### 5.2.4 Estructura por tiempo de servicio

En el histograma 5.4 se aprecia el número de cotizantes en cada rango de tiempo de servicio (TS).

En relación a los grados, la tabla 5.6 ilustra la estructura de la variable tiempo de servicio en cada grado. Como corresponde, el tiempo de servicio va en aumento cuando sube el grado.

La tabla 5.7 presenta las estadísticas del tiempo de permanencia en un grado, calculado en base a la información de ascensos.

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total cotizantes
2	GRAI	1	2	3
3	GRAD	0	19	19
4	CRNL	1	144	145
5	TCNL	13	302	315
6	MYOR	80	625	705
7	CPTN	151	855	1,006
8	TNTE	170	923	1,093
9	SBTE	63	61	124
12	SBOM	0	17	17
13	SBOP	10	81	91
14	SBOS	76	526	602
15	SGOP	82	2,793	2,875
16	SGOS	1,269	11,780	13,049
17	CBOP	1,167	6,135	7,302
18	CBOS	1,295	8,589	9,884
19	POLI	852	3,042	3,894
Total		5,230	35,894	41,124

Tabla 5.5: Cotizantes al Seguro de Cesantía por grado y sexo

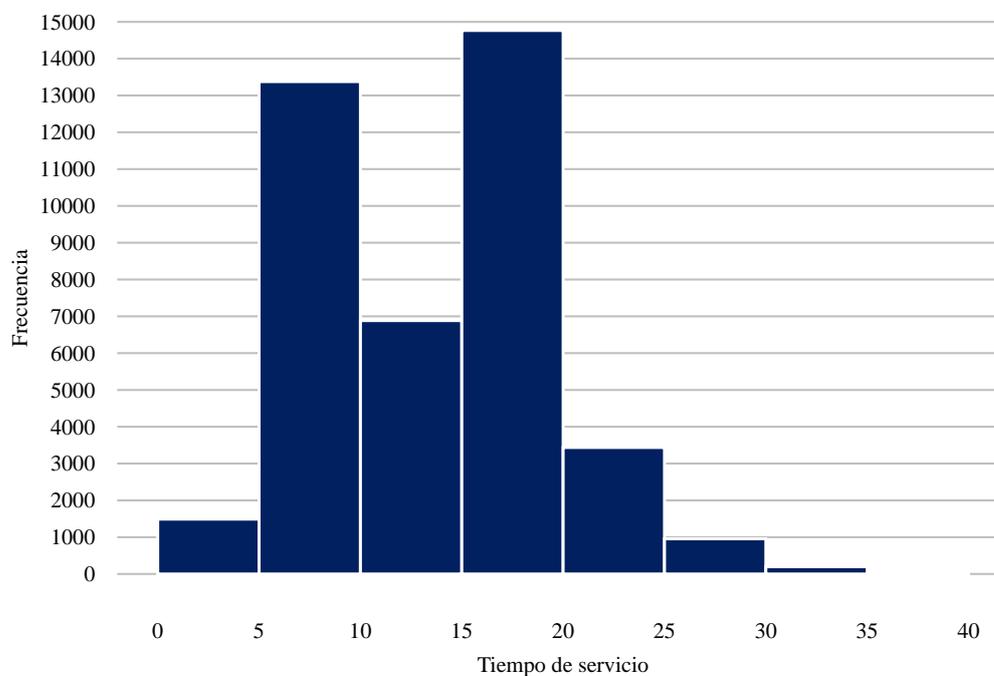


Figura 5.4: Histograma de cotizantes por TS (años)

<b>Grado</b>	<b>Mín.</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Max.</b>
GRAI	36.25	36.25	36.25	36.25	0.00	36.25	36.25
GRAD	28.92	32.29	33.21	33.37	1.54	34.25	35.25
CRNL	24.64	28.25	29.25	29.65	1.39	30.25	37.33
TCNL	3.45	24.29	26.21	25.64	2.24	27.25	34.25
MYOR	18.44	19.27	20.83	21.03	1.83	22.29	28.25
CPTN	10.83	11.83	12.83	13.53	2.41	14.83	38.67
TNTE	3.40	5.83	6.84	7.43	2.48	7.83	28.25
SBTE	5.06	5.06	5.06	6.27	3.23	5.83	22.96
SBOM	34.58	34.75	35.08	35.10	0.41	35.55	35.75
SBOP	30.46	30.84	31.84	32.21	1.39	33.50	35.75
SBOS	25.21	26.24	27.38	27.47	1.31	28.25	30.16
SGOP	10.39	20.83	21.56	22.03	1.36	23.04	27.08
SGOS	8.59	17.16	17.16	17.39	1.15	18.19	29.50
CBOP	2.46	12.93	14.04	13.84	1.46	14.55	22.55
CBOS	6.21	6.98	8.03	7.95	1.20	8.95	21.27
POLI	4.68	4.68	5.14	5.05	0.70	5.14	17.16

Tabla 5.6: Tiempo de servicio total de cotizantes por grado (en años)

<b>Grado</b>	<b>Mín.</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Max.</b>
GRAS	1.55	3.22	4.88	4.61	2.94	6.14	7.41
GRAI	1.59	2.56	5.02	5.02	2.77	7.32	9.41
GRAD	0.22	2.00	2.00	2.66	1.81	2.77	8.89
CRNL	0.43	3.37	5.00	4.82	2.45	6.25	9.55
TCNL	0.83	2.83	4.42	4.22	2.15	5.00	9.64
MAYR	0.83	1.83	4.83	3.80	1.98	5.00	9.64
CPTN	0.62	2.83	4.83	3.83	1.75	5.00	9.83
TNTE	0.00	1.83	4.83	3.53	1.84	5.00	9.83
SBTE	0.81	2.83	3.83	3.64	1.56	5.00	9.83
SBOM	0.00	3.34	6.33	5.80	3.06	8.63	9.92
SBOP	0.16	4.67	6.17	6.26	2.36	8.59	9.75
SBOS	0.13	2.91	5.00	5.38	2.99	8.50	10.00
SGOP	0.16	2.04	3.92	4.25	2.60	6.33	10.00
SGOS	0.16	2.16	3.00	3.01	1.74	5.00	9.92
CBOP	0.12	4.55	5.00	4.65	1.17	5.00	9.97
CBOS	0.01	1.98	3.95	3.38	1.87	5.00	9.97
POLI	0.03	3.20	5.00	4.09	1.55	5.00	9.87

Tabla 5.7: Tiempo de permanencia en cada grado (en años)

### 5.2.5 Masa salarial de los cotizantes al SCPN

La tabla 5.8 presenta la masa salarial anual de los cotizantes al Seguro de Cesantía por grado.

Grado	Denominación	Masa salarial
2	GENERAL INSPECTOR	192,240
3	GENERAL DE DISTRITO	1,092,036
4	CORONEL	7,165,380
5	TENIENTE CORONEL	12,354,120
6	MAYOR	22,943,496
7	CAPITAN	29,793,108
8	TENIENTE	23,158,332
9	SUBTENIENTE	2,352,324
12	SUBOFICIAL MAYOR	539,580
13	SUBOFICIAL PRIMERO	2,676,228
14	SUBOFICIAL SEGUNDO	12,957,324
15	SARGENTO PRIMERO	51,899,808
16	SARGENTO SEGUNDO	203,246,232
17	CABO PRIMERO	104,660,664
18	CABO SEGUNDO	126,753,828
19	POLICIA	46,883,592
Total		648,668,292

Tabla 5.8: Masa salarial anual de cotizantes al Seguro de Cesantía por grado

El análisis de la variable remuneraciones por sexo a la fecha de corte se presenta en la tabla 5.9.

Sexo	Mín.	Percentil 25	Mediana	Media	Desv. estándar	Percentil 75	Max.
Hombre	1,002	1,080	1,254	1,323	423	1,327	5,634
Mujer	1,002	1,038	1,212	1,257	360	1,301	5,340

Tabla 5.9: Estadísticas de remuneración cotizantes al Seguro de Cesantía por sexo

El análisis de la variable remuneraciones por grado a la fecha de corte se presenta en la tabla 5.10.

<b>Sexo</b>	<b>Mín.</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Max.</b>
GRAI	5,340	5,340	5,340	5,340	0	5,340	5,340
GRAD	4,713	4,765	4,817	4,790	47	4,817	4,817
CRNL	3,928	3,928	4,164	4,118	217	4,164	5,634
TCNL	3,142	3,142	3,272	3,268	107	3,404	3,404
MYOR	2,618	2,618	2,721	2,712	80	2,772	3,404
CPTN	1,798	2,432	2,481	2,468	57	2,520	2,526
TNTE	1,735	1,735	1,762	1,766	36	1,798	2,520
SBTE	1,579	1,579	1,579	1,581	21	1,579	1,810
SBOM	2,618	2,618	2,669	2,645	26	2,669	2,669
SBOP	2,390	2,390	2,432	2,451	59	2,520	2,520
SBOS	1,735	1,762	1,798	1,794	103	1,804	3,258
SGOP	1,462	1,462	1,488	1,504	38	1,548	1,579
SGOS	1,254	1,301	1,301	1,298	31	1,327	2,295
CBOP	1,102	1,165	1,212	1,194	34	1,212	2,097
CBOS	1,020	1,038	1,080	1,069	37	1,080	1,944
POLI	1,002	1,002	1,002	1,003	11	1,002	1,102

Tabla 5.10: Estadísticas de remuneración cotizantes al Seguro de Cesantía por grado

## 5.3 Estructura demográfica de la población de cesantes

### 5.3.1 Estructura por edades y sexo

Hemos construido una pirámide demográfica de la población de cesantes clasificada por edad y sexo, la cual se presenta en la figura 5.5 y en la tabla 5.11.

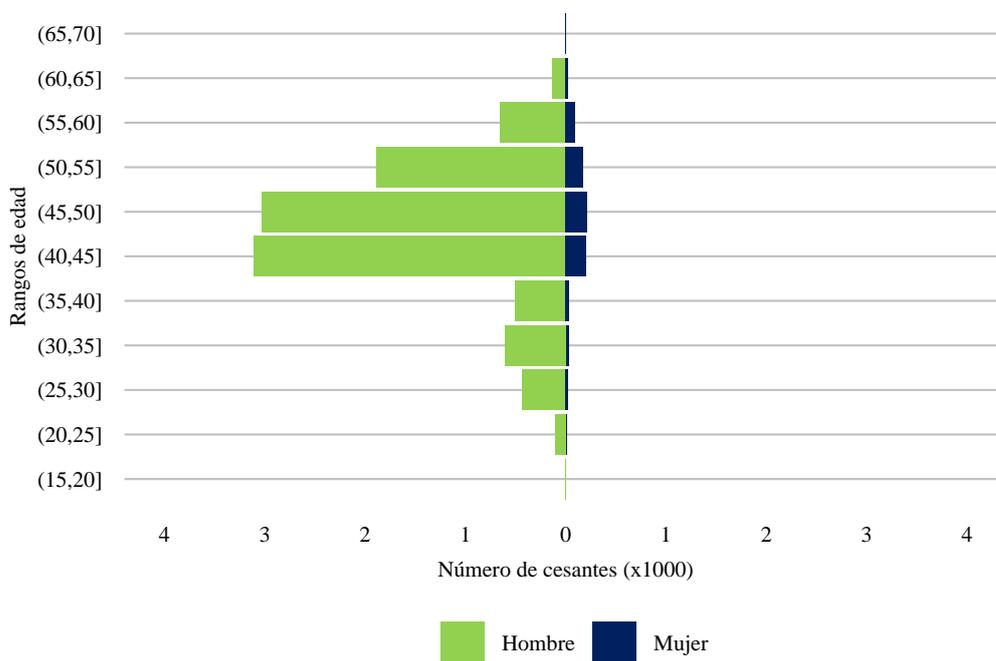


Figura 5.5: Pirámide de cesantes por edad y sexo

Nota: algunas cifras resultan relativamente demasiado pequeñas en ciertas categorías, por lo cual no se aprecian en el gráfico 5.5, pero si aparecen en la tabla 5.11 correspondiente.

En el histograma 5.6 se aprecia en cambio la estructura de edades de los cesantes sin considerar el sexo.

### 5.3.2 Estructura por grados y sexo

Hemos construido una pirámide demográfica de la población de cesantes clasificada por grados y sexo, la cual se presenta en la figura 5.7 y en la tabla 5.12.

<b>Grupo edad</b>	<b>Número Mujeres</b>	<b>Número Hombres</b>	<b>Total</b>
(15,20]	0	1	1
(20,25]	10	108	118
(25,30]	24	440	464
(30,35]	28	610	638
(35,40]	31	508	539
(40,45]	201	3,110	3,311
(45,50]	213	3,035	3,248
(50,55]	171	1,892	2,063
(55,60]	96	654	750
(60,65]	21	133	154
(65,70]	2	1	3
<b>Total</b>	<b>797</b>	<b>10,492</b>	<b>11,289</b>

Tabla 5.11: Cesantes por edad y sexo

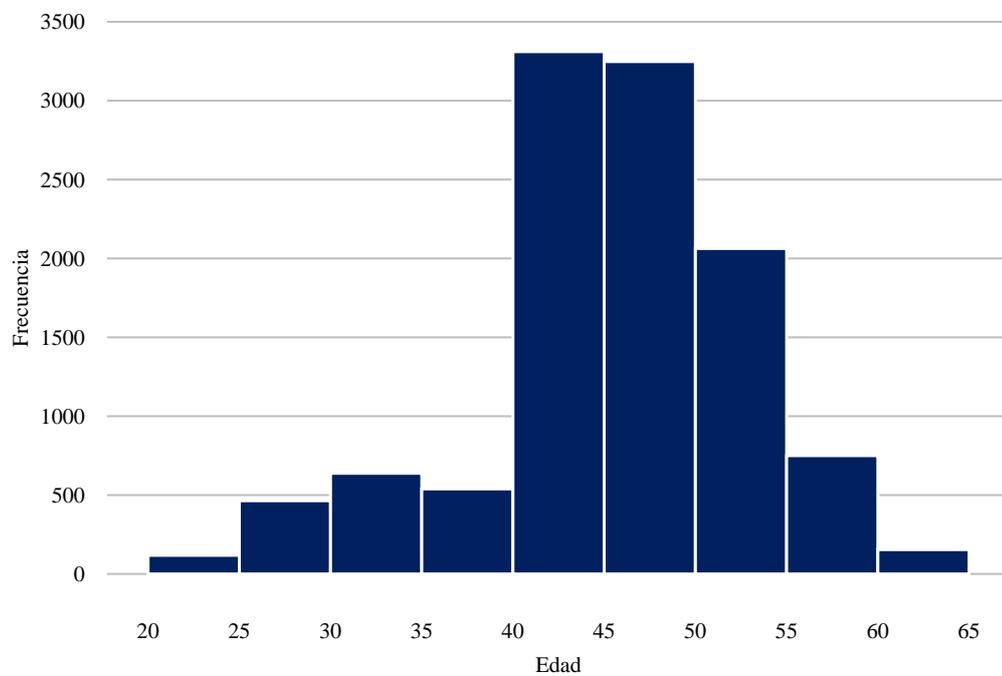


Figura 5.6: Histograma de cesantes por edad

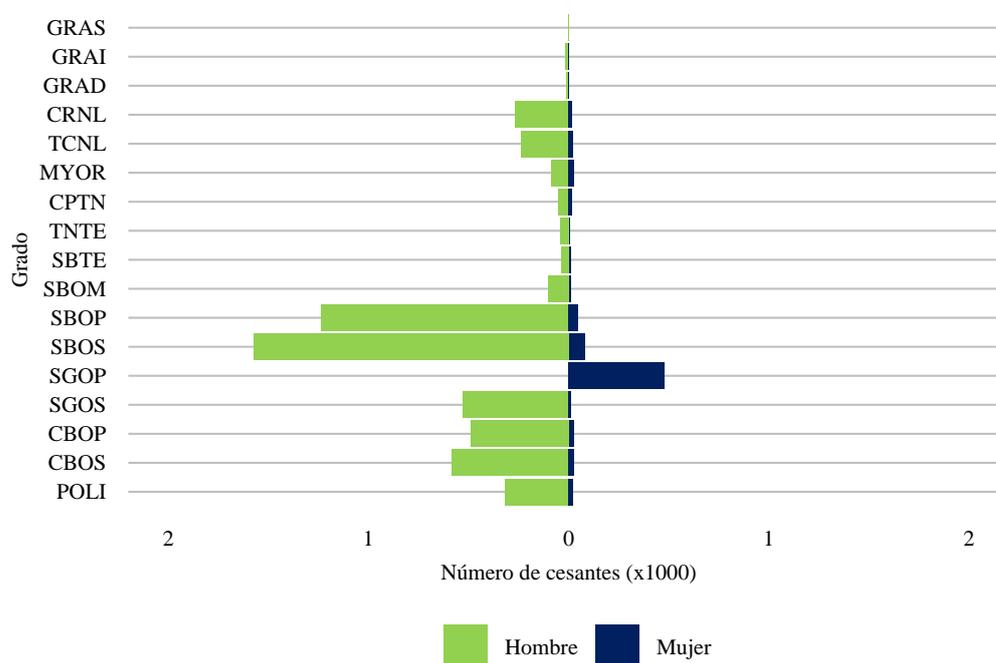


Figura 5.7: Pirámide de cesantes por grado

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	3	3
2	GRAI	1	19	20
3	GRAD	1	14	15
4	CRNL	16	269	285
5	TCNL	21	239	260
6	MYOR	26	86	112
7	CPTN	17	55	72
8	TNTE	5	45	50
9	SBTE	10	39	49
12	SBOM	10	103	113
13	SBOP	46	1,236	1,282
14	SBOS	80	1,573	1,653
15	SGOP	478	4,889	5,367
16	SGOS	13	531	544
17	CBOP	24	487	511
18	CBOS	28	587	615
19	POLI	21	317	338
Total		797	10,492	11,289

Tabla 5.12: Cesantes por grado y sexo

Nota: algunas cifras resultan relativamente demasiado pequeñas en ciertas categorías, por lo cual no se aprecian en el gráfico 5.7, pero si aparecen en la tabla 5.11 correspondiente.

### 5.3.3 Estructura por tiempo de servicio

En el histograma 5.8 se aprecia el número de afiliados activos en cada rango de tiempo de servicio. En relación a los grados, la tabla 5.13 ilustra la estructura de la variable tiempo de servicio en cada grado.

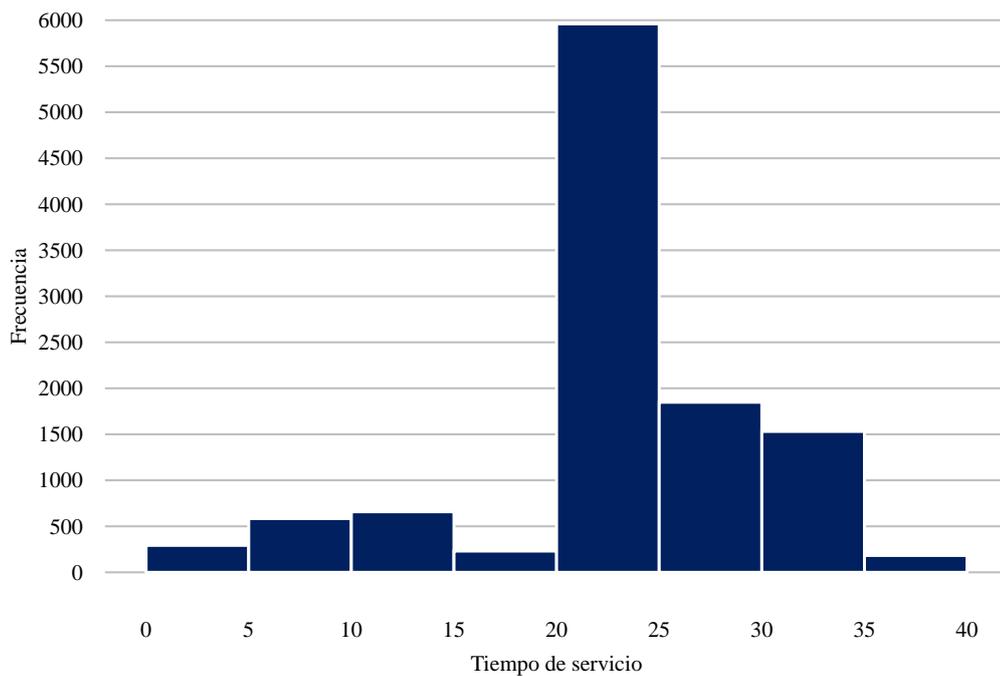


Figura 5.8: Histograma de cesantes por TS (años)

<b>Grado</b>	<b>Mín.</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Max.</b>
GRAI	36.25	36.25	36.25	36.25	0.00	36.25	36.25
GRAD	28.92	32.29	33.21	33.37	1.54	34.25	35.25
CRNL	24.64	28.25	29.25	29.65	1.39	30.25	37.33
TCNL	3.45	24.29	26.21	25.64	2.24	27.25	34.25
MYOR	18.44	19.27	20.83	21.03	1.83	22.29	28.25
CPTN	10.83	11.83	12.83	13.53	2.41	14.83	38.67
TNTE	3.40	5.83	6.84	7.43	2.48	7.83	28.25
SBTE	5.06	5.06	5.06	6.27	3.23	5.83	22.96
SBOM	34.58	34.75	35.08	35.10	0.41	35.55	35.75
SBOP	30.46	30.84	31.84	32.21	1.39	33.50	35.75
SBOS	25.21	26.24	27.38	27.47	1.31	28.25	30.16
SGOP	10.39	20.83	21.56	22.03	1.36	23.04	27.08
SGOS	8.59	17.16	17.16	17.39	1.15	18.19	29.50
CBOP	2.46	12.93	14.04	13.84	1.46	14.55	22.55
CBOS	6.21	6.98	8.03	7.95	1.20	8.95	21.27
POLI	4.68	4.68	5.14	5.05	0.70	5.14	17.16

Tabla 5.13: TS (años) de cesantes por grado

### 5.3.4 Beneficios de la población de cesantes

El promedio general de los beneficios del SCPN es igual a USD 56,710.20. La tabla 5.14 presenta las estadísticas por grado de los beneficios del SCPN. Mientras que la tabla 5.15 presenta el promedio para oficiales y tropa de los beneficios.

<b>Grado</b>	<b>Mín.</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Max.</b>
GRAS	175,986	184,081	192,176	190,597	13,889	197,903	203,630
GRAI	162,700	175,688	184,472	183,701	11,615	191,998	196,561
GRAD	162,424	178,881	182,120	179,443	7,004	183,296	187,998
CRNL	82,052	133,843	147,148	146,825	19,255	163,619	183,480
TCNL	65,591	99,968	107,102	108,296	16,314	119,909	152,189
MYOR	13,231	79,646	90,392	90,772	18,438	105,165	140,575
CPTN	10,463	19,121	69,217	57,461	30,936	78,985	115,098
TNTE	7,227	11,057	13,488	18,870	17,142	15,498	71,959
SBTE	1,123	3,739	6,817	9,121	13,383	8,059	65,682
SBOM	77,824	86,865	98,522	97,751	9,916	107,894	109,280
SBOP	46,902	75,557	85,151	83,488	9,739	90,094	110,294
SBOS	26,965	59,410	66,551	66,252	8,145	72,092	92,603
SGOP	26,965	50,704	52,974	53,398	5,144	56,338	75,771
SGOS	4,585	26,376	49,455	40,417	15,663	50,533	61,110
CBOP	3,831	8,462	9,942	11,082	5,923	11,926	56,164
CBOS	3,028	5,805	7,127	7,175	2,876	8,055	48,435
POLI	451	2,879	4,011	3,926	1,543	5,012	9,325

Tabla 5.14: Beneficios de cesantes por grado

<b>Grado</b>	<b>Mín.</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Max.</b>
CLASE-POLICIA	451	49,724	53,586	52,535	22,630	63,048	110,294
OFICIAL	1,123	82,348	111,200	106,967	48,567	141,049	203,630

Tabla 5.15: Beneficios de cesantes por jerarquía

## 5.4 Evolución de los beneficios

Conforme quedó establecido en la sección 2.5, el beneficio de cesantía está constituido por la cuantía básica y la bonificación y es un monto en dinero en efectivo que resulta de la relación:

$$CES = CB \cdot BON \quad (5.1)$$

en donde  $CB$  es la cuantía básica y  $BON$  es un factor que corresponde a la bonificación.

Considerando que la bonificación se ha mantenido sin variaciones en los últimos años, la evolución del monto de los beneficios ha dependido únicamente de la variación de la

cuantía básica, la cual se observa en la tabla 5.16, para Oficiales, Clases y Policías en los últimos 10 años. Se constata que en todo el período el incremento promedio general alcanzó el 2.85 % para Oficiales y 3.08 % para Clases y Policías; observando que en los años 2017, 2018 y 2019 no hubo incrementos y en el año 2020 el incremento fue de solo 1.00 %.

Año	Oficiales		Clases y Policías	
	Cuantía básica (USD)	Variación (%)	Cuantía básica (USD)	Variación (%)
2010	47,391.33		26,307.64	
2011	48,576.11	2.50	26,965.33	2.50
2012	51,004.92	5.00	28,313.60	5.00
2013	54,065.22	6.00	30,012.42	6.00
2014	56,748.47	4.96	32,113.28	4.96
2015	59,606.89	5.04	33,815.28	5.04
2016	61,991.17	4.00	35,167.89	4.00
2017	61,991.17	0.00	35,167.89	0.00
2018	61,991.17	0.00	35,167.89	0.00
2019	61,991.17	0.00	35,167.89	0.00
2020	62,611.08	1.00	35,519.57	1.00

Tabla 5.16: Incremento anual de la cuantía básica

Para los casos de beneficios otorgados mediante devolución de aportes, debemos considerar que la evolución del monto pagado en esos casos dependió de las variaciones de la tasa pasiva referencial del BCE.

## 5.5 Análisis de bajas

En la tabla 5.17 observamos el número de bajas por causa, en el período de observación. Para la elaboración de la tabla se utilizó además de la base de cesantes, las bases de cesantes pendientes y devoluciones pendientes, ver tabla 5.18.

Causa de baja	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
AUSENCIA ILEGAL	39	47	43	46	55	78	46	31	-	-	385
CUOTA DE ELIMINACION	69	37	155	177	19	21	25	7	-	-	510
DESTITUCION	-	-	-	-	-	-	-	44	131	110	285
FALLECIMIENTO	52	55	52	55	45	36	44	57	47	40	483
FALLECIMIENTO ACTOS DEL SERVICIO	30	19	26	28	22	27	22	14	13	53	254
INVALIDEZ	-	1	1	-	5	4	1	2	1	2	17
LIMITE DE EDAD	2	1	3	3	4	1	1	-	-	-	15
MALA CONDUCTA	43	72	136	76	67	59	52	32	39	14	590
NORMAL	634	615	802	1,186	1,254	1,353	1,088	905	679	923	9,439
POR ACUERDO MINISTERIAL	-	-	187	339	208	110	53	-	-	-	897
SENTENCIA CONDENATORIA	22	18	18	8	12	29	15	18	20	10	170
TIEMPO MAXIMO SERVICIO	7	9	17	9	9	16	8	13	7	-	95
TRIBUNAL DE DISCIPLINA	44	38	70	59	37	37	10	6	-	-	301
Total	942	912	1,510	1,986	1,737	1,771	1,365	1,129	937	1,152	13,441

Tabla 5.17: Número de cesantes por causa de baja

Año	Cesante	Cesante pendiente	Devolución pendiente	Total
2011	812	1	129	942
2012	774	3	135	912
2013	1,144	6	360	1,510
2014	1,612	7	367	1,986
2015	1,435	6	296	1,737
2016	1,540	11	220	1,771
2017	1,229	5	131	1,365
2018	1,018	7	104	1,129
2019	780	3	154	937
2020	945	51	156	1,152
Total	11,289	100	2,052	13,441

Tabla 5.18: Número de cesantes por año de baja

## 5.6 Cesantes futuros

En este estudio, resulta importante conocer el riesgo máximo anual de salida de personal, que ocasionaría egresos por pago de beneficios al SCPN. Un indicador de este riesgo es el número de asegurados que cumplen los requisitos legales para acceder a los beneficios en situaciones normales, esto es aquellos asegurados que cumplen 240 o más aportaciones mensuales.

Sobre la base de la información del personal activo asegurado por el SCPN, hemos determinado las cifras que se presentan en la tabla 5.19 que nos indican el número de activos que alcanzarían el derecho a la cesantía por cumplir el mínimo requerido de 20 años de aportaciones para acceder al beneficio, a quienes los hemos denominado “cesantes potenciales”.

Es importante notar que, de acuerdo a los datos de la tabla 5.19, para el año 2037, toda la población asegurada actual tendría el derecho de acceder al beneficio de cesantía. Por lo tanto, considerando que el grupo demográfico es cerrado, podemos concluir que en 17 años aproximadamente el grupo asegurado podría potencialmente llegar a extinguirse. La extensión del período de extinción por unos años más, dependerá de las políticas de cupos que año tras año permitirán el acceso a la cesantía.

---

Año	Cesantes potenciales
2021	4,890
2022	6,478
2023	3,386
2024	670
2025	3,930
2026	4,107
2027	194
2028	1,409
2029	187
2030	1,003
2031	3,122
2032	2,256
2033	3,474
2034	1,717
2035	2,797
2036	1,501
2037	3

Tabla 5.19: Número de cesantes potenciales futuros



## 6 Modelo demográfico

---

En este capítulo presentamos el modelo demográfico de base con el cual se genera la proyección de la población amparada por el SCPN.

El modelo demográfico se sustenta en un *modelo markoviano continuo con estados finitos*. Este es un método versátil utilizado en la comunidad actuarial con diversos fines y se adapta perfectamente para sustentar técnicamente la valuación actuarial del SCPN.

Los fundamentos de este modelo se encuentran en la «*teoría de Procesos Estocásticos de Markov*», que se basa en un estudio de cambios de estado de los asegurados, diferenciados por distintas variables tales como: edades, sexo, grado, entre otras.

El desarrollo de esta teoría ha sido ampliamente difundido en numerosas publicaciones y libros especializados, por ejemplo: Norberg [17], Hoem [11], Dickson y col. [10], Denuit y Robert [9] y Li y Ng [14].

En el modelo markoviano, cada persona considerada puede recorrer diferentes “estados de transición” en el horizonte de análisis, conforme una medida de probabilidad de pasar de un estado a otro. Por ejemplo, el paso de un afiliado desde el estado “activo” al estado “fallecido” se mide a través de las tasas de mortalidad. En este contexto, conforme la literatura citada, estas probabilidades se denominarán “probabilidades de transición” y están determinadas por sus respectivas “fuerzas de transición”, también denominadas “tasas de transición inmediatas”.

Finalmente, construimos el modelo demográfico, basado en una modificación del conocido modelo de crecimiento de población de Leslie, siguiendo los lineamientos expuestos en Leslie [13], Schoen [21], Keyfitz y Caswell [12] y Thullen [24]. Este modelo constituye la herramienta para desarrollar las proyecciones demográficas de los grupos de población relacionados con el SCPN.

## 6.1 Definición del modelo markoviano

Para el análisis de la evolución dinámica de la demografía de la población asegurada del SCPN, utilizaremos el modelo markoviano mencionado, considerando los posibles *estados de transición* que pueden ocupar los asegurados, definidos de la siguiente manera:

- Estado **ACTIVO** (1): cuando el asegurado se encuentra como miembro policial en servicio activo;
- Estado **ASCENSO** (2): cuando el asegurado activo asciende de grado permaneciendo activo.
- Estado **CESANTE** (3): cuando el asegurado activo es dado de baja;
- Estado **FALLECIDO EN ACTOS DE SERVICIO** (4): cuando el asegurado activo fallece en actos de servicio.
- Estado **FALLECIDO FUERA DE SERVICIO** (5): cuando el asegurado activo o cesante fallece fuera de servicio.

En la figura 6.1 se presenta el esquema de transiciones entre los estados considerados, resaltando que cada cambio de estado tiene asociada una probabilidad de transición  ${}_tP_{x,g}^{i,j}$ .

Hacemos notar que la transición desde el estado **CESANTE** (3) al estado **FALLECIDO FUERA DE SERVICIO** (5) se incluye en el diagrama con carácter informativo, pero en la práctica, esta transición carece de importancia para nuestro modelo.

Finalmente, no se incluye el estado de derechohabiente ya que no es una transición propia del individuo, sino este es activado cuando el titular muere y pasa al estado fallecido. Adicionalmente hay que notar que la transición desde el estado 2 ascenso al estado activo es inmediata.

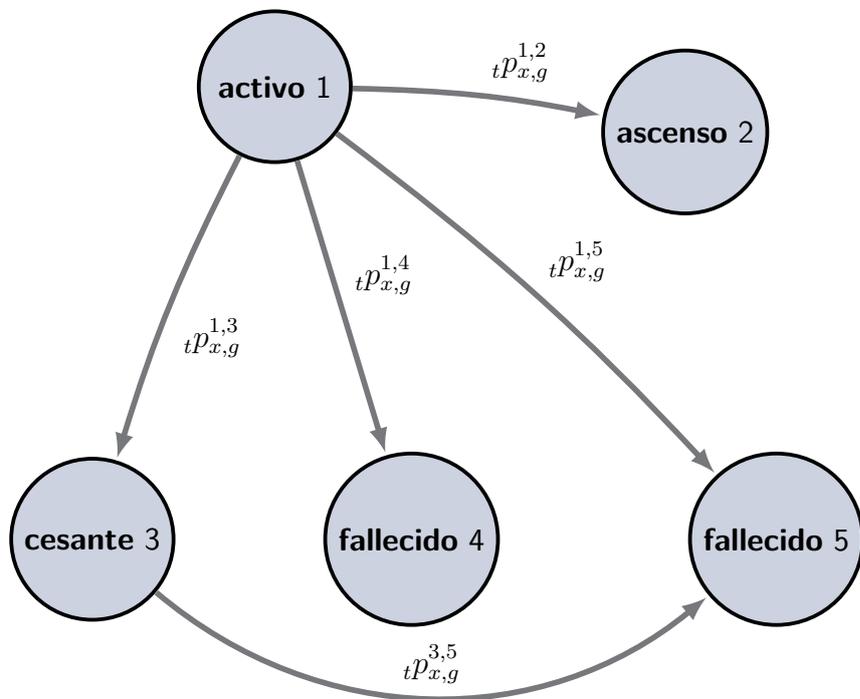


Figura 6.1: Diagrama de estados

## 6.2 Formalización y notación

En lo que sigue utilizamos la siguiente notación actuarial internacional ampliamente aceptada<sup>1</sup>:

$\mathbb{E}$	Esperanza matemática de una variable aleatoria.
$\mathbb{V}$	Varianza matemática de una variable aleatoria.
$PPois(\lambda)$	Distribución de un proceso de poisson simple con parámetro lambda.
$LN(\mu, \sigma)$	Distribución log-normal con parámetros $\mu$ y $\sigma$ .
$P$	Medida de probabilidad.
$G$	Conjunto de todos los grados policiales.
$x$	Edad del asegurado.
$\omega$	Edad máxima de proyección, en este estudio fijada a 110 años.
$g$	Grado del asegurado.
$t$	Variable que representa el tiempo.
$T$	Horizonte de proyección (en este estudio 40 años).
$i, j, k$	Índices que sirven como contadores.
$\mathbb{1}_A(t)$	Función indicatriz toma el valor 1 cuando $t \in A$ y 0 cuando $t \notin A$ .
$X_t^{x,g}$	Estado en instante $t$ , para un asegurado con edad $x$ y grado $g$ .
$l_{t,x}$	Población asegurada con edad $x$ en el tiempo $t$ .
$l_{t,x}^\beta$	Población asegurada con edad $x$ al tiempo $t$ en el grupo $\beta$ .
$\mu_{x,g}^{i,j}(t)$	Tasa instantánea de transición del estado $i$ al estado $j$ , en el instante de tiempo $t$ , para una persona de edad $x$ y grado $g$ .
${}_tP_{x,g}^{i,j}$	Probabilidad de transición del estado $i$ al estado $j$ , dentro de un lapso de tiempo $t$ , para una persona de edad $x$ y grado $g$ .
$i_a$	Tasa actuarial de actualización o descuento.
$v$	Factor actuarial de actualización o descuento, considerando la ley de interés compuesto: $v = \frac{1}{1+i_a}$
$i_h$	Tasa de crecimiento de la remuneración unificada.
$RU_{x,g}$	remuneración unificada de un individuo con edad $x$ y grado $g$ .
$\pi$	Porcentaje de aportes.

<sup>1</sup>Para mayor detalle se puede referir a Bowers y col. [4].

$A_{x,g,t}$	Aporte de un asegurado de edad $x$ , grado $g$ , en el tiempo $t$ .
$B_{x,t}$	Beneficios de un asegurado con edad $x$ , en el tiempo $t$ .
$G_t$	Gasto administrativo en el tiempo $t$ .

Conforme al esquema descrito en el diagrama 6.1, la dinámica de cambios de estado cada asegurado se modela formalmente mediante un proceso estocástico  $\mathcal{X} = \{X_t, t \geq 0\}$  en el cual  $X_t$  indica el estado en que se encuentra el asegurado en el instante  $t$ .

Respecto al proceso  $\mathcal{X}$ , suponemos que su origen es el instante  $t = 0$  y que evoluciona en el conjunto de estados  $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ . Dada la naturaleza del SCPN, suponemos además que en el origen  $t = 0$ , que coincide con la fecha de corte, todos los asegurados se encuentran con vida en el estado **ACTIVO** (1).

### 6.3 Tasas instantáneas de transición

El proceso estocástico  $\mathcal{X}$ , y por tanto el modelo general, queda completamente determinado por las denominadas «tasas instantáneas de transición» entre los diferentes estados considerados. Estas tasas permiten medir la intensidad instantánea del riesgo de que un asegurado de edad  $x$  cambie de un estado a otro en base de sus características de edad, grado y tiempo de servicio.

Técnicamente, la tasa instantánea de transición  $\mu_x^{ij}(t)$ , desde el estado  $i$  hasta el estado  $j$  en el instante  $t$ , relativa a una persona de edad  $x$ , se define por:

$$\mu_x^{ij}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\mathbb{P}[X_{t+\Delta t} = j \mid X_t = i]}{\Delta t} \quad (6.1)$$

Así por ejemplo, la tasa  $\mu_x^{15}(t)$  cuantifica el riesgo de que un asegurado activo de edad  $x$ , fallezca en el instante  $t$  a la edad  $x + t$ .

En general las tasas instantáneas de transición se disponen de forma ordenada en una matriz, que para nuestro caso considera 5 estados y tiene la forma siguiente para una persona de edad  $x$ :

$$M_x = \begin{pmatrix} -\mu_x^{1\bullet} & \mu_x^{12} & \cdots & \mu_x^{15} \\ \mu_x^{21} & -\mu_x^{2\bullet} & \cdots & \mu_x^{25} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_x^{51} & \mu_x^{52} & \cdots & -\mu_x^{5\bullet} \end{pmatrix} \quad (6.2)$$

en donde

$$-\mu_x^{k\bullet} = \sum_{l=1, l \neq k}^5 \mu_x^{k,l} \quad (6.3)$$

### 6.3.1 Tasas de transición constantes

A lo largo de este estudio establecemos la hipótesis de *tasas de transición constantes* para cada edad. Esta hipótesis implica que para cualquier edad entera  $x$  y  $0 \leq \tau < 1$  se tiene que:

$$\mu_x^{ij}(\tau) = \mu_x^{ij}(0) \quad (6.4)$$

Esta hipótesis implica además que el proceso de Markov considerado es localmente homogéneo.

La importancia de considerar el modelo, basado en las tasas instantáneas de transición, radica en que los valores de estas tasas pueden ser calculados a partir de la información disponible proporcionada por el SCPN, aplicando la metodología de máxima verosimilitud.

## 6.4 Probabilidades de transición

Si bien las tasas instantáneas determinan nuestro modelo, en el modelo actuarial expuesto en la sección 7, el cálculo de ingresos y egresos financieros del SCPN y la evaluación de riesgos financieros se realiza en base a las *probabilidades de transición* entre los distintos estados.

Las probabilidades de transición se calculan bajo la *hipótesis de homogeneidad local* para las fuerzas de transición, por lo cual, las fuerzas de transición se suponen constantes en períodos de un año. Se supone además que, las fuerzas de transición se mantienen estáticas, es decir que no dependen del tiempo en el horizonte de análisis.

Si consideramos un asegurado de edad entera  $x$  en el origen, y dos instantes  $s$  y  $t$  tales que  $0 \leq s < t$ , la probabilidad de que el asegurado en estado  $i$  en el instante  $s$  a la edad  $x + s$ , se encuentre en el estado  $j$  en el instante  $t$  a la edad  $x + t$ , se denomina *probabilidad de transición* desde  $i$  hasta  $j$  entre los instantes  $s$  y  $t$ . Esta probabilidad se define como:

$$p_x^{ij}(s, t) = \mathbb{P}[X_t = j \mid X_s = i], \quad 0 \leq s < t \quad (6.5)$$

en donde  $\mathbb{P}[\cdot]$  indica la probabilidad del evento considerado.

Ahora definimos la *matriz de transición* para un asegurado de edad  $x$ , disponiendo las probabilidades de transición correspondientes, en un arreglo matricial para los estados considerados, de la siguiente forma:

$$\mathbf{P}_x(s, t) = \begin{pmatrix} p_x^{11}(s, t) & p_x^{12}(s, t) & \cdots & p_x^{15}(s, t) \\ p_x^{21}(s, t) & p_x^{22}(s, t) & \cdots & p_x^{25}(s, t) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_x^{51}(s, t) & p_x^{52}(s, t) & \cdots & p_x^{55}(s, t) \end{pmatrix} \quad (6.6)$$

Bajo la hipótesis de tasas instantáneas de transición constantes para cada edad, enunciada en la sección 6.3.1, la probabilidad de transición depende solamente de la distancia en el tiempo, por lo tanto, para  $0 \leq t - s < 1$  notaremos en adelante:

$$p_x^{ij}(t - s) \equiv p_x^{ij}(s, t) \quad (6.7)$$

y también:

$$\mathbf{P}_x(t - s) \equiv \mathbf{P}_x(s, t) \quad (6.8)$$

Es importante mencionar en este punto que las matrices de transición definidas en 6.5, proporcionan los elementos para la construcción de las tablas biométricas que se presentan en la sección 6.6.

En efecto, comúnmente las tablas biométricas (de mortalidad, invalidez, etc.) exhiben los parámetros que, en este nuevo contexto de análisis, equivalen a las probabilidades de transición entre los tiempos  $s = 0$  y  $t = 1$ , para cada persona de edad  $x$  en el instante  $s = 0$ . Estas son las *probabilidades de transición anuales*, que se calculan aplicando la relación 6.5 de la siguiente manera:

$$p_x^{ij}(1) = \mathbb{P}[X_1 = j \mid X_0 = i] \quad (6.9)$$

y que corresponden a los elementos de las matrices de transición  $\mathbf{P}_x(1)$  para cada edad  $x$ .

## 6.5 Cálculo de probabilidades de transición

El modelo markoviano continuo y homogéneo, permite establecer una ecuación diferencial para la matriz de transiciones  $\mathbf{P}_x$ :

$$\frac{d}{dt}\mathbf{P}_x(t) = \mathbf{M}_x \cdot \mathbf{P}_x(t) \quad (6.10)$$

con la condición inicial  $\mathbf{P}_x(0) = \mathbf{I}$ , y en la cual  $\mathbf{M}_x$  es la matriz de tasas instantáneas de transición definida en la ecuación 6.2.

Al satisfacer  $\mathbf{P}_x$  la ecuación diferencial antes descrita, la solución viene representada mediante una exponencial matricial, es así que:

$$\mathbf{P}_x(t) = e^{t\mathbf{M}_x} = \mathbf{I} + t \cdot \mathbf{M}_x + \frac{t^2 \cdot \mathbf{M}_x^2}{2!} + \frac{t^3 \cdot \mathbf{M}_x^3}{3!} + \dots \quad (6.11)$$

Sin embargo, la convergencia de la serie anterior en la práctica es demasiado lenta, por lo cual es aconsejable aplicar una técnica de descomposición en vectores propios.

Partiendo de la descomposición:

$$\mathbf{M}_x = \mathbf{A}_x \cdot \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{A}_x^{-1} \quad (6.12)$$

siendo  $\mathbf{D}_x = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5)$ , la matriz diagonal compuesta por los valores propios de  $\mathbf{M}_x$ ; podemos utilizar el método de Cox & Miller<sup>2</sup>, con lo cual se obtiene la siguiente descomposición matricial para la matriz de probabilidades:

$$\mathbf{P}_x(t) = \mathbf{A}_x \cdot \begin{pmatrix} \exp(\lambda_1 t) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \exp(\lambda_2 t) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \exp(\lambda_5 t) \end{pmatrix} \cdot \mathbf{A}_x^{-1} \quad (6.13)$$

o de manera equivalente:

$$\mathbf{P}_x(t) = \mathbf{A}_x \cdot e^{t\mathbf{D}_x} \cdot \mathbf{A}_x^{-1} \quad (6.14)$$

donde la matriz  $\mathbf{A}_x$  es determinada a partir de la descomposición matricial de  $\mathbf{M}_x$ .

<sup>2</sup>La descripción de este método puede consultarse en Denuit y Robert [9].

Por último, podemos calcular la matriz de probabilidades anuales de la siguiente manera:

$$P_x(1) = \begin{pmatrix} p_x^{11}(1) & p_x^{12}(1) & \cdots & p_x^{16}(1) \\ p_x^{21}(1) & p_x^{22}(1) & \cdots & p_x^{26}(1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_x^{61}(1) & p_x^{62}(1) & \cdots & p_x^{66}(1) \end{pmatrix}$$

## 6.6 Construcción de tablas biométricas

Los estimadores de las fuerzas de transición de nuestro modelo markoviano, se calculan en base a la información histórica proporcionada por el SCPN; y como es común en este tipo de estudios, los resultados son sometidos a un proceso de alisamiento, para lo cual se ha empleado la metodología de *splines cúbicos*<sup>3</sup>.

Como resultado del proceso, se obtienen la *tablas biométricas*, que presentan las tasas y probabilidades de transición en forma tabular. Estas tablas constituyen una parte fundamental del modelo demográfico y sustentan a su vez el modelo actuarial.

### 6.6.1 Cálculo de estimadores brutos

Utilizando la información de la base de datos proporcionada por el SCPN, procedemos a calcular los estimadores brutos  $\hat{\mu}_x^{ij}$  de las tasas instantáneas de transición  $\mu_x^{ij}$  definidas en la sección 6.5.

Como lo demuestran Delwarde y Denuit [8], utilizando el método de máxima verosimilitud, y bajo la hipótesis de tasas instantáneas de transición constantes, enunciada en la sección 6.3.1, estos estimadores se calculan mediante la siguiente formulación:

$$\hat{\mu}_x^{ij} = \frac{N_x^{ij}}{ER_x^i} \quad (6.15)$$

en la cual:

$N_x^{ij}$ : número de transiciones de asegurados de edad  $x$ , desde el estado  $i$  al estado  $j$ , observadas en el período de análisis

<sup>3</sup>Esta metodología permite preservar ciertas propiedades de monotonía de la fuerza de transición en función de la edad, considerando ponderaciones acordes a la cantidad de datos disponibles.

$ER_x^i$ : número de expuestos al riesgo de edad  $x$  en el estado  $i$ .

Estas dos variables se calculan directamente de la información de la base de datos. El número de transiciones de asegurados se determina usando un proceso de conteo estratificado para cada edad y cada estado. Y, el número de expuestos al riesgo se calcula de acuerdo a las fechas de alta y cambios de estado. En ambos casos, la información se limita a los últimos seis años de experiencia, esto es desde 2012 a 2017.

### 6.6.2 Proceso de suavizamiento

En general, es conocido que los estimadores brutos  $\hat{\mu}_x^{ij}$  calculados mediante la ecuación 6.15, en la práctica presentan fluctuaciones importantes, por lo cual es necesario aplicar un método de interpolación para obtener curvas suavizadas y garantizar ciertas condiciones de regularidad y monotonía y evitar distorsiones en los resultados de las proyecciones.

En el presente estudio, hemos aplicado el método de *splines cúbicos*, mencionado anteriormente. Luego de aplicar dicho método, se obtienen los valores suavizados que corresponden a las tasas instantáneas de transición  $\mu_x^{ij}$  para cada edad  $x$  y estados  $i$  y  $j$ , las cuales fueron usadas en el presente estudio.

## 6.7 Tablas de decrementos múltiples

Recordando que por definición, la probabilidad de transición  $p_x^{ij}(1)$  mide la probabilidad de que un asegurado de edad  $x$  en estado  $i$  en un instante, migre al estado  $j$  en un lapso de tiempo  $t = 1$  año, la matriz de probabilidades  $P_x(1)$  contiene las probabilidades necesarias para la construcción de las tablas biométricas.

Para esto, es necesario notar que las probabilidades de transición obtenidas en la matriz  $P_x(1)$ , corresponden a las probabilidades denominadas «*dependientes*», en el sentido que expresan la dependencia recíproca de varias causas de decremento que actúan simultáneamente<sup>4</sup>.

Para convertir estas probabilidades dependientes en independientes aplicamos la relación siguiente:

$$q_x^{*,j} = 1 - e^{-\mu_x^{1,j}} \quad (6.16)$$

<sup>4</sup>Al respecto ver por ejemplo el tratamiento propuesto por Thullen [24], pág. 51

donde  $q_x^{*,j}$  denota las probabilidades independientes de pasar al estado  $j$  que conforman el insumo principal de las tablas biométricas que se presentan a continuación.

## 6.8 Tablas de ascensos

En este tipo de tablas que se detallan a continuación, constan las probabilidades que tiene un policía en servicio activo en un grado determinado, de ascender al grado inmediato superior de la jerarquía. Diferenciamos entre miembros del grupo de oficiales (Gráfico 6.2) y de clases (Gráfico 6.3).

$g$	$\hat{\mu}_g^{1,2}$	$\mu_g^{1,2}$	$q_g^{*,2}$	$p_g^{*,2}$	$e_g^2$
9	0.114326	0.127915	0.120072	0.879928	6.821878
8	0.114852	0.098682	0.093969	0.906031	5.941949
7	0.079475	0.075168	0.072413	0.927587	5.144707
6	0.000000	0.056535	0.054967	0.945033	4.405195
5	0.032593	0.041984	0.041115	0.958885	3.706331
4	0.010722	0.030785	0.030315	0.969685	3.036201
3	0.031237	0.022288	0.022041	0.977959	2.386387
2	0.000000	0.015932	0.015806	0.984194	1.750895
1	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.125447
19	0.110585	0.099873	0.095048	0.904952	6.253679
18	0.049781	0.115822	0.109366	0.890634	5.348727
17	0.140336	0.099864	0.095040	0.904960	4.542745
16	0.055221	0.064019	0.062013	0.937987	3.813364
15	0.015062	0.030513	0.030052	0.969948	3.129214
14	0.007648	0.010813	0.010755	0.989245	2.465624
13	0.006000	0.002849	0.002845	0.997155	1.809171
12	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.154585

Tabla 6.2: Tabla de tasas de transición por ascenso de oficiales y clases

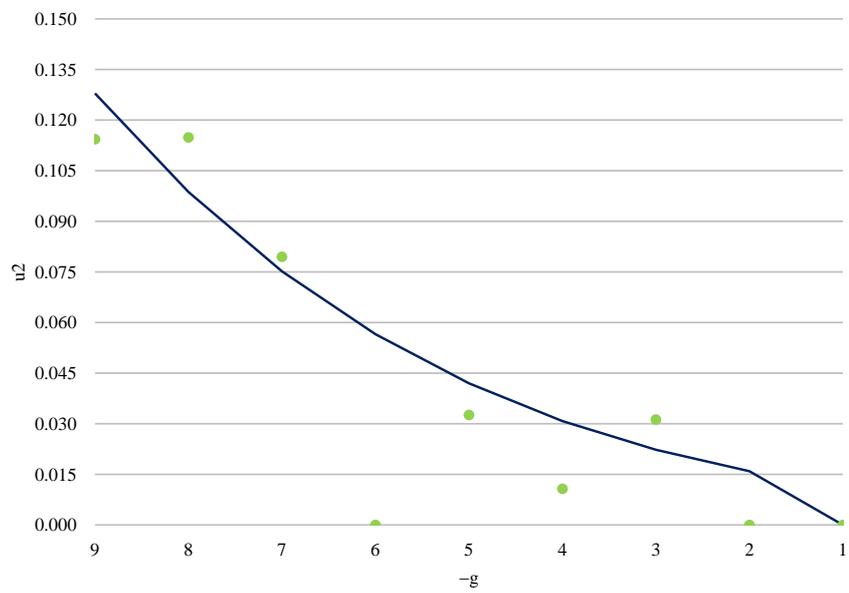


Figura 6.2: Fuerza de transición por ascenso de oficiales

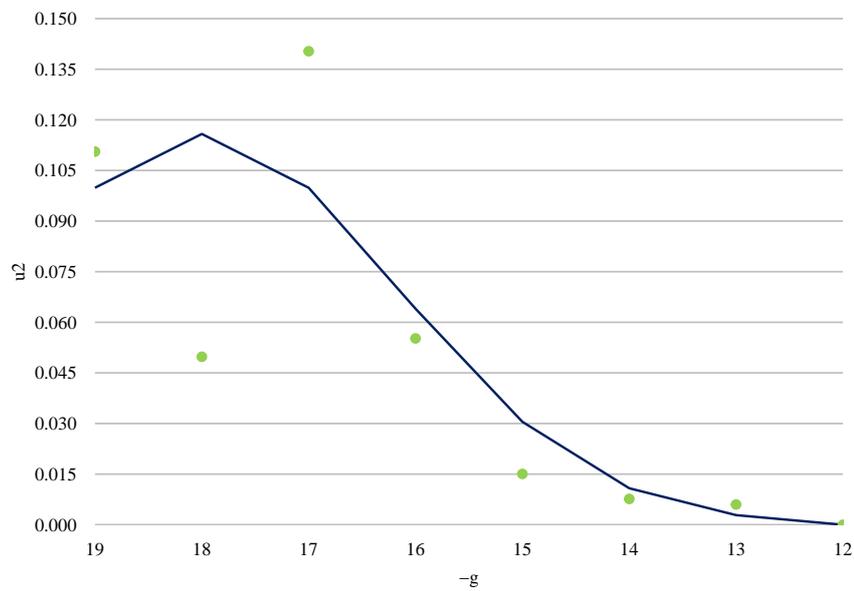


Figura 6.3: Fuerza de transición por ascenso de clases y policías

## 6.9 Tabla de cesantía

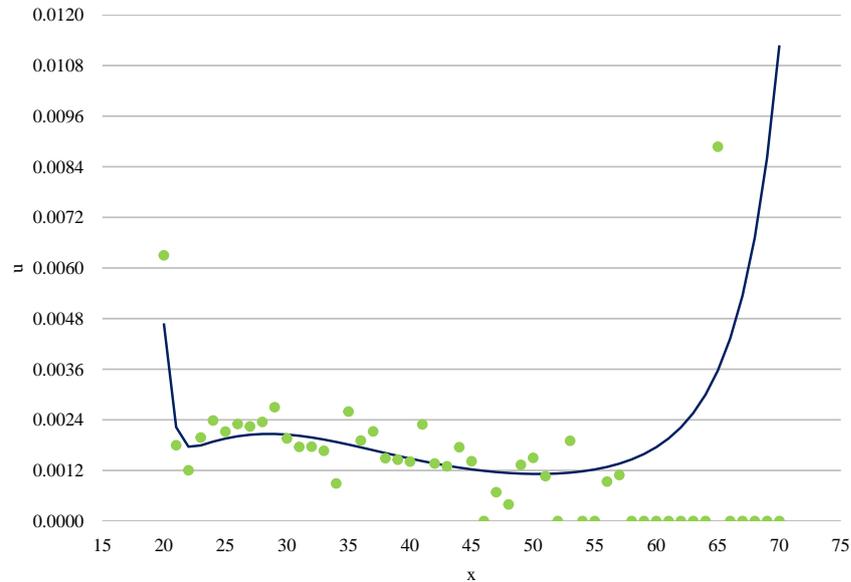


Figura 6.4: Gráfico transición de activo a cesante

$x$	$\hat{\mu}_x^{1,3}$	$\mu_x^{1,3}$	$q_x^{*,3}$	$p_x^{*,3}$	$e_x^3$
20	0.001800	0.003106	0.003101	0.996899	24.649175
21	0.005751	0.002902	0.002897	0.997103	23.652277
22	0.002963	0.003362	0.003357	0.996643	22.658267
23	0.003772	0.004427	0.004417	0.995583	21.667593
24	0.007748	0.006067	0.006048	0.993952	20.681296
25	0.008589	0.007997	0.007966	0.992034	19.700963
26	0.008951	0.009971	0.009922	0.990078	18.728440
27	0.010138	0.011872	0.011801	0.988199	17.765566
28	0.015725	0.013626	0.013534	0.986466	16.814056
29	0.016374	0.015206	0.015091	0.984909	15.875422
30	0.018014	0.016389	0.016256	0.983744	14.950954
31	0.015189	0.016774	0.016635	0.983365	14.041513
32	0.013787	0.016023	0.015896	0.984104	13.147200
33	0.014595	0.014062	0.013963	0.986037	12.267103
34	0.012138	0.011665	0.011598	0.988402	11.399296
35	0.010455	0.009893	0.009844	0.990156	10.541552
36	0.011010	0.009300	0.009257	0.990743	9.692253
37	0.011176	0.010503	0.010448	0.989552	8.850815

continúa en la siguiente página...

$x$	$\hat{\mu}_x^{1,3}$	$\mu_x^{1,3}$	$q_x^{*,3}$	$p_x^{*,3}$	$e_x^3$
38	0.010078	0.014622	0.014515	0.985485	8.018169
39	0.020851	0.023312	0.023042	0.976958	7.197608
40	0.044015	0.039123	0.038367	0.961633	6.395956
41	0.074520	0.063529	0.061553	0.938447	5.625060
42	0.100804	0.093669	0.089416	0.910584	4.901616
43	0.122547	0.125356	0.117818	0.882182	4.242859
44	0.145880	0.154055	0.142775	0.857225	3.661715
45	0.160773	0.175892	0.161291	0.838709	3.163545
46	0.190744	0.188884	0.172117	0.827883	2.745725
47	0.198558	0.193797	0.176175	0.823825	2.399819
48	0.190327	0.193205	0.175687	0.824313	2.114853
49	0.189680	0.190334	0.173317	0.826683	1.879952
50	0.189784	0.188114	0.171479	0.828521	1.685763
51	0.189873	0.186382	0.170043	0.829957	1.524873
52	0.197079	0.183382	0.167550	0.832450	1.391342
53	0.179479	0.177471	0.162615	0.837385	1.280184
54	0.158128	0.167399	0.154138	0.845862	1.187102
55	0.130832	0.153700	0.142471	0.857529	1.108367
56	0.166566	0.138155	0.129036	0.870964	1.040849
57	0.116708	0.122295	0.115112	0.884888	0.982044
58	0.105305	0.107253	0.101702	0.898298	0.930008
59	0.091491	0.094070	0.089781	0.910219	0.883264
60	0.107971	0.083699	0.080292	0.919708	0.840717
61	0.064473	0.076659	0.073794	0.926206	0.801586
62	0.064182	0.073321	0.070698	0.929302	0.765343
63	0.055903	0.070292	0.067879	0.932121	0.731662
64	0.115437	0.056918	0.055329	0.944671	0.700268
65	0.017750	0.032197	0.031684	0.968316	0.670610
66	0.012569	0.010523	0.010467	0.989533	0.641892
67	0.000000	0.001643	0.001642	0.998358	0.613474
68	0.000000	0.000101	0.000101	0.999899	0.585104
69	0.000000	0.000002	0.000002	0.999998	0.556736
70	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.528368

Tabla 6.3: Tabla de tasas de cesantía

## 6.10 Tablas de mortalidad

A continuación presentamos los gráficos y tablas de interpolación y ajuste de las tablas de mortalidad para la población de activos y cesantes.

### 6.10.1 Tabla de mortalidad de activos en actos de servicio

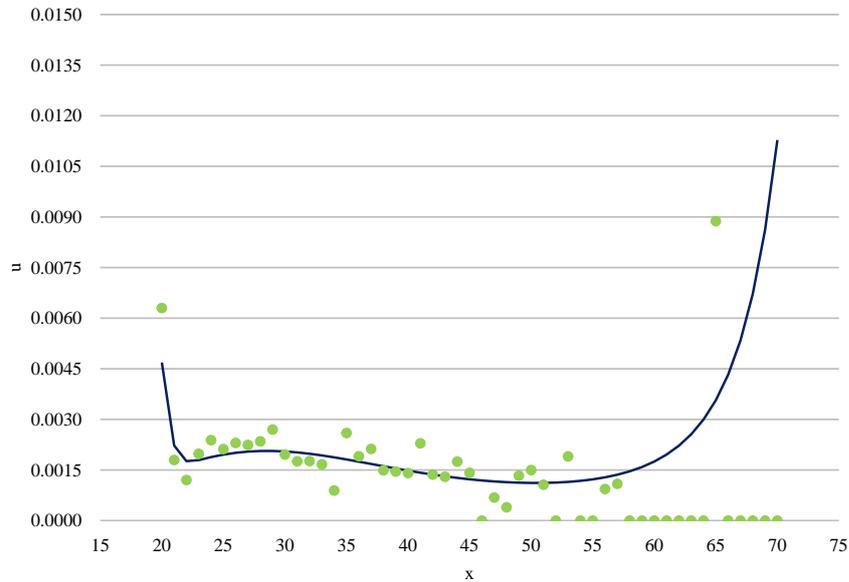


Figura 6.5: Gráfico transición activo a muerto

$x$	$\hat{\mu}_x^{1,4}$	$\mu_x^{1,4}$	$q_x^{*,4}$	$p_x^{*,4}$	$e_x^4$
20	0.002291	0.000995	0.000995	0.999005	50.517256
21	0.000346	0.000499	0.000499	0.999501	49.518250
22	0.000089	0.000410	0.000410	0.999590	48.519743
23	0.000466	0.000426	0.000426	0.999574	47.521646
24	0.001067	0.000451	0.000451	0.999549	46.523973
25	0.000489	0.000468	0.000468	0.999532	45.526750
26	0.000863	0.000478	0.000478	0.999522	44.529993
27	0.000714	0.000482	0.000482	0.999518	43.533713
28	0.000310	0.000483	0.000483	0.999517	42.537913
29	0.000574	0.000481	0.000481	0.999519	41.542593
30	0.000636	0.000480	0.000480	0.999520	40.547753
31	0.000400	0.000480	0.000480	0.999520	39.553390
32	0.000467	0.000483	0.000483	0.999517	38.559505
33	0.000389	0.000487	0.000487	0.999513	37.566099
34	0.000204	0.000493	0.000493	0.999507	36.573177
35	0.000448	0.000501	0.000501	0.999499	35.580745
36	0.000716	0.000511	0.000511	0.999489	34.588809
37	0.000659	0.000522	0.000522	0.999478	33.597380
38	0.000607	0.000536	0.000536	0.999464	32.606468

continúa en la siguiente página...

$x$	$\hat{\mu}_x^{1,4}$	$\mu_x^{1,4}$	$q_x^{*,4}$	$p_x^{*,4}$	$e_x^4$
39	0.000428	0.000551	0.000551	0.999449	31.616087
40	0.000470	0.000569	0.000569	0.999431	30.626253
41	0.001375	0.000588	0.000588	0.999412	29.636981
42	0.000409	0.000610	0.000610	0.999390	28.648291
43	0.000779	0.000634	0.000634	0.999366	27.660204
44	0.001313	0.000660	0.000660	0.999340	26.672743
45	0.000608	0.000688	0.000688	0.999312	25.685934
46	0.000000	0.000719	0.000719	0.999281	24.699805
47	0.000684	0.000752	0.000752	0.999248	23.714384
48		0.000787	0.000787	0.999213	22.729703
49	0.000666	0.000825	0.000825	0.999175	21.745798
50		0.000865	0.000865	0.999135	20.762705
51	0.000709	0.000908	0.000908	0.999092	19.780462
52		0.000955	0.000954	0.999046	18.799110
53	0.001903	0.001006	0.001006	0.998994	17.818695
54		0.001065	0.001064	0.998936	16.839266
55		0.001133	0.001132	0.998868	15.860880
56		0.001212	0.001211	0.998789	14.883600
57	0.001091	0.001307	0.001306	0.998694	13.907505
58		0.001421	0.001420	0.998580	12.932684
59		0.001561	0.001559	0.998441	11.959248
60		0.001732	0.001731	0.998269	10.987330
61		0.001946	0.001944	0.998056	10.017094
62		0.002216	0.002213	0.997787	9.048744
63		0.002558	0.002555	0.997445	8.082537
64		0.002996	0.002992	0.997008	7.118800
65		0.003569	0.003562	0.996438	6.157945
66	0.000000	0.004325	0.004316	0.995684	5.200513
67		0.005339	0.005325	0.994675	4.247214
68		0.006717	0.006694	0.993306	3.298991
69		0.008616	0.008579	0.991421	2.357116
70		0.011280	0.011216	0.988784	1.423321

Tabla 6.4: Tabla de mortalidad de activos en actos de servicio

### 6.10.2 Tabla de mortalidad de activos fuera de actos de servicio

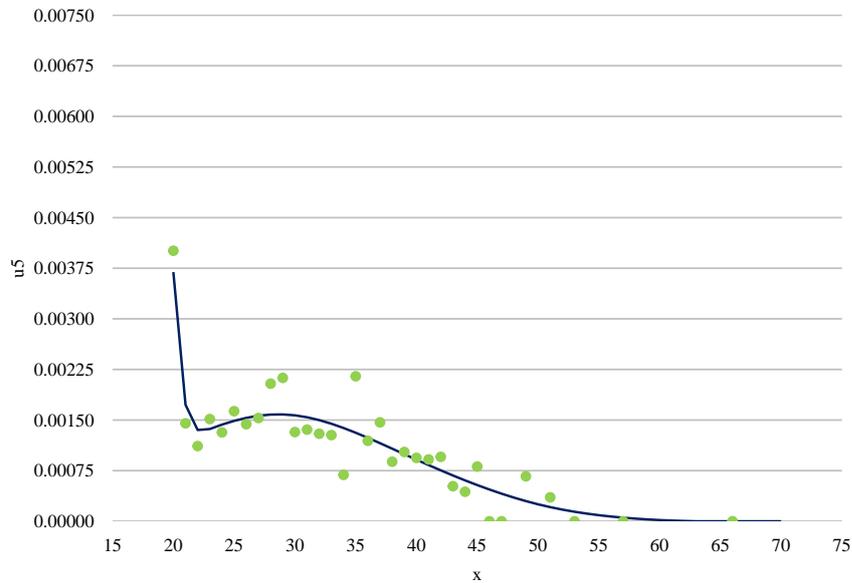


Figura 6.6: Gráfico de mortalidad fuera de actos de servicio

$x$	$\hat{\mu}_x^{1,5}$	$\mu_x^{1,5}$	$q_x^{*,5}$	$p_x^{*,5}$	$e_x^5$
20	0.004009	0.003693	0.003686	0.996314	50.039581
21	0.001452	0.001726	0.001724	0.998276	49.043267
22	0.001114	0.001352	0.001351	0.998649	48.048671
23	0.001514	0.001367	0.001366	0.998634	47.055418
24	0.001317	0.001432	0.001431	0.998569	46.063523
25	0.001631	0.001488	0.001487	0.998513	45.073047
26	0.001438	0.001532	0.001531	0.998469	44.084044
27	0.001530	0.001564	0.001563	0.998437	43.096555
28	0.002039	0.001581	0.001580	0.998420	42.110609
29	0.002125	0.001583	0.001582	0.998418	41.126221
30	0.001322	0.001570	0.001569	0.998431	40.143390
31	0.001358	0.001541	0.001540	0.998460	39.162101
32	0.001297	0.001499	0.001498	0.998502	38.182323
33	0.001277	0.001445	0.001444	0.998556	37.204013
34	0.000688	0.001382	0.001381	0.998619	36.227115
35	0.002149	0.001312	0.001311	0.998689	35.251568
36	0.001193	0.001236	0.001236	0.998764	34.277299
37	0.001465	0.001157	0.001157	0.998843	33.304233

continúa en la siguiente página...

$x$	$\hat{\mu}_x^{1,5}$	$\mu_x^{1,5}$	$q_x^{*,5}$	$p_x^{*,5}$	$e_x^5$
38	0.000883	0.001076	0.001075	0.998925	32.332294
39	0.001027	0.000994	0.000994	0.999006	31.361399
40	0.000940	0.000913	0.000912	0.999088	30.391470
41	0.000916	0.000833	0.000832	0.999168	29.422425
42	0.000955	0.000754	0.000754	0.999246	28.454186
43	0.000519	0.000679	0.000678	0.999322	27.486678
44	0.000438	0.000606	0.000606	0.999394	26.519826
45	0.000811	0.000537	0.000536	0.999464	25.553560
46	0.000000	0.000471	0.000471	0.999529	24.587812
47	0.000000	0.000409	0.000409	0.999591	23.622519
48		0.000352	0.000352	0.999648	22.657621
49	0.000666	0.000299	0.000299	0.999701	21.693062
50		0.000251	0.000251	0.999749	20.728791
51	0.000355	0.000210	0.000210	0.999790	19.764763
52		0.000173	0.000173	0.999827	18.800936
53	0.000000	0.000141	0.000141	0.999859	17.837277
54		0.000114	0.000114	0.999886	16.873753
55		0.000090	0.000090	0.999910	15.910339
56		0.000070	0.000070	0.999930	14.947012
57	0.000000	0.000053	0.000053	0.999947	13.983753
58		0.000039	0.000039	0.999961	13.020545
59		0.000028	0.000028	0.999972	12.057376
60		0.000018	0.000018	0.999982	11.094233
61		0.000011	0.000011	0.999989	10.131107
62		0.000005	0.000005	0.999995	9.167992
63		0.000000	0.000000	1.000000	8.204882
64		0.000000	0.000000	1.000000	7.241772
65		0.000000	0.000000	1.000000	6.278662
66	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	5.315551
67		0.000000	0.000000	1.000000	4.352441
68		0.000000	0.000000	1.000000	3.389331
69		0.000000	0.000000	1.000000	2.426221
70		0.000000	0.000000	1.000000	1.463110

Tabla 6.5: Tabla de mortalidad fuera de actos de servicio

## 6.11 Proyección de la población

Para proyectar la población hacemos uso del modelo Markoviano y la población inicial de asegurados, utilizamos una adaptación del algoritmo de Leslie, como lo describen Schoen [21], Keyfitz y Caswell [12] y Smith y Keyfitz [22], que será ejecutado sobre el grafo  $G$  de posibles situaciones accesibles por sexo  $s$ , edad  $x$  y grado  $g$ . Los vértices de  $G$  están dados por las siguientes condiciones.

$$V(G) \subset \{H, M\} \times \{20, \dots, 105\} \times \{1, \dots, 9, 12, \dots, 19\} \quad (6.17)$$

1.  $(s, x, g) \in V(G)$  si se satisface las desigualdades  $x - t_{min}(g) - x_{min} \geq 0$  y  $x - t_{max}(g) - x_{min} \leq 0$ ,
2.  $(s, x, g) \in V(G)$  si se satisface la desigualdad  $x - t_{max}(g) - x_{min} > 0$

Por su parte las aristas del grafo  $G$  están dadas de forma similar por las siguientes.

$$E(G) \subset V(G) \times V(G) \quad (6.18)$$

1.  $(s, x, g, s', x', g') \in E(G)$  si se satisface  $s = s'$ ,  $x' = x + 1$ ,  $g' = g$  y también la desigualdad  $x - t_{min}(g) - x_{min} < 0$ ,
2.  $(s, x, g, s', x', g') \in E(G)$  si se satisface  $s = s'$ ,  $x' = x + 1$ ,  $g' = g - 1$  y también la desigualdad  $x - t_{min}(g) - x_{min} < 0$ , y
3.  $(s, x, g, s', x', g') \in E(G)$  si se satisface  $s = s'$ ,  $x' = x + 1$ ,  $g' = g$  y también la desigualdad  $x - t_{min}(g) - x_{min} \geq 0$ .

El grafo de situaciones accesibles se integra con el modelo Markoviano, para ello determinamos las probabilidades de transición por cada arista  $E(G)$  de manera que se preserve el modelo Markoviano por cada nodo del grafo  $G$ , esta consideración mantendrá el principio de conservación a lo largo de la proyección, esto equivale satisfacer la siguiente igualdad por nodo  $(s, x, g) \in V(G)$ .

$$P_{s,x,g} = \sum_{(s',x',g') \in \delta^+(s,x,g)} P_{s,x,g,s',x',g'} \quad (6.19)$$

Con todo lo anterior, el algoritmo de Leslie considera los siguientes pasos a seguir para proyectar la población para cada sexo  $s$ , edad  $x$  y grado  $g$ .

1. se parte de la población inicial  $l_{0,s,x,g}$  en el tiempo  $t = 0$
2. para para cualquier tiempo futuro  $0 < t \leq T$  se actualiza la población siguiendo la conexiones del grafo mediante la siguiente iteración por nudo, para cada  $(s', x', g') \in \delta^+(s, x, g)$

$$l_{t+1,s',x',g'} = l_{t+1,s',x',g'} + P_{s,x,g,s',x',g'}^T l_{t,s,x,g} \quad (6.20)$$

A continuación en la siguiente tabla presentamos la proyección de la población total en cada año. En los estados 4 y 5 como es de esperar, por ser estados absorbentes se acumulan los individuos proyectados, la columna final suma la población de todos los estados, mostrando que la ley de conservación se mantiene en cada año de proyección. Las cifras presentadas son acumuladas en cada año de proyección.

Tabla 6.6: Proyección total de la población

$t$	$l^1$	$l^3$	$l^4$	$l^5$	$l$
2020	41,124.00	0.00	0.00	0.00	41,124.00
2021	39,393.87	1,659.80	22.08	48.25	41,124.00
2022	37,590.04	3,394.23	43.52	96.22	41,124.00
2023	35,709.32	5,206.23	64.27	144.18	41,124.00
2024	33,750.85	7,096.40	84.30	192.45	41,124.00
2025	31,726.21	9,052.76	103.55	241.48	41,124.00
2026	29,650.75	11,059.53	121.98	291.74	41,124.00
2027	27,543.02	13,097.64	139.56	343.78	41,124.00
2028	25,430.50	15,139.05	156.27	398.18	41,124.00
2029	23,334.11	17,162.27	172.10	455.52	41,124.00
2030	21,275.89	19,144.61	187.05	516.44	41,124.00
2031	19,267.28	21,074.03	201.13	581.57	41,124.00
2032	17,317.18	22,940.93	214.33	651.57	41,124.00
2033	15,434.97	24,735.19	226.69	727.15	41,124.00
2034	13,620.86	26,455.99	238.11	809.03	41,124.00
2035	11,908.40	28,068.81	248.69	898.11	41,124.00
2036	10,307.16	29,563.35	258.37	995.12	41,124.00
2037	8,849.74	30,906.06	267.23	1,100.97	41,124.00
2038	7,551.05	32,081.12	275.34	1,216.49	41,124.00
2039	6,415.85	33,082.79	282.76	1,342.60	41,124.00
2040	5,446.78	33,907.33	289.59	1,480.30	41,124.00
2041	4,624.30	34,573.25	295.86	1,630.60	41,124.00
2042	3,936.97	35,090.67	301.66	1,794.70	41,124.00
2043	3,359.09	35,484.04	307.04	1,973.84	41,124.00

continúa...

$t$	$l^1$	$l^3$	$l^4$	$l^5$	$l$
2044	2,874.94	35,767.54	312.07	2,169.45	41,124.00
2045	2,467.28	35,956.89	316.79	2,383.04	41,124.00
2046	2,118.49	36,068.06	321.19	2,616.26	41,124.00
2047	1,825.77	36,101.91	325.34	2,870.98	41,124.00
2048	1,577.97	36,067.64	329.27	3,149.11	41,124.00
2049	1,363.60	35,974.69	332.98	3,452.73	41,124.00
2050	1,177.24	35,826.23	336.48	3,784.05	41,124.00
2051	1,008.41	35,630.43	339.75	4,145.41	41,124.00
2052	853.65	35,388.34	342.73	4,539.29	41,124.00
2053	715.06	35,095.28	345.40	4,968.27	41,124.00
2054	588.91	34,752.44	347.69	5,434.95	41,124.00
2055	483.34	34,349.00	349.69	5,941.98	41,124.00
2056	389.89	33,890.87	351.37	6,491.87	41,124.00
2057	314.90	33,369.09	352.82	7,087.19	41,124.00
2058	250.96	32,788.62	354.07	7,730.35	41,124.00
2059	196.14	32,148.98	355.12	8,423.76	41,124.00
2060	148.20	31,450.15	356.01	9,169.64	41,124.00

En la figura 6.7 se muestra la evolución de la población asegurada en el horizonte de análisis, en intervalos quinquenales.

Algunas cifras resultan relativamente demasiado pequeñas en ciertas categorías, por lo cual no se aprecian en el gráfico 6.7, pero aparecen en detalle en las tablas y gráficos del anexo A.

Por otro lado, las tablas 6.7 y 6.8 presentan la proyección de la población por grado, utilizada en el presente estudio.



Figura 6.7: Evolución de la población del SCPN

Grado	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
GRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRAI	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2
GRAD	19	18	18	17	17	17	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	11
CRNL	145	128	113	101	90	80	73	68	63	59	56	53	51	48	46	44	43	41	40	39	37
TCNL	315	289	268	252	237	223	211	199	188	178	169	160	151	144	135	125	116	106	98	89	82
MAYR	705	696	679	656	629	599	571	543	513	483	451	416	380	343	307	271	237	204	175	150	128
CPTN	1,006	1,001	998	989	969	937	892	836	773	707	639	570	501	434	369	309	254	206	165	132	106
TNTE	1,093	1,001	905	812	727	653	585	522	462	407	354	304	256	211	170	134	104	79	59	44	33
SBTE	124	106	91	77	66	55	46	38	31	25	20	16	12	9	7	5	3	2	2	1	0
SBOM	17	15	13	12	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	6	5	4	2	1	1	1
SBOP	91	83	77	72	69	66	63	62	61	60	60	60	60	59	56	53	48	45	40	36	35
SBOS	602	562	533	510	496	489	490	497	505	511	514	512	506	498	486	477	463	450	437	421	405
SGOP	2,875	3,023	3,183	3,325	3,415	3,438	3,389	3,277	3,122	2,945	2,766	2,594	2,433	2,280	2,129	1,981	1,834	1,690	1,549	1,413	1,286
SGOS	13,049	12,385	11,611	10,775	9,929	9,113	8,348	7,638	6,982	6,375	5,809	5,277	4,774	4,293	3,831	3,388	2,966	2,571	2,210	1,886	1,602
CBOP	7,302	7,498	7,661	7,738	7,705	7,552	7,286	6,929	6,505	6,032	5,526	5,000	4,464	3,928	3,404	2,902	2,435	2,013	1,642	1,327	1,064
CBOS	9,884	9,113	8,344	7,616	6,940	6,312	5,729	5,182	4,662	4,163	3,684	3,224	2,785	2,372	1,990	1,642	1,332	1,064	836	649	499
POLI	3,894	3,472	3,093	2,753	2,449	2,179	1,939	1,725	1,534	1,361	1,203	1,056	919	790	668	556	453	361	281	213	157
Total	41,124	39,393	37,590	35,708	33,752	31,726	29,651	27,544	25,429	23,333	21,277	19,268	17,318	15,436	13,621	11,909	10,309	8,850	7,550	6,415	5,448

Tabla 6.7: Proyección de la población por grado (2021-2040)

Grado	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
GRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRAI	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRAD	10	9	8	7	7	6	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1
CRNL	35	32	30	27	25	22	20	19	17	16	15	14	12	11	9	8	7	6	5	4
TCNL	75	68	62	57	52	47	43	39	35	32	29	26	23	20	18	15	13	10	8	7
MAYR	109	93	80	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18	14	12	9	7	5	3	2
CPTN	84	68	54	44	35	29	23	18	14	11	9	7	5	4	2	1	0	0	0	0
TNTE	25	18	14	10	6	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBOM	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBOP	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	22	21	18	15	13	11	9	8	7	6
SBOS	386	366	348	332	314	295	279	262	244	226	209	189	166	141	120	101	85	72	61	52
SGOP	1,167	1,060	958	863	778	700	628	564	504	445	387	331	283	238	200	165	137	113	89	67
SGOS	1,356	1,147	970	820	694	587	494	415	347	290	239	196	157	125	98	75	54	35	21	10
CBOP	848	675	536	424	336	264	205	157	118	88	64	44	29	17	9	3	1	0	0	0
CBOS	379	286	213	155	111	77	52	33	20	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
POLI	114	80	54	34	19	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4,624	3,937	3,360	2,874	2,467	2,119	1,826	1,579	1,363	1,176	1,008	854	714	588	483	390	315	251	195	149

Tabla 6.8: Proyección de la población por grado (2040-2060)

## 7 Modelo actuarial

---

El modelo actuarial es la base técnica fundamental de este estudio. Para su desarrollo hemos considerado las técnicas actuariales más actualizadas a nivel internacional, aprovechando además las facilidades que brinda el desarrollo tecnológico actual, a través de diferentes herramientas informáticas. De esta manera aseguramos un modelo de alta calidad técnica, el cual es presentado en este capítulo.

### 7.1 Estructura actuarial

Para realizar los cálculos actuariales que nos permitan evaluar la situación financiero actuarial del SCPN en el horizonte de estudio, definimos primeramente la estructura actuarial del seguro, sustentada en tres componentes según lo explicado en la sección 2.8:

**Sistema de financiamiento:** capitalización colectiva,

**Esquema de prestaciones:** prestaciones definidas, y

**Régimen demográfico:** grupo cerrado.

A continuación se detalla cada una de estas componentes.

#### 7.1.1 Sistema de financiamiento

Para el financiamiento del SCPN, consideramos que los asegurados pertenecen a un grupo poblacional cerrado; y por lo tanto, el sistema no cuenta ni contará en el futuro con flujos de ingresos por nuevos asegurados. Esta estructura implica que el financiamiento del SCPN se sustenta en un *sistema de capitalización colectiva*, respaldado con la totalidad del patrimonio que dispone a la fecha de corte, junto con los aportes futuros de la población de activos actual a la fecha de valuación.

Bajo este sistema, del punto de vista actuarial, no es importante la relación entre los aportes y las prestaciones a nivel individual, pues lo importante es que el fondo común y solidario

a donde se dirigen los aportes, sea capitalizado y mantenga siempre en un nivel suficiente para cubrir el pago global de beneficios en cada ejercicio económico.

### 7.1.2 Esquema de prestaciones

El esquema principal de beneficios de cesantía está fundamentado en ciertas fórmulas de cálculo que dependen de parámetros como el tiempo de servicio y el grado a la fecha de la baja. Estas características definen lo que se conoce como un *sistema de prestaciones definidas*, también denominado como *sistema de beneficios definidos*.

En este tipo de esquema es importante tener en cuenta que el riesgo actuarial recae sobre el SCPN, en el sentido de que legalmente el instituto está obligado a cumplir con los objetivos de pago de sus obligaciones de acuerdo a la ley.

### 7.1.3 Régimen demográfico

Una parte fundamental de los estudios actuariales es el conjunto de proyecciones demográficas.

En este estudio asumimos que el grupo demográfico analizado estará regulados por un régimen demográfico de *grupo cerrado*. Esto significa que en los cálculos actuariales, solo se considera la evolución del grupo actual de asegurados hasta el final del horizonte de análisis.

## 7.2 Selección del modelo actuarial

Las ciencias actuariales modernas proponen dos tipos de modelos que pueden utilizarse para el análisis financiero actuarial del SCPN.

El primero, denominado *método del balance actuarial clásico*, es concebido bajo una visión estática, la cual resume la situación financiero actuarial del fondo en un solo indicador con dos resultados posibles: *superávit* o *déficit* actuarial.

Este indicador representa la diferencia entre el total del valor más razonable del patrimonio actual, sumado el valor actuarial presente (*VAP*) de los flujos de ingresos y restando el valor actuarial presente (*VAP*) de los flujos de egresos futuros, en el horizonte de proyección. Pero la información que nos proporciona en la mayoría de casos resulta incompleta y de difícil interpretación. Por ejemplo, cuando aparece un déficit actuarial no es posible saber cuándo éste se traducirá en un déficit efectivo de liquidez; y, tampoco permite estimar

los flujos financieros futuros de manera detallada.

El segundo modelo, que denominaremos *balance actuarial dinámico*, es una extensión del balance actuarial clásico, y se fundamenta en un método de proyecciones actuariales, basado en el modelo de proyección demográfica presentado en la sección 6. Como manifiesta Thullen [24], este método consiste en calcular por adelantado, sobre la base de hipótesis demográficas, la evolución probable de un régimen de beneficios sociales año tras año y por un período de tiempo suficientemente largo, o en el caso límite para todo el tiempo futuro.

Esta metodología integra entonces los resultados del modelo demográfico, con la información financiera y demás parámetros e hipótesis necesarias, y arroja en detalle las cifras necesarias que permiten medir la evolución de las principales variables que determinan la estabilidad financiera del fondo en el horizonte de análisis.

De esta manera, el modelo permite proyectar de forma dinámica, los flujos de ingresos y egresos con un mayor grado de precisión, permitiendo evaluar la suficiencia de primas y reservas, así como determinar los balances actuariales en varios períodos dentro del horizonte considerado. Además, mediante este método actuarial de modelos dinámicos, se pueden realizar análisis de sensibilidad en donde variarán los parámetros utilizados en el modelo.

En la práctica, el modelo mencionado presenta un mayor grado de complejidad y requiere de mucha más información que el modelo del balance actuarial clásico; sin embargo, gracias al buen nivel de detalle y calidad de la información que dispone el SCPN, adoptaremos este segundo modelo para nuestro estudio.

### 7.3 Integración del modelo demográfico

Para determinar de manera adecuada los flujos financieros de ingresos y egresos que afectan al SCPN, partimos de la proyección de la población asegurada, usando los estados del modelo demográfico definidos en la sección 6.1. Seguidamente, para la población que se encuentra en cada uno de estos estados, le asignamos los respectivos flujos financieros que se producen, utilizando las siguientes reglas:

- En el estado **ACTIVO** (1), el asegurado realiza aportes al SCPN y por lo tanto produce un flujo de ingresos para este seguro.

- En el estado **ASCENSO** (2), el asegurado sigue siendo activo en un grado superior, y por lo tanto, realiza aportes al SCPN, produciendo un flujo de ingresos para este seguro.
- En el estado **CESANTE** (3), el asegurado produce solamente egresos del SCPN en el caso de cumplir los requisitos establecidos para acceder a los beneficios.
- En el estado **FALLECIDO EN ACTOS DE SERVICIO** (4), el asegurado fallecido habilita a sus derechohabientes el acceso a los beneficios legales de acuerdo a las condiciones demográficas del fallecido, generando flujos de egresos por pago de esos beneficios.
- En el estado **FALLECIDO FUERA DE SERVICIO** (5), el asegurado fallecido habilita a sus derechohabientes el acceso a los beneficios legales de acuerdo a las condiciones demográficas del fallecido, generando flujos de egresos por pago de esos beneficios.

### 7.3.1 Simulación estocástica

Una vez establecidas las proyecciones demográficas y aplicadas las reglas para generar los flujos financieros, desarrollamos un *modelo de simulación del proceso estocástico de Markov* que constituye un método estocástico reconocido, el mismo que nos permitirá proyectar la evolución de los flujos financieros de ingresos y egresos correspondientes a la población de asegurados.

Además, este modelo permite realizar análisis de sensibilidad de escenarios y determinar en cada uno de ellos, si la reserva actuarial a la fecha de valuación, junto con los aportes y contribuciones futuros, resultan suficientes para financiar de manera correcta el pago de los beneficios que otorga el SCPN y garantizar su solvencia.

En base a la estructura propuesta en la sección 2, las partes involucradas en el seguro asumen obligaciones específicas: el asegurado y la institución empleadora deben contribuir con el pago de aportaciones mensuales, mientras que el SCPN debe realizar el pago de los beneficios.

El objetivo último del modelo que nos ocupa es calcular en *valor actuarial presente (VAP)*, tanto el nivel de ingresos como el nivel de egresos, que junto con la reserva inicial, permitan determinar el nivel de equilibrio financiero actuarial del SCPN en el horizonte de análisis, y asegurar su solvencia frente a los riesgos que asume.

Utilizando la metodología descrita en las secciones anteriores, hemos simulado la evolución de todos los grupos de asegurados en cada período del horizonte de estudio y en cada

uno de los estados de transición. Así, podemos conocer para cada asegurado y en cada período, los montos de los flujos financieros de ingresos o egresos que se producen. Con esta información estamos en capacidad de determinar el *VAP* de los flujos financieros necesarios para construir los balances actuariales.

## 7.4 Flujo de ingresos por aportaciones

La población total de edad  $x$  cubierta en el tiempo  $t$ , que notamos  $l_{t,x}$ , es resultado de la suma de individuos en cada uno de los grados  $g$ :

$$l_{t,x} = \sum_{(s,x,g) \in V} l_{t,s,x,g} \quad (7.1)$$

El aporte como ya se ha establecido, es un porcentaje  $\pi$  de la remuneración unificada.

El valor del aporte para un asegurado de edad  $x$  y grado  $g$ , en el tiempo  $t$ , viene dado por la siguiente expresión:

$$A_{x,g,t} = (1 + i_h)^t \cdot \pi \cdot RU_{x,g} \quad (7.2)$$

en donde  $RU_{x,g}$  es la remuneración unificada correspondiente en la fecha de valuación  $t = 0$ .

Como la remuneración unificada está dado por grados y el aporte en función de éste, el valor corriente del flujo total de aportes en el instante  $t$ , está determinado por la expresión:

$$\mathcal{A}_t = \sum_{g \in G} \sum_{x=x_0}^{\omega} A_{x,g,t} \cdot l_{t,x,g} \quad (7.3)$$

## 7.5 Flujo de egresos por pago de beneficios

Como se expuso en la sección 2.5, el beneficio de cesantía (*CES*) es un monto en dinero en efectivo que resulta depende en general de la cuantía básica y la bonificación.

Así, el valor corriente de beneficios  $\mathcal{B}_t$ , pagaderos en el tiempo  $t$ , resulta de la agregación de las componentes que se determinan como sigue:

- El Seguro de Cesantía se hace efectivo por una sola vez en un valor que resulta de aplicar la siguiente relación, cuando acredite 20 o más años de servicio:

$$CES = CB \cdot BON \quad (7.4)$$

en donde:

$CES$  : beneficio de cesantía,

$CB$  : cuantía básica (ver sección 2.5.1)

$BON$  : bonificación (ver sección 2.5.2)

y además:

- Cuantía básica para oficiales a la fecha de valuación: USD 62,611.08
- Cuantía básica para clases y policías a la fecha de valuación: USD 35,519.57
- Bonificación para Oficiales

$$BON_{OF} = \left( 0.1105 \cdot (TS - 19) + 1.1218 \right) \cdot \left( 1 + (20 - c_g) \cdot 0.00175 \right)$$

- Bonificación para Clases y Policías

$$BON_{CP} = \left( 0.1019 \cdot (TS - 19) + 1.2755 \right) \cdot \left( 1 + (20 - c_g) \cdot 0.002 \right)$$

- En las fórmulas anteriores  $TS$  se refiere el tiempo de servicio y los coeficientes  $c_g$  para el cálculo de la bonificación se presentan en la tabla 7.1.
- Beneficio en caso de fallecimiento o invalidez de acuerdo a lo expuesto en la sección 2.5.3.
- Devolución de aportes conforme las reglas indicadas en la sección 2.5.4.

## 7.6 Flujo de gastos administrativos

Conforme a lo expuesto en la sección 4.5.2, el gasto administrativo del SCPN en el tiempo  $t$ , lo mediremos como porcentaje de la masa anual de aportes, de la manera siguiente:

$$G_t = 1.7\% \cdot \mathcal{A}_t \quad (7.5)$$

Denominación	Jerarquía	Coficiente $c_g$
GENERAL SUPERIOR	OFICIAL	1
GENERAL INSPECTOR	OFICIAL	2
GENERAL DE DISTRITO	OFICIAL	3
CORONEL	OFICIAL	4
TENIENTE CORONEL	OFICIAL	5
MAYOR	OFICIAL	6
CAPITAN	OFICIAL	7
TENIENTE	OFICIAL	8
SUBTENIENTE	OFICIAL	9
SUBOFICIAL MAYOR	CLASE-POLICIA	10
SUBOFICIAL PRIMERO	CLASE-POLICIA	11
SUBOFICIAL SEGUNDO	CLASE-POLICIA	12
SARGENTO PRIMERO	CLASE-POLICIA	13
SARGENTO SEGUNDO	CLASE-POLICIA	14
CABO PRIMERO	CLASE-POLICIA	15
CABO SEGUNDO	CLASE-POLICIA	16
POLICIA	CLASE-POLICIA	17

Tabla 7.1: Coeficientes para cálculo de la bonificación

## 7.7 Balance actuarial

El resultado del balance actuarial proyectado que permite determinar la situación actuarial del SCPN hasta el horizonte  $T$ , se expresa en valor actuarial presente (VAP) a la fecha de corte  $t = 0$  mediante la expresión:

$$\mathcal{V}_T = \mathcal{V}_0 + \sum_{t=1}^T v^t \cdot (\mathcal{A}_t - \mathcal{B}_t - \mathcal{G}_t) \quad (7.6)$$

para cuya aplicación definimos  $\mathcal{V}_0$  como la reserva del sistema en la fecha de valuación, esto es en  $t = 0$ .

Si el valor del balance en el horizonte  $T$  es positivo, se obtiene un superávit actuarial; y caso contrario, si es negativo, obtenemos un déficit actuarial.

Entonces, el *balance actuarial dinámico*, está constituido por los valores resultantes del balance para cada horizonte  $T = 1, 2, \dots$ :

+ Activos actuariales:

+ Patrimonio efectivo inicial o reserva inicial:  $\mathcal{V}_0$ .

+ VAP total de los flujos de ingresos futuros:  $v^t \cdot \mathcal{A}_t$ .

– Pasivos actuariales:

+  $VAP$  total de los flujos de egresos por pago de beneficios futuros:

$$v^t \cdot \mathcal{B}_t.$$

+  $VAP$  total de los flujos de egresos por gastos administrativos futuros:

$$v^t \cdot \mathcal{G}_t.$$

= Balance:  $VAP$  de activos actuariales menos pasivos actuariales

Déficit (–) o Superávit (+) actuarial.

## 8 Hipótesis actuariales

---

Para obtener los resultados de este estudio, planteamos un *escenario* para realizar la valuación actuarial de la sostenibilidad del SCPN en el horizonte de estudio. Este escenario queda definido por un conjunto de hipótesis económicas, financieras, demográficas y actuariales, determinadas manteniendo un criterio conservador.

Las hipótesis utilizadas determinan los *inputs* del modelo actuarial, con el cual podemos proyectar los flujos por aportes, beneficios y gastos según lo hemos descrito en el capítulo 7, con el fin de construir el *balance actuarial* que nos ayuda a visualizar de manera clara, la evolución financiera del fondo en el horizonte de estudio.

### 8.1 Fundamentos de las hipótesis utilizadas

Los criterios utilizados en la determinación de las hipótesis de este estudio actuarial, se fundamentan en los principios de prudencia, razonabilidad y aceptación de un nivel de riesgo moderado, dentro del contexto económico y financiero general descrito en el capítulo 3 y considerando las condiciones particulares internas del SCPN.

Consecuentemente, planteamos un contexto de análisis de carácter moderado en cuanto a las proyecciones de todas las variables involucradas, cuyos valores han sido establecidos utilizando métodos técnicamente fundamentados como se detalla en el capítulo 3 y discutidos y acordados en reuniones de trabajo mantenidas con el personal del SCPN .

### 8.2 Estructura actuarial

A partir de las consideraciones legales 2 que constituyen al SCPN, más el análisis demográfico realizado en 6, consideramos la siguiente estructura actuarial.

**Sistema de financiamiento:** capitalización colectiva,

**Esquema de prestaciones:** prestaciones definidas, y

**Régimen demográfico:** grupo cerrado.

### 8.3 Gastos administrativos

Para todos los escenarios que se ha considerado en el presente estudio hemos fijado el gasto administrativo como un porcentaje del total de aportes anuales, este valor ha sido establecido a partir de analizar los balances financieros 4.

$$\alpha_G = 1.7\% \quad (8.1)$$

### 8.4 Tasa actuarial

La tasa actuarial corresponde a la tasa de rendimiento financiero mínima que en promedio se espera obtener de las inversiones en el horizonte de proyección.

Desde una óptica conservadora y considerando la incertidumbre actual del mercado nacional e internacional, para realizar los análisis actuariales preferimos usar una tasa proyectada del rendimiento de las inversiones más baja que el promedio global observado de años anteriores, por lo cual establecemos una tasa actuarial del 6.00 % para el presente estudio.

### 8.5 Fondo inicial

El patrimonio efectivo inicial del SCPN a la fecha de corte, alcanza USD 829.17007992 millones, monto que será considerado como reserva inicial en el proceso de cálculo de los balances actuariales.

### 8.6 Aportes y beneficios

Suponemos que los aportes crecen con la misma tasa de incremento salarial y que los beneficios crecen igual que la tasa de crecimiento de la cuantía básica.

### 8.7 Dolarización

Como supuesto macroeconómico importante, supondremos que el sistema de dolarización de la economía se mantendrá vigente en todo el horizonte de análisis.

## 8.8 Resumen de parámetros

El resumen de hipótesis actuariales utilizadas en este estudio se presenta a continuación:

Hipótesis	Descripción
Fecha de valuación	2020-12-31
Horizonte de análisis	40 años
Reserva inicial	829,170,079.92
Tasa actuarial	6.00 %
Incremento de remuneraciones	2.00 %
Incremento de beneficios	3.00 %
Tablas biométricas	Tablas SCPN-2020

Tabla 8.1: Hipótesis actuariales

Inflación (%)	Variación PIB (%)	Variación SBU (%)	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)	Tasa salarial (%)
1.77	0.78	0.51	6.55	4.05	0.46

Tabla 8.2: Contexto económico

## 8.9 Coherencia de los parámetros utilizados

Las hipótesis macroeconómicas tales como inflación, tasa activa, tasa pasiva, tasa de crecimiento salarial, tasa de crecimiento del salario básico unificado (SBU), tasa de crecimiento del PIB y la tasa de rendimiento financiero de las inversiones, guardan coherencia entre sí y poseen el debido sustento técnico.

En la sección se estableció que el PIB ecuatoriano tendrá un crecimiento promedio de 0.78 % en el mediano plazo y esperamos que este ciclo económico mejore en el largo plazo.

Si consideramos la variación del PIB como medida del crecimiento económico como es usual, a la fecha de corte, podemos concluir que los parámetros usados mantienen coherencia a nivel macroeconómico, aunque la situación macroeconómica real no sea muy optimista.

Otra relación importante se refiere al crecimiento salarial y la inflación. En el largo plazo se espera que el poder adquisitivo no se deteriore de manera importante, lo cual implica que las tasas de incremento salarial deben permanecer cerca a la tasa de inflación. En las

tablas 8.1 y 8.2 constatamos que efectivamente en nuestras hipótesis actuariales la tasa de crecimiento de salarios considerada en este estudio se mantiene al nivel de la tasa de inflación, respetando de esta manera la relación planteada.

En conclusión, las hipótesis consideradas para este estudio cumplen de manera coherente con las principales relaciones macroeconómicas deseables generalmente aceptadas, de acuerdo a la información disponible a la fecha de corte.

## 8.10 Hipótesis demográficas

La evolución demográfica constituye un pilar fundamental en este estudio y se proyecta de acuerdo al modelo expuesto en el capítulo 6, bajo la hipótesis de **grupo demográfico cerrado**.

## 9 Valuación actuarial del SCPN

---

La valuación actuarial materia del presente estudio, se realizó aplicando el modelo actuarial descrito en la sección 7, integrado con la proyección de la población resultante del modelo demográfico expuesto en la sección 6.

La valuación actuarial fue realizada con dos claros objetivos:

- El primero, es medir la situación actuarial del SCPN del punto de vista de la solvencia, para lo cual se emplea como herramienta el balance actuarial dinámico, que arroja una comparación de los montos de ingresos futuros más las reservas actuales con los montos de los egresos futuros. En este caso, todas las cifras son calculadas de forma anual hasta el final del horizonte de análisis y en valores actuariales presentes. Puesto que el horizonte de análisis abarca 40 años, en la práctica fueron calculados 40 balances actuariales proyectados desde 1 a 40 años futuros. A partir de esos balances, se puede apreciar la evolución actuarial y financiera del SCPN de forma dinámica.
- Como segundo objetivo, se busca complementar el análisis anterior, proyectando la evolución de los flujos que determinan el estado de liquidez del SCPN. Con esta finalidad, se realiza una proyección tanto de los flujos de ingresos y egresos corrientes, como de los balances corrientes anuales y la evolución de las reservas actuales capitalizadas, para cada año del horizonte de estudio.

Así, el SCPN cuenta con resultados que facilitarán la toma de las mejores decisiones, con la finalidad de optimizar la gestión administrativa, operativa y del portafolio de inversiones, así como el correcto manejo y monitoreo de los riesgos de liquidez y solvencia. De esta se forma, se logrará mantener un adecuado esquema de financiamiento para garantizar la sostenibilidad futura del SCPN.

## 9.1 Escenario de análisis

El escenario de cálculo está definido por el conjunto de hipótesis actuariales presentadas en la sección 8, principalmente por los parámetros que se resumen en la tabla 9.1.

Hipótesis	Descripción
Fecha de valuación	2020-12-31
Horizonte de análisis	40 años
Reserva inicial	829,170,079.92
Tasa actuarial	6.00 %
Incremento de remuneraciones	2.00 %
Incremento de beneficios	3.00 %
Tablas biométricas	Tablas SCPN–2020

Tabla 9.1: Hipótesis actuariales

Para diferenciar este escenario en los análisis de sensibilidad presentados en la sección 10, lo denotaremos con "Escenario I".

## 9.2 Balance actuarial clásico

La tabla 9.2 presenta el balance actuarial clásico del SCPN con horizonte de 40 años, bajo el escenario considerado, con fecha de valuación al 2020-12-31.

Tabla 9.2: Balance actuarial clásico

Componente	Valor (USD)
Reserva inicial	829,170,079.92
Aportes personal	319,142,550.81
Aporte patronal	398,928,188.51
Aportes totales	718,070,739.32
Activo actuarial	1,547,240,819.24
Beneficios cesantía	1,487,375,002.20
Beneficios muertos en servicio	15,240,734.85
Beneficios muertos otras causas	8,390,846.15
Beneficios Beneficios por invalidez	273,193.17
Beneficios totales	1,511,279,776.37
Gastos administrativos	12,207,202.57
Pasivo actuarial	1,523,486,978.94
Balance actuarial	23,753,840.30

Los resultados del balance actuarial nos permiten concluir que el SCPN presenta una situación de superávit actuarial que alcanza los 23.75 millones, indicando un claro equilibrio actuarial de flujos financieros futuros y la reserva inicial.

Es importante recordar que en este escenario hemos considerado como reserva inicial el valor del “fondo ordinario” que alcanza los 829.17 millones, monto un tanto más bajo que el patrimonio total del SCPN a la fecha de valuación.

Para el horizonte de proyección utilizado, el cociente de activos actuariales respecto de los pasivos actuariales, conocido como el “nivel de fondeo”, alcanza un 101.58 %.

Además, debemos notar que para el análisis, hemos considerado un incremento de beneficios del 3.00 % que equivale al incremento promedio proyectado de la cuantía básica en todo el horizonte.

Por último, hacemos notar que este balance corresponde a la proyección al último año del horizonte de análisis del balance actuarial dinámico, como se puede constatar en la sección 9.3 siguiente.

### 9.3 Balance actuarial dinámico

Como hemos manifestado antes, el balance actuarial dinámico es una extensión del modelo de balance actuarial clásico. En efecto, con esta perspectiva hemos calculado un balance actuarial para cada año dentro del horizonte de análisis, lo cual permite tener una visión dinámica de cómo se va generando el déficit o superávit actuarial hasta el final de horizonte, como se puede observar en el gráfico 9.1 y la tabla 9.3 .

Esta información nos indica que en todo el horizonte el SCPN goza de un buen nivel de solvencia que determina un superávit actuarial en todos los años del horizonte de proyección.

Podemos aseverar entonces que no se vislumbra ningún evento desfavorable que pueda afectar la solvencia del fondo en el largo plazo, y por tanto, el riesgo de insolvencia está debidamente controlado, lo cual garantiza la sostenibilidad del SCPN y su capacidad para honrar el pago los beneficios de sus asegurados en el largo plazo.

Las componentes de los activos y pasivos actuariales se presentan de forma desagregada y en detalle en las tablas 9.4 y 9.5 respectivamente.

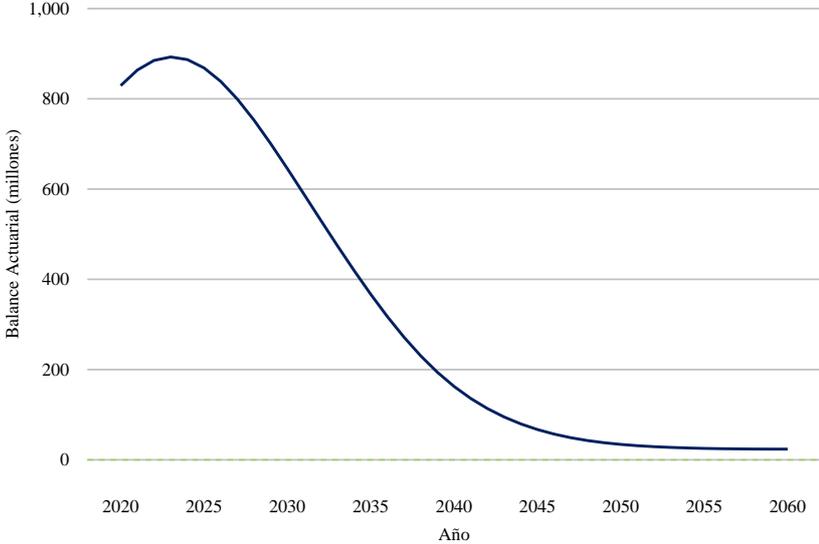


Figura 9.1: Balance actuarial dinámico

Tabla 9.3: Balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2020	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92	829,170,079.92
2021	93,564,489.25	57,404,257.01	1,590,596.32	829,170,079.92	863,739,715.84
2022	178,317,968.58	119,413,780.11	3,031,405.47	829,170,079.92	885,042,862.93
2023	254,298,687.85	186,449,143.52	4,323,077.69	829,170,079.92	892,696,546.56
2024	321,805,029.72	258,612,963.96	5,470,685.51	829,170,079.92	886,891,460.18
2025	381,299,491.10	335,600,629.07	6,482,091.35	829,170,079.92	868,386,850.59
2026	433,279,830.50	416,544,800.21	7,365,757.12	829,170,079.92	838,539,353.09
2027	478,359,557.22	500,203,390.33	8,132,112.47	829,170,079.92	799,194,134.34
2028	517,181,069.01	585,112,947.26	8,792,078.17	829,170,079.92	752,446,123.50
2029	550,389,143.39	669,783,316.40	9,356,615.44	829,170,079.92	700,419,291.48
2030	578,624,680.72	752,866,149.28	9,836,619.57	829,170,079.92	645,091,991.78
2031	602,486,633.95	833,267,883.49	10,242,272.78	829,170,079.92	588,146,557.61
2032	622,539,196.17	910,215,309.06	10,583,166.33	829,170,079.92	530,910,800.70
2033	639,301,012.55	983,209,196.76	10,868,117.21	829,170,079.92	474,393,778.50
2034	653,214,612.67	1,051,874,740.75	11,104,648.42	829,170,079.92	419,405,303.42
2035	664,721,560.91	1,115,863,233.53	11,300,266.54	829,170,079.92	366,728,140.76
2036	674,190,120.02	1,174,748,685.35	11,461,232.04	829,170,079.92	317,150,282.54
2037	681,967,241.69	1,228,102,534.28	11,593,443.11	829,170,079.92	271,441,344.22
2038	688,357,075.66	1,275,592,469.39	11,702,070.29	829,170,079.92	230,232,615.90
2039	693,615,733.71	1,317,085,461.35	11,791,467.47	829,170,079.92	193,908,884.80
2040	697,959,629.09	1,352,722,881.79	11,865,313.69	829,170,079.92	162,541,513.53
2041	701,551,606.55	1,382,897,064.94	11,926,377.31	829,170,079.92	135,898,244.21
2042	704,543,834.66	1,408,187,718.23	11,977,245.19	829,170,079.92	113,548,951.16
2043	707,033,141.32	1,429,218,022.74	12,019,563.40	829,170,079.92	94,965,635.10
2044	709,113,549.36	1,446,584,422.93	12,054,930.34	829,170,079.92	79,644,276.01
2045	710,852,759.35	1,460,805,658.88	12,084,496.91	829,170,079.92	67,132,683.49
2046	712,296,730.44	1,472,314,086.31	12,109,044.42	829,170,079.92	57,043,679.63
2047	713,492,007.04	1,481,508,938.20	12,129,364.12	829,170,079.92	49,023,784.64
2048	714,492,133.40	1,488,766,403.80	12,146,366.27	829,170,079.92	42,749,443.25
2049	715,318,146.05	1,494,430,822.99	12,160,408.48	829,170,079.92	37,896,994.50
2050	715,991,639.96	1,498,813,464.81	12,171,857.88	829,170,079.92	34,176,397.20
2051	716,524,410.79	1,502,172,999.59	12,180,914.98	829,170,079.92	31,340,576.14
2052	716,944,365.73	1,504,734,226.36	12,188,054.22	829,170,079.92	29,192,165.07
2053	717,265,421.84	1,506,680,727.02	12,193,512.17	829,170,079.92	27,561,262.57
2054	717,508,906.51	1,508,158,762.82	12,197,651.41	829,170,079.92	26,322,572.21
2055	717,690,784.00	1,509,267,482.77	12,200,743.33	829,170,079.92	25,392,637.82
2056	717,822,231.83	1,510,068,068.99	12,202,977.94	829,170,079.92	24,721,264.81
2057	717,919,252.98	1,510,615,558.74	12,204,627.30	829,170,079.92	24,269,146.86
2058	717,988,785.61	1,510,962,471.63	12,205,809.36	829,170,079.92	23,990,584.55
2059	718,038,120.35	1,511,166,993.45	12,206,648.05	829,170,079.92	23,834,558.78
2060	718,070,739.32	1,511,279,776.37	12,207,202.57	829,170,079.92	23,753,840.30

Tabla 9.4: Aportes en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aporte personal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	Aporte patronal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	Aporte total $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	41,584,217.45	51,980,271.81	93,564,489.25
2022	79,252,430.48	99,065,538.10	178,317,968.58
2023	113,021,639.04	141,277,048.81	254,298,687.85
2024	143,024,457.65	178,780,572.07	321,805,029.72
2025	169,466,440.49	211,833,050.61	381,299,491.10
2026	192,568,813.55	240,711,016.94	433,279,830.50
2027	212,604,247.66	265,755,309.57	478,359,557.22
2028	229,858,252.89	287,322,816.12	517,181,069.01
2029	244,617,397.06	305,771,746.33	550,389,143.39
2030	257,166,524.76	321,458,155.95	578,624,680.72
2031	267,771,837.31	334,714,796.64	602,486,633.95
2032	276,684,087.19	345,855,108.99	622,539,196.17
2033	284,133,783.36	355,167,229.19	639,301,012.55
2034	290,317,605.63	362,897,007.04	653,214,612.67
2035	295,431,804.85	369,289,756.06	664,721,560.91
2036	299,640,053.34	374,550,066.68	674,190,120.02
2037	303,096,551.86	378,870,689.83	681,967,241.69
2038	305,936,478.07	382,420,597.59	688,357,075.66
2039	308,273,659.43	385,342,074.28	693,615,733.71
2040	310,204,279.60	387,755,349.50	697,959,629.09
2041	311,800,714.02	389,750,892.53	701,551,606.55
2042	313,130,593.18	391,413,241.48	704,543,834.66
2043	314,236,951.70	392,796,189.62	707,033,141.32
2044	315,161,577.49	393,951,971.87	709,113,549.36
2045	315,934,559.71	394,918,199.64	710,852,759.35
2046	316,576,324.64	395,720,405.80	712,296,730.44
2047	317,107,558.69	396,384,448.36	713,492,007.04
2048	317,552,059.29	396,940,074.11	714,492,133.40
2049	317,919,176.02	397,398,970.03	715,318,146.05
2050	318,218,506.65	397,773,133.31	715,991,639.96
2051	318,455,293.68	398,069,117.10	716,524,410.79
2052	318,641,940.33	398,302,425.41	716,944,365.73
2053	318,784,631.93	398,480,789.91	717,265,421.84
2054	318,892,847.34	398,616,059.17	717,508,906.51
2055	318,973,681.78	398,717,102.22	717,690,784.00
2056	319,032,103.03	398,790,128.79	717,822,231.83
2057	319,075,223.55	398,844,029.43	717,919,252.98
2058	319,106,126.94	398,882,658.67	717,988,785.61
2059	319,128,053.49	398,910,066.86	718,038,120.35
2060	319,142,550.81	398,928,188.51	718,070,739.32

Tabla 9.5: Beneficios en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	56,169,076.17	599,704.52	626,433.82	9,042.49	57,404,257.01
2022	116,919,860.72	1,230,724.80	1,244,239.89	18,954.69	119,413,780.11
2023	182,679,959.06	1,885,338.75	1,853,998.82	29,846.88	186,449,143.52
2024	253,567,903.36	2,547,385.85	2,455,905.12	41,769.63	258,612,963.96
2025	329,288,631.12	3,209,199.52	3,048,094.63	54,703.80	335,600,629.07
2026	408,989,484.76	3,862,859.31	3,623,925.78	68,530.37	416,544,800.21
2027	491,439,155.56	4,505,318.39	4,175,858.02	83,058.35	500,203,390.33
2028	575,186,615.36	5,131,149.95	4,697,136.33	98,045.63	585,112,947.26
2029	658,748,562.98	5,739,064.97	5,182,460.83	113,227.62	669,783,316.40
2030	740,779,688.18	6,329,919.33	5,628,196.20	128,345.57	752,866,149.28
2031	820,189,564.99	6,902,906.82	6,032,241.42	143,170.26	833,267,883.49
2032	896,204,478.64	7,459,241.54	6,394,067.56	157,521.32	910,215,309.06
2033	968,321,787.52	8,001,743.61	6,714,397.60	171,268.02	983,209,196.76
2034	1,036,176,803.32	8,518,803.52	6,994,823.89	184,310.03	1,051,874,740.75
2035	1,099,410,836.47	9,018,335.75	7,237,508.85	196,552.47	1,115,863,233.53
2036	1,157,603,026.65	9,492,748.48	7,445,019.51	207,890.72	1,174,748,685.35
2037	1,210,319,834.38	9,944,170.72	7,620,310.59	218,218.59	1,228,102,534.28
2038	1,257,222,474.90	10,375,872.39	7,766,672.57	227,449.53	1,275,592,469.39
2039	1,298,174,965.27	10,787,361.77	7,887,595.04	235,539.27	1,317,085,461.35
2040	1,333,311,341.18	11,182,413.93	7,986,626.43	242,500.24	1,352,722,881.79
2041	1,363,025,306.79	11,556,106.17	8,067,251.89	248,400.09	1,382,897,064.94
2042	1,387,887,246.85	11,914,391.19	8,132,735.31	253,344.87	1,408,187,718.23
2043	1,408,522,225.77	12,252,419.48	8,185,923.32	257,454.16	1,429,218,022.74
2044	1,425,519,210.86	12,575,229.17	8,229,140.71	260,842.19	1,446,584,422.93
2045	1,439,396,127.32	12,881,706.09	8,264,215.22	263,610.25	1,460,805,658.88
2046	1,450,589,340.97	13,166,375.14	8,292,526.00	265,844.19	1,472,314,086.31
2047	1,459,494,823.86	13,431,301.45	8,315,190.63	267,622.27	1,481,508,938.20
2048	1,466,480,187.08	13,684,041.08	8,333,158.21	269,017.42	1,488,766,403.80
2049	1,471,892,527.67	13,920,914.91	8,347,281.74	270,098.67	1,494,430,822.99
2050	1,476,042,565.67	14,141,665.73	8,358,305.50	270,927.90	1,498,813,464.81
2051	1,479,192,620.83	14,341,978.48	8,366,842.85	271,557.43	1,502,172,999.59
2052	1,481,568,310.34	14,520,459.71	8,373,424.04	272,032.27	1,504,734,226.36
2053	1,483,354,992.03	14,674,851.18	8,378,494.38	272,389.43	1,506,680,727.02
2054	1,484,698,797.39	14,804,889.53	8,382,417.82	272,658.08	1,508,158,762.82
2055	1,485,694,746.59	14,914,456.22	8,385,422.76	272,857.19	1,509,267,482.77
2056	1,486,402,925.83	15,004,509.38	8,387,634.99	272,998.79	1,510,068,068.99
2057	1,486,872,571.68	15,080,742.39	8,389,151.97	273,092.70	1,510,615,558.74
2058	1,487,155,022.36	15,144,208.83	8,390,091.26	273,149.18	1,510,962,471.63
2059	1,487,305,861.44	15,197,347.45	8,390,605.22	273,179.34	1,511,166,993.45
2060	1,487,375,002.20	15,240,734.85	8,390,846.15	273,193.17	1,511,279,776.37

## 9.4 Balance corriente y evolución de la reserva

El balance corriente que se presenta en esta sección constituye una herramienta eficiente para conocer la evolución del estado de liquidez del SCPN y determinar acciones para administrar el riesgo relacionado.

En efecto, del análisis de los gráficos 9.2 y 9.3 conjuntamente con las cifras presentadas en la tabla 9.6, se observa primeramente que en el largo plazo, tanto los flujos de ingresos como los flujos de egresos tienden a desaparecer; situación que es normal y resulta del efecto del régimen demográfico en grupo cerrado sobre la evolución de la liquidez del SCPN.

En segundo lugar, se constata que el flujo de aportes se mantiene por arriba del flujo de pagos de beneficios hasta el año 2023, luego de lo cual la situación se invierte y los egresos superan a los ingresos anualmente a un ritmo creciente hasta el año 2034 aproximadamente y decreciente en adelante. Como consecuencia se pronostica un déficit anual corriente que comienza a partir del año 2024 y se mantiene de forma permanente en todo el resto del período de proyección. Esta situación es normal y no debe ser motivo de alarma, pero si debe ser monitoreada con el fin de mantener anualmente un nivel suficiente de activos líquidos que permita cubrir el pago de los beneficios y vigilar que el balance capitalizado que representa el patrimonio anual, se mantenga positivo como se muestra en la figura 9.4.

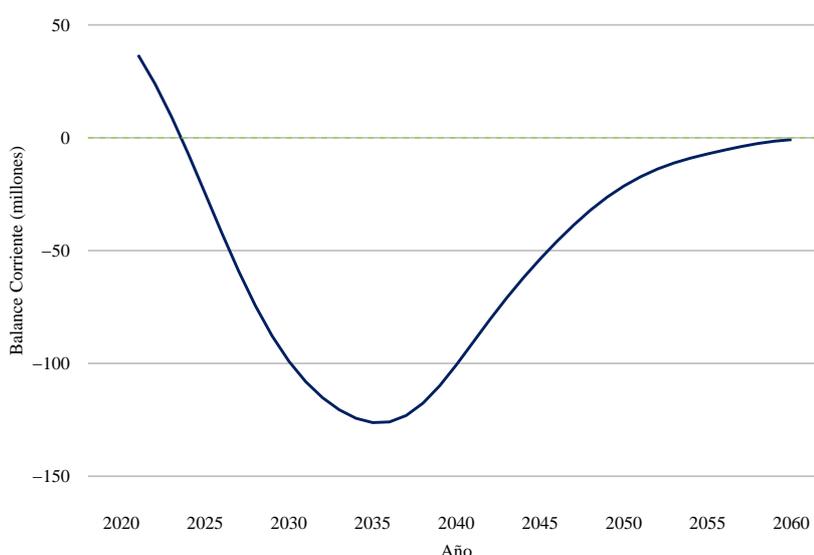


Figura 9.2: Evolución del balance corriente

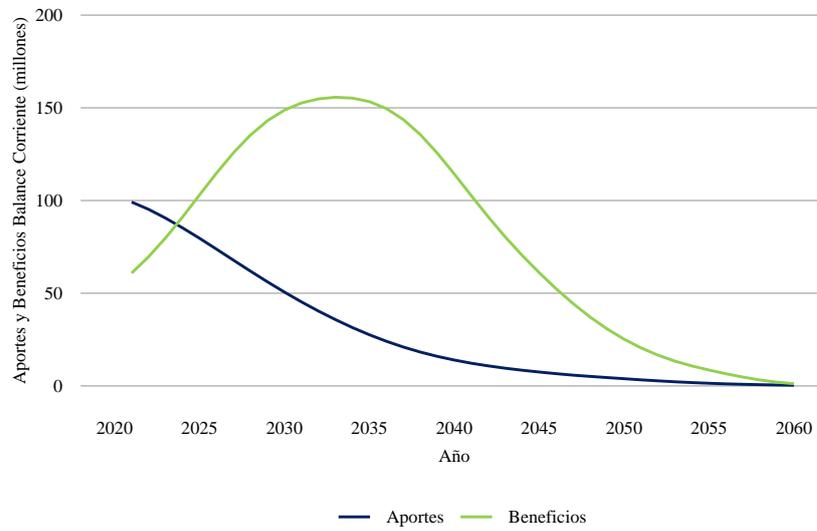


Figura 9.3: Evolución de aportes y beneficios corrientes

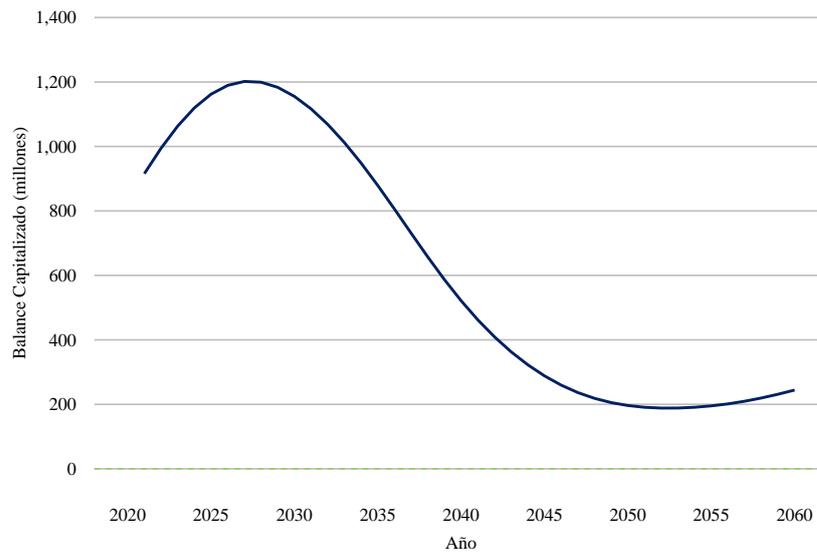


Figura 9.4: Evolución del balance capitalizado

Tabla 9.6: Proyección del balance corriente  
Valores corrientes en cada año

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92
2021	629,703,864.18	99,178,358.61	60,848,512.43	1,686,032.10	36,643,814.08	915,564,098.80
2022	604,628,630.92	95,229,009.37	69,673,900.15	1,618,893.16	23,936,216.06	994,434,160.78
2023	574,566,681.55	90,494,252.34	79,840,190.39	1,538,402.29	9,115,659.67	1,063,215,870.10
2024	541,112,389.01	85,225,201.27	91,105,160.65	1,448,828.42	-7,328,787.81	1,119,680,034.50
2025	505,504,824.98	79,617,009.93	103,026,862.62	1,353,489.17	-24,763,341.85	1,162,097,494.71
2026	468,159,396.19	73,735,104.90	114,820,853.78	1,253,496.78	-42,339,245.67	1,189,484,098.73
2027	430,369,785.24	67,783,241.17	125,791,587.52	1,152,315.10	-59,160,661.45	1,201,692,483.21
2028	392,860,900.39	61,875,591.81	135,332,933.83	1,051,885.06	-74,509,227.08	1,199,284,805.12
2029	356,218,050.40	56,104,342.94	143,048,807.11	953,773.83	-87,898,238.00	1,183,343,655.43
2030	321,051,091.92	50,565,546.98	148,788,699.89	859,614.30	-99,082,767.21	1,155,261,507.54
2031	287,600,707.48	45,297,111.43	152,626,496.12	770,050.89	-108,099,435.59	1,116,477,762.40
2032	256,188,539.36	40,349,694.95	154,833,338.25	685,944.81	-115,169,588.11	1,068,296,840.03
2033	226,995,249.77	35,751,751.84	155,690,725.89	607,779.78	-120,546,753.84	1,011,847,896.60
2034	199,728,974.87	31,457,313.54	155,246,200.05	534,774.33	-124,323,660.84	948,235,109.56
2035	175,092,514.85	27,577,071.09	153,352,146.63	468,810.21	-126,243,885.75	878,885,330.38
2036	152,720,444.95	24,053,470.08	149,589,756.74	408,908.99	-125,945,195.65	805,673,254.55
2037	132,965,216.50	20,942,021.60	143,669,792.41	356,014.37	-123,083,785.18	730,929,864.64
2038	115,801,608.07	18,238,753.27	135,552,381.14	310,058.81	-117,623,686.68	657,161,969.84
2039	101,019,639.22	15,910,593.18	125,541,175.81	270,480.08	-109,901,062.72	586,690,625.31
2040	88,453,720.54	13,931,460.99	114,294,035.22	236,834.84	-100,599,409.07	521,292,653.75
2041	77,531,148.01	12,211,155.81	102,579,054.73	207,589.65	-90,575,488.57	461,994,724.41
2042	68,460,990.15	10,782,605.95	91,135,815.39	183,304.30	-80,536,513.75	409,177,894.12
2043	60,371,608.11	9,508,528.28	80,330,498.54	161,644.98	-70,983,615.24	362,744,952.53
2044	53,482,134.42	8,423,436.17	70,315,419.32	143,198.41	-62,035,181.56	322,474,468.12
2045	47,393,425.15	7,464,464.46	61,035,706.17	126,895.90	-53,698,137.60	288,124,798.60
2046	41,709,063.11	6,569,177.44	52,356,243.68	111,676.02	-45,898,742.25	259,513,544.26
2047	36,597,062.21	5,764,037.30	44,340,756.73	97,988.63	-38,674,708.06	236,409,648.85
2048	32,459,254.54	5,112,332.59	37,097,890.35	86,909.65	-32,072,467.41	218,521,760.38
2049	28,416,869.56	4,475,656.96	30,692,020.39	76,086.17	-26,292,449.60	205,340,616.39
2050	24,560,040.28	3,868,206.34	25,171,664.58	65,759.51	-21,369,217.75	196,291,835.63
2051	20,594,046.96	3,243,562.40	20,453,185.86	55,140.56	-17,264,764.02	190,804,581.75
2052	17,207,184.97	2,710,131.63	16,528,586.75	46,072.24	-13,864,527.35	188,388,329.30
2053	13,944,210.75	2,196,213.19	13,315,212.73	37,335.62	-11,156,335.16	188,535,293.90
2054	11,209,609.51	1,765,513.50	10,717,274.90	30,013.73	-8,981,775.13	190,865,636.40
2055	8,875,721.41	1,397,926.12	8,521,717.77	23,764.74	-7,147,556.39	195,170,018.20
2056	6,799,610.07	1,070,938.59	6,522,577.75	18,205.96	-5,469,845.12	201,410,374.17
2057	5,319,892.80	837,883.12	4,728,169.12	14,244.01	-3,904,530.02	209,590,466.60
2058	4,041,392.35	636,519.29	3,175,728.15	10,820.83	-2,550,029.68	219,615,864.91
2059	3,039,492.16	478,720.02	1,984,579.02	8,138.24	-1,513,997.25	231,278,819.56
2060	2,130,218.96	335,509.49	1,160,053.27	5,703.66	-830,247.44	244,325,301.29

Tabla 9.7: Flujos corrientes de aportes  
Valores corrientes en cada año

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	44,079,270.49	55,099,088.12	99,178,358.61
2022	42,324,004.16	52,905,005.21	95,229,009.37
2023	40,219,667.71	50,274,584.64	90,494,252.34
2024	37,877,867.23	47,347,334.04	85,225,201.27
2025	35,385,337.75	44,231,672.19	79,617,009.93
2026	32,771,157.73	40,963,947.17	73,735,104.90
2027	30,125,884.97	37,657,356.21	67,783,241.17
2028	27,500,263.03	34,375,328.78	61,875,591.81
2029	24,935,263.53	31,169,079.41	56,104,342.94
2030	22,473,576.43	28,091,970.54	50,565,546.98
2031	20,132,049.52	25,165,061.90	45,297,111.43
2032	17,933,197.76	22,416,497.19	40,349,694.95
2033	15,889,667.48	19,862,084.35	35,751,751.84
2034	13,981,028.24	17,476,285.30	31,457,313.54
2035	12,256,476.04	15,320,595.05	27,577,071.09
2036	10,690,431.15	13,363,038.93	24,053,470.08
2037	9,307,565.15	11,634,456.44	20,942,021.60
2038	8,106,112.56	10,132,640.71	18,238,753.27
2039	7,071,374.75	8,839,218.43	15,910,593.18
2040	6,191,760.44	7,739,700.55	13,931,460.99
2041	5,427,180.36	6,783,975.45	12,211,155.81
2042	4,792,269.31	5,990,336.64	10,782,605.95
2043	4,226,012.57	5,282,515.71	9,508,528.28
2044	3,743,749.41	4,679,686.76	8,423,436.17
2045	3,317,539.76	4,146,924.70	7,464,464.46
2046	2,919,634.42	3,649,543.02	6,569,177.44
2047	2,561,794.35	3,202,242.94	5,764,037.30
2048	2,272,147.82	2,840,184.77	5,112,332.59
2049	1,989,180.87	2,486,476.09	4,475,656.96
2050	1,719,202.82	2,149,003.52	3,868,206.34
2051	1,441,583.29	1,801,979.11	3,243,562.40
2052	1,204,502.95	1,505,628.69	2,710,131.63
2053	976,094.75	1,220,118.44	2,196,213.19
2054	784,672.67	980,840.83	1,765,513.50
2055	621,300.50	776,625.62	1,397,926.12
2056	475,972.70	594,965.88	1,070,938.59
2057	372,392.50	465,490.62	837,883.12
2058	282,897.46	353,621.83	636,519.29
2059	212,764.45	265,955.56	478,720.02
2060	149,115.33	186,394.16	335,509.49

Tabla 9.8: Flujos corrientes de pagos de beneficios  
Valores corrientes en cada año

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	59,539,220.75	635,686.79	664,019.85	9,585.04	60,848,512.43
2022	68,259,581.52	709,014.39	694,166.90	11,137.34	69,673,900.15
2023	78,321,329.28	779,655.69	726,232.65	12,972.77	79,840,190.39
2024	89,494,396.42	835,819.20	759,892.84	15,052.20	91,105,160.65
2025	101,331,414.65	885,655.99	792,483.14	17,308.84	103,026,862.62
2026	113,057,184.15	927,228.90	816,827.48	19,613.25	114,820,853.78
2027	123,973,819.86	966,020.92	829,902.02	21,844.72	125,791,587.52
2028	133,480,727.54	997,480.43	830,838.42	23,887.44	135,332,933.83
2029	141,176,152.29	1,027,059.62	819,945.53	25,649.66	143,048,807.11
2030	146,905,251.60	1,058,130.17	798,244.17	27,073.95	148,788,699.89
2031	150,743,654.66	1,087,701.34	766,998.44	28,141.68	152,626,496.12
2032	152,956,941.06	1,119,454.76	728,065.29	28,877.14	154,833,338.25
2033	153,821,046.15	1,157,118.00	683,241.00	29,320.74	155,690,725.89
2034	153,413,673.64	1,169,022.79	634,016.90	29,486.72	155,246,200.05
2035	151,544,040.22	1,197,158.06	581,608.62	29,339.73	153,352,146.63
2036	147,828,628.37	1,205,175.17	527,150.05	28,803.15	149,589,756.74
2037	141,954,385.22	1,215,577.55	472,019.06	27,810.59	143,669,792.41
2038	133,876,043.20	1,232,222.96	417,766.74	26,348.25	135,552,381.14
2039	123,905,834.49	1,245,002.09	365,862.94	24,476.30	125,541,175.81
2040	112,687,117.53	1,266,985.80	317,607.11	22,324.79	114,294,035.22
2041	101,014,515.93	1,270,390.53	274,091.38	20,056.90	102,579,054.73
2042	89,590,931.25	1,291,093.48	235,971.95	17,818.72	91,135,815.39
2043	78,820,453.75	1,291,183.45	203,164.88	15,696.46	80,330,498.54
2044	68,819,681.72	1,307,035.32	174,984.38	13,717.89	70,315,419.32
2045	59,557,931.42	1,315,359.30	150,535.27	11,880.18	61,035,706.17
2046	50,922,215.47	1,295,068.57	128,796.59	10,163.04	52,356,243.68
2047	42,945,319.27	1,277,566.28	109,296.65	8,574.53	44,340,756.73
2048	35,706,988.27	1,291,925.84	91,844.67	7,131.56	37,097,890.35
2049	29,326,160.76	1,283,474.28	76,526.75	5,858.61	30,692,020.39
2050	23,835,706.60	1,267,880.37	63,314.90	4,762.71	25,171,664.58
2051	19,177,852.83	1,219,524.20	51,976.19	3,832.65	20,453,185.86
2052	15,331,243.04	1,151,808.35	42,471.02	3,064.34	16,528,586.75
2053	12,221,956.74	1,056,128.73	34,684.12	2,443.14	13,315,212.73
2054	9,743,966.60	942,911.40	28,448.94	1,947.96	10,717,274.90
2055	7,654,952.02	842,139.08	23,096.23	1,530.45	8,521,717.77
2056	5,769,714.75	733,685.76	18,023.63	1,153.61	6,522,577.75
2057	4,055,902.48	658,354.94	13,100.72	810.99	4,728,169.12
2058	2,585,624.75	580,987.83	8,598.53	517.03	3,175,728.15
2059	1,463,668.17	515,630.97	4,987.20	292.69	1,984,579.02
2060	711,162.33	446,270.58	2,478.14	142.22	1,160,053.27

## 9.5 Valoración del fondo de contingencia de las inversiones privativas

Con el fin de valorar el fondo de las inversiones privativas, hemos desarrollado un análisis de la evolución del fondo de inversiones privativas en los últimos 10 años, obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 9.9.

A la fecha de corte, el fondo de inversiones privativas alcanzó una inversión total de USD 471.99 millones. Es claro que los rubros IP5 e IP6 relacionados con la cartera de créditos hipotecarios, resulta ser la componente más importante de este fondo, alcanzando un monto de USD 402.97 millones, que representa algo más del 85 % del total del fondo invertido.

Conforme a la evolución proyectada del grupo demográfico asegurado presentado en la sección 6.11, constatamos que el número de asegurados activos va decreciendo en el tiempo, y en consecuencia, también decrecerá proporcionalmente la demanda por préstamos de todo tipo, particularmente la demanda de préstamos hipotecarios. Por tal razón, el fondo de inversiones privativas presentará una tendencia a la baja en el mediano plazo; tendencia que será cada año más acentuada.

Por otro lado, por tratarse de un grupo demográfico cerrado, hemos proyectado que a partir del año 2024, comenzará a producirse un déficit corriente, debido a que los ingresos del SCPN no alcanzarán a cubrir los egresos, como se aprecia en la tabla 9.6 de la sección 9.4. En esa situación el SCPN deberá tomar decisiones de desinversión para poder mantener la liquidez necesaria para financiar el pago de beneficios; decisiones que naturalmente afectarán al fondo de inversiones privativas.

En la tabla 9.10 hemos estimado que los flujos de rendimientos que generan las inversiones privativas, han alcanzado cerca de USD 40 millones, cifra que no se incrementará de manera importante en el futuro y cuya tendencia será más bien a decrecer. Aunque estos rendimientos logran cubrir gran parte del déficit corriente proyectado, llegará el instante que la presión por la necesidad de liquidez obligue a disminuir la oferta de préstamos.

Estos análisis nos conducen a recomendar que, tanto la oferta como los plazos de los préstamos hipotecarios deberán, ser cada vez más limitados conforme el grupo asegurado se vaya reduciendo. Para el corto y mediano plazos sugerimos que el plazo de los créditos no supere los 15 años, y para el largo plazo, el SCPN deberá contar con un proceso de monitoreo continuo, que permita tomar decisiones de recorte de otorgamiento de crédito y plazos, conforme a la evolución de las condiciones demográficas y de liquidez que se

presenten de cada año. Las mismas recomendaciones se extienden para todos los tipos de crédito que conforman el fondo de inversiones privativas.

Tabla 9.9: Evolución del fondo de inversiones privativas

Año	Inversiones	Monto (USD)	Rendimiento (%)
2011	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	49,378,751.40	11.69
2011	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	51,768,435.60	11.69
2011	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.00	0.00
2011	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	2,962,849.60	9.50
2011	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	33,453,054.35	9.21
2011	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	0.00	0.00
2011	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	137,563,090.95	11.04
2012	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	58,443,371.56	11.69
2012	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	71,655,693.95	11.69
2012	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.00	0.00
2012	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	2,186,395.09	9.50
2012	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	48,359,748.38	9.21
2012	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	0.00	0.00
2012	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	180,645,208.98	11.00
2013	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	74,682,667.57	11.69
2013	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	116,863,474.13	11.69
2013	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.00	0.00
2013	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	1,649,318.41	9.50
2013	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	75,635,400.49	9.21
2013	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	0.00	0.00
2013	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	268,830,860.60	10.98
2014	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	70,051,557.02	10.93
2014	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	114,049,153.21	10.93
2014	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.00	0.00
2014	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	1,742,000.51	9.36
2014	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	149,473,762.58	7.98
2014	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	0.00	0.00
2014	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	335,316,473.32	9.61
2015	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	61,979,941.07	10.93
2015	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	88,342,242.52	10.93
2015	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.00	0.00
2015	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	1,335,166.37	9.36
2015	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	175,671,787.37	7.98
2015	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	0.00	0.00

continúa...

Año	Inversiones	Monto (USD)	Rendimiento (%)
2015	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	327,329,137.33	9.34
2016	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	34,313,828.43	10.93
2016	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	63,384,772.23	10.93
2016	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	0.00	0.00
2016	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	951,791.93	9.36
2016	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	174,427,270.31	7.98
2016	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	0.00	0.00
2016	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	273,077,662.90	9.04
2017	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	34,409,134.66	10.58
2017	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	36,837,071.08	10.93
2017	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	842,734.97	10.13
2017	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	557,184.02	8.98
2017	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	187,826,295.88	7.81
2017	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	36,399,615.69	7.98
2017	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	296,872,036.30	8.55
2018	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	35,026,473.67	10.54
2018	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	18,680,384.34	10.93
2018	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	1,829,114.95	10.13
2018	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	680,103.93	8.98
2018	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	248,725,150.19	7.85
2018	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	73,057,564.81	7.98
2018	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	377,998,791.89	8.29
2019	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	48,503,138.18	10.58
2019	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	13,112,611.03	10.93
2019	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	1,084,047.14	10.13
2019	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	1,214,771.08	8.98
2019	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	306,802,836.07	7.87
2019	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	101,540,365.73	7.98
2019	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	472,257,769.23	8.26
2020	IP.1 PRESTAMOS ORDINARIOS	56,277,533.89	10.61
2020	IP.2 PRESTAMOS EXTRAORDIANRIOS	11,397,790.17	10.93
2020	IP.3 CONVENIOS (PREST. EXTRAORDINARIOS)	290,553.69	10.13
2020	IP.4 PRESTAMOS PRENDARIOS	1,050,955.93	8.98
2020	IP.5 PRESTAMOS HIPOTECARIOS	335,737,058.05	7.88
2020	IP.6 CONSOLIDACION DE DEUDAS (PREST. HIPOT.)	67,231,896.15	7.98
2020	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	471,985,787.88	8.29

Tabla 9.10: Flujos de rendimientos financieros del fondo de inversiones privadas

Año	Inversiones	Monto (USD)	Rendimiento (USD)
2011	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	137,563,090.95	15,186,603.18
2012	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	180,645,208.98	19,870,221.12
2013	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	268,830,860.60	29,514,449.60
2014	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	335,316,473.32	32,213,265.13
2015	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	327,329,137.33	30,573,794.87
2016	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	273,077,662.90	24,686,840.95
2017	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	296,872,036.30	25,382,134.29
2018	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	377,998,791.89	31,338,791.19
2019	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	472,257,769.23	39,026,435.83
2020	TOTAL INVERSIONES PRIVATIVAS (IP)	471,985,787.88	39,149,325.39

## 10 Análisis de sensibilidad

### 10.1 Análisis de variación en la reserva inicial

A continuación, en el gráfico 10.1 y tabla 10.1, presentamos un comparativo del Escenario 1, definido en el capítulo 9 con un nuevo Escenario 2, en el cual se mantienen los mismos parámetros, con excepción de la reserva inicial. Así, en el Escenario 2, hemos utilizado como reserva inicial el valor total del patrimonio contable del SCPN a la fecha de valuación que alcanza USD 944.54 millones, que es más alto que el fondo ordinario.

De esta forma medimos la sensibilidad del resultado del balance actuarial ante esta variación de 14.00% de la reserva inicial.

Como es de esperar, al considerar una reserva inicial más grande, el resultado es más optimista, alcanzando un superávit de USD 139.12 millones, que representa un nivel de fondeo del 109.13%.

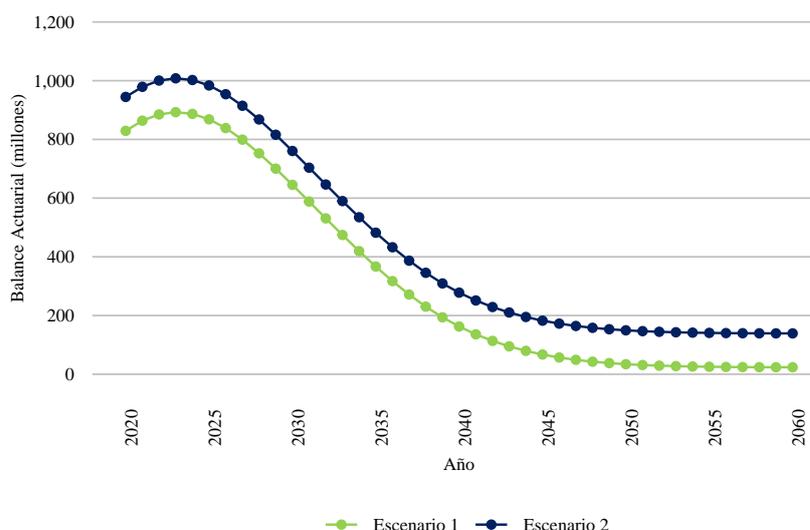


Figura 10.1: Balance actuarial - Análisis reserva

Componente	Escenario 1	Escenario 2
	Valor (USD)	
Reserva inicial	829,170,079.92	944,537,001.69
Aportes personal	319,142,550.81	319,142,550.81
Aporte patronal	398,928,188.51	398,928,188.51
Aportes totales	718,070,739.32	718,070,739.32
Activo actuarial	1,547,240,819.24	1,662,607,741.01
Beneficios cesantía	1,487,375,002.20	1,487,375,002.20
Beneficios muertos en servicio	15,240,734.85	15,240,734.85
Beneficios muertos otras causas	8,390,846.15	8,390,846.15
Beneficios Beneficios por invalidez	273,193.17	273,193.17
Beneficios totales	1,511,279,776.37	1,511,279,776.37
Gastos administrativos	12,207,202.57	12,207,202.57
Pasivo actuarial	1,523,486,978.94	1,523,486,978.94
Balance actuarial	23,753,840.30	139,120,762.07

Tabla 10.1: Balance actuarial - Análisis reserva

## 10.2 Análisis de sensibilidad de la tasa actuarial

A continuación, realizamos un análisis de sensibilidad respecto a la tasa actuarial.

En el gráfico 10.2 y la tabla 10.2, presentamos un comparativo del Escenario 1, definido en el capítulo 9, con dos nuevos escenarios 3 y 4 respectivamente. En el escenario 3 consideramos un que la tasa actuarial sufre una baja de 100 puntos básicos, llegando a 5.00 %; mientras que en el escenario 4, suponemos que la tasa actuarial sube 100 puntos básicos, hasta 7.00 %.

Observamos que la variación de la tasa actuarial produce efectos importantes en el resultado actuarial. Si la tasa actuarial baja 100 pb, la situación del seguro se vuelve deficitaria, alcanzando un déficit de USD -105.10 millones, con un nivel de fondeo de 93.82 %. En cambio, si la tasa actuarial sube 100 pb, la situación del seguro se mantiene superavitaria, alcanzando un superávit de USD 132.38 millones, con un nivel de fondeo de 109.65 %.

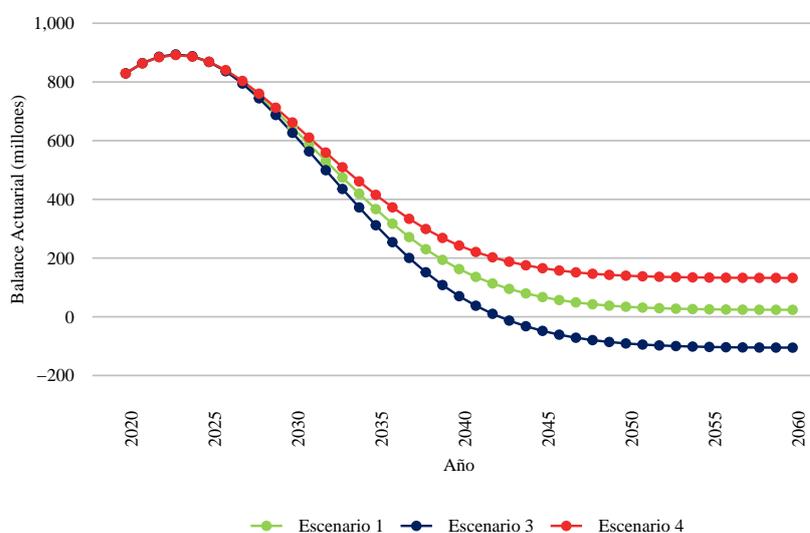


Figura 10.2: Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa actuarial

Componente	Escenario 1	Escenario 3	Escenario 4
Reserva inicial	829,170,079.92	829,170,079.92	829,170,079.92
Aportes personal	319,142,550.81	340,285,556.06	300,288,622.87
Aporte patronal	398,928,188.51	425,356,945.07	375,360,778.59
Aportes totales	718,070,739.32	765,642,501.12	675,649,401.46
Activo actuarial	1,547,240,819.24	1,594,812,581.04	1,504,819,481.38
Beneficios cesantía	1,487,375,002.20	1,659,917,704.40	1,339,600,819.35
Beneficios muertos en servicio	15,240,734.85	17,545,234.17	13,364,165.92
Beneficios muertos otras causas	8,390,846.15	9,128,119.96	7,744,634.96
Beneficios Beneficios por invalidez	273,193.17	306,095.24	245,093.66
Beneficios totales	1,511,279,776.37	1,686,897,153.78	1,360,954,713.89
Gastos administrativos	12,207,202.57	13,015,922.52	11,486,039.82
Pasivo actuarial	1,523,486,978.94	1,699,913,076.29	1,372,440,753.72
Balance actuarial	23,753,840.30	-105,100,495.25	132,378,727.66

Tabla 10.2: Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa actuarial

### 10.3 Análisis de sensibilidad de la tasa de crecimiento de los beneficios

En esta parte, medimos la sensibilidad del resultado actuarial, frente a variaciones de la tasa de incremento de los beneficios, que en el contexto de este estudio equivale a las

variaciones de los incrementos de la cuantía básica.

En el gráfico 10.3 y tabla 10.3, presentamos un comparativo del Escenario 1, definido en el capítulo 9 con los nuevos Escenario 5 y Escenario 6. En el escenario 5 suponemos una variación positiva de 100 pb en la tasa de crecimiento de la cuantía básica, la cuál alcanza el 2.00 %; y, en el escenario 6, la tasa de crecimiento de la cuantía básica se asume que cae 100 puntos básicos hasta 4.00 %.

Los efectos de las variaciones indicadas son los siguientes: si la tasa de incremento de la cuantía básica baja hasta 2.00 %, la situación actuarial del seguro se mantiene superavitaria, alcanzando un superávit de USD 132.38 millones, con un nivel de fondeo de 111.51 %. Pero, si la tasa de incremento de la cuantía básica se incrementa a 4.00 %, la situación del seguro se vuelve deficitaria, alcanzando un déficit de USD -132.24 millones, con un nivel de fondeo de 92.13 %.

Complementado estos resultados con aquellos de la sección 10.1, podemos concluir que si consideramos como reserva inicial el valor total del patrimonio a la fecha de valuación, el seguro puede resistir un incremento de la cuantía básica hasta 4.00 % sin comprometer su equilibrio actuarial.

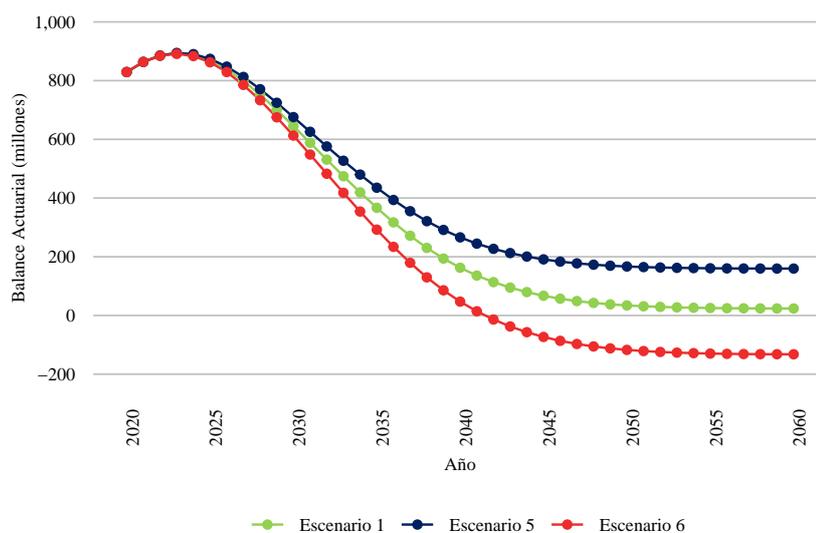


Figura 10.3: Balance actuarial clásico -Análisis sensibilidad tasa de crecimiento cuantía básica

<b>Componente</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 5 Valor (USD)</b>	<b>Escenario 6</b>
Reserva inicial	829,170,079.92	829,170,079.92	829,170,079.92
Aportes personal	319,142,550.81	319,142,550.81	319,142,550.81
Aporte patronal	398,928,188.51	398,928,188.51	398,928,188.51
Aportes totales	718,070,739.32	718,070,739.32	718,070,739.32
Activo actuarial	1,547,240,819.24	1,547,240,819.24	1,547,240,819.24
Beneficios cesantía	1,487,375,002.20	1,353,760,997.50	1,640,567,681.64
Beneficios muertos en servicio	15,240,734.85	13,428,281.29	17,425,331.51
Beneficios muertos otras causas	8,390,846.15	7,869,439.08	8,978,439.79
Beneficios Beneficios por invalidez	273,193.17	246,470.37	303,831.70
Beneficios totales	1,511,279,776.37	1,375,305,188.24	1,667,275,284.64
Gastos administrativos	12,207,202.57	12,207,202.57	12,207,202.57
Pasivo actuarial	1,523,486,978.94	1,387,512,390.81	1,679,482,487.21
Balance actuarial	23,753,840.30	159,728,428.43	-132,241,667.97

Tabla 10.3: Balance actuarial clásico - Análisis sensibilidad tasa de crecimiento cuantía básica



# 11 Conclusiones y recomendaciones

---

Hemos logrado desarrollar de manera satisfactoria el estudio *Estudios y balances actuariales para valorar la sustentabilidad y sostenibilidad de los fondos administrados del Servicio de Cesantía de la Policía Nacional*, con fecha de corte al 2020-12-31.

El presente informe se presenta en el contexto del contrato de consultoría RE-APJ-SCPN-15-2020, firmado con fecha 28 de diciembre 2020, entre el Servicio de Cesantía de la Policía Nacional del Ecuador en calidad de contratante y la compañía Vélez y Vélez Enterprise Risk Management S.A. (**risko**) como contratista.

El presente documento constituye el *INFORME DEL ESTUDIO ACTUARIAL* y corresponde al segundo producto, que constituye el producto final de la consultoría.

Conforme con los objetivos específicos de la consultoría, este estudio cumple con las disposiciones emitidas por la Superintendencia de Bancos.

## 11.1 Conclusiones

### Marco legal

1. Este estudio fue desarrollado dentro de un marco legal general definido principalmente por la *LSSPN* [7], *RLSSPN* [20], *Ley de Fortalecimiento a los regímenes especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional* [3], *LSCPN* [5], *RLSCPN* [18], además de otras leyes y reglamentos aplicables.
2. Más allá de realizar un análisis jurídico interpretativo de las leyes y reglamentos pertinentes, para este estudio nos basamos en un “escenario legal operativo”, esto es, un escenario donde la aplicación de las distintas disposiciones legales y reglamentarias vigentes a la fecha de valuación, esté acorde con la realidad operativa actual y futura que permitirá el funcionamiento del SCPN en el horizonte de análisis.
3. Hemos constatado que la normativa legal no define con precisión el sistema de financiamiento ni el esquema de prestaciones del SCPN; por lo cual, considerando la estructura operativa del SCPN y la fórmula de cálculo de beneficios, consideramos

en este estudio la siguiente estructura actuarial *ad hoc*:

**Sistema de financiamiento:** capitalización colectiva,

**Esquema de prestaciones:** prestaciones definidas, y

**Régimen demográfico:** grupo cerrado.

4. Durante el desarrollo del presente estudio, tuvo lugar un evento subsecuente importante derivado de la sentencia en el Caso No. 83-16-IN y acumulados, dictada por la Corte Constitucional que declaró la inconstitucionalidad de la Ley de Fortalecimiento a los Regímenes Especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional. Al respecto mencionamos que los efectos de esta sentencia no han sido considerados en el desarrollo del presente estudio, que se sustenta en las leyes y reglamentos que se encontraban vigentes a la fecha de corte.

## Contexto macroeconómico

1. Para el desarrollo de este estudio actuarial, se definió un escenario económico futuro, caracterizado por un conjunto de variables que fueron proyectadas en el horizonte de estudio, en el cual se realizó el esfuerzo para pronosticar de alguna manera los efectos de la pandemia de COVID-19 en la economía, ya que la gravedad de la situación impide vislumbrar la situación económica futura, sin un alto grado de incertidumbre. El modelo macroeconómico utilizado se sustenta en una serie temporal multivariante, con la finalidad de incluir la interacción entre las diferentes variables económicas a través del tiempo y sus correlaciones.
2. Como acuerdo generalizado, en América Latina y particularmente en Ecuador, se esperan variaciones substanciales en la estructura de empleo, los niveles de salarios y el presupuesto estatal; lo cual afectará de manera directa, la situación futura del SCPN.
3. La estabilidad financiera del SCPN está fuertemente ligada a los aportes individuales, aportes patronales y rendimientos de las inversiones. De esta situación se deriva el principal riesgo que se enfrenta a la fecha de valuación, el cual se resume en el alto grado de incertidumbre de las condiciones económicas futuras que pueden producir desviaciones importantes en los resultados de este estudio y en la estabilidad financiera del SCPN.
4. Un resumen de las principales variables que definen el contexto macroeconómico del presente estudio se presentan en la tabla 11.1.

Inflación (%)	Variación PIB (%)	Variación SBU (%)	Tasa activa (%)	Tasa pasiva (%)	Tasa salarial (%)
1.77	0.78	0.51	6.55	4.05	0.46

Tabla 11.1: Valores estimados promedio

5. Como supuesto macroeconómico importante, supondremos que el sistema de dolarización de la economía ecuatoriana se mantendrá vigente en todo el horizonte de análisis.

## Hipótesis actuariales

1. El resumen de hipótesis actuariales utilizadas en este estudio se presenta en la tabla 11.2.

Hipótesis	Descripción
Fecha de valuación	2020-12-31
Horizonte de análisis	40 años
Reserva inicial	829,170,079.92
Tasa actuarial	6.00 %
Incremento de remuneraciones	2.00 %
Incremento de beneficios	3.00 %
Tablas biométricas	Tablas SCPN-2020

Tabla 11.2: Hipótesis actuariales

2. El incremento de beneficios corresponde a la tasa de incremento de la cuantía básica, ya que la fórmula de cálculo de la bonificación se mantiene sin alteración en el horizonte de proyección.

## Contexto demográfico

1. Una de las hipótesis demográficas fundamentales para este análisis actuarial, es que la población amparada por el SCPN se considera en grupo cerrado, es decir que no se renovará en el futuro, y en consecuencia, llegará un momento en el cual el grupo de asegurados deberá extinguirse debido a los decrementos demográficos naturales que hemos considerado en el diseño del modelo actuarial, medidos en base a tablas biométricas.

2. Las tablas biométricas utilizadas en este estudio fueron calculadas a la fecha de valuación, en base a la experiencia observada de la población asegurada, durante los últimos diez años. Se calcularon las tablas correspondientes a las probabilidades anuales asociadas con los riesgos que enfrentan los asegurados, esto es: mortalidad, cesantía, invalidez o fallecimiento en actos de servicio, invalidez o fallecimiento fuera de actos de servicio y ascenso.
3. Las escalas de remuneraciones de los servidores activos de la Policía Nacional, se han mantenido sin variación desde el año 2012. Sin embargo, los niveles promedios de remuneraciones han presentado incrementos en el período de observación, debido al efecto de ascensos de grados, incremento natural del tiempo de servicios y entradas y salidas de personal. Así, el promedio global de salarios creció en 1.93 % en el año 2020.

## Situación actual

1. A la fecha de valuación, el SCPN mantiene un portafolio de inversiones con riesgo bien controlado, cuyo rendimiento promedio en los últimos diez años se sitúa en 7.82 % anual. Este rendimiento resulta superior a la tasa actuarial de los estudios previos, por lo cual no se vislumbra efectos adversos si se mantienen las políticas de control de inversiones aplicadas actualmente.
2. El Seguro de Cesantía estará constituido por la cuantía básica y la bonificación, las que serán fijadas anualmente por la Junta Directiva.
3. Durante los últimos diez años, por un lado, la fórmula de cálculo de la bonificación se ha mantenido sin alteración; y por otro lado, la cuantía básica ha tenido incrementos medidos, (en promedio 2.85 % para oficiales y 3.08 % para clases y policías); observando que en los años 2017, 2018 y 2019 no hubo variaciones y en el año 2020 el aumento fue de solo 1.00 %. Así, las variaciones de la cuantía básica han determinado el incremento de los beneficios en el período observado.
4. A nivel global, el número promedio de cesantes anuales, que cobraron alguno de los beneficios (incluyendo aquellos cuyo pago se encuentra pendiente) en el período observado es de 1,344 bajas, habiendo llegado a un máximo de 1,986 en el año 2014 y a un mínimo de 912 en el año 2012.
5. En lo que se refiere a montos individuales de beneficios pagados de cesantía, el beneficio promedio para el grupo de oficiales alcanzó USD 106,967; y para clases

y policías el promedio fue de USD 52,535; arrojando un promedio general de USD 56,710. En el total se determinó que el desembolso promedio anual para pago de beneficios alcanza los USD 64.02 millones.

## Principales resultados

1. Para el año 2021 hemos determinado que se tendrán 4,890 potenciales cesantes. Además, en un período de 17 años, eso es para el año 2037, toda la población asegurada actual tendrá el derecho adquirido para acceder al beneficio de cesantía. Por lo tanto, considerando que el grupo demográfico es cerrado, podemos concluir que en 17 años aproximadamente el grupo asegurado podría potencialmente llegar a extinguirse.
2. La extensión del período de extinción más allá de 17 años, dependerá de las políticas de cupos que año tras año permitirán el acceso a la cesantía, así como la demanda de acceso a los beneficios por parte del personal activo en diferentes circunstancias. Por tal razón, hemos considerado un horizonte de 40 años, y en caso de mantenerse las políticas similares a las observadas en años anteriores, las proyecciones indican que habrá todavía un pequeño grupo de miembros policiales activos al final de este horizonte.
3. Se desarrolló un análisis actuarial que permite tener una visión completa del desarrollo financiero futuro del SCPN en horizonte de 40 años. Para esto, la valuación actuarial, materia del presente estudio, fue realizada con dos claros objetivos:
  - El primero, es medir la situación actuarial del SCPN del punto de vista de la solvencia, para lo cual se emplea como herramienta el balance actuarial dinámico, que arroja una comparación de los montos de ingresos futuros más las reservas actuales con los montos de los egresos futuros. En este caso, todas las cifras son calculadas de forma anual hasta el final del horizonte de análisis en valores actuariales presentes. Puesto que el horizonte de análisis abarca 40 años, en la práctica fueron calculados 40 balances actuariales proyectados desde 1 a 40 años futuros. A partir de esos balances, se puede apreciar la evolución actuarial y financiera del SCPN de forma dinámica.
  - Como segundo objetivo, se busca complementar el análisis anterior, proyectando la evolución de los flujos que determinan el estado de liquidez del SCPN. Con esta finalidad, se realiza una proyección tanto de los flujos de ingresos y

egresos corrientes, como de los balances corrientes anuales y la evolución de las reservas actuales capitalizadas, para cada año del horizonte de estudio.

4. Los resultados del balance actuarial nos permiten concluir que el SCPN presenta una situación de superávit actuarial que alcanza los 23.75 millones, indicando un claro equilibrio actuarial de flujos financieros futuros y la reserva inicial. Es importante recordar que en este escenario hemos considerado como reserva inicial el valor del “fondo ordinario” que alcanza los 829.17 millones, monto un tanto más bajo que el patrimonio total del SCPN a la fecha de valuación. Además suponemos un incremento de beneficios del 3.00 % que equivale al incremento promedio proyectado de la cuantía básica en todo el horizonte de análisis. Así, para el horizonte de proyección utilizado, el cociente de activos actuariales respecto de los pasivos actuariales, conocido como el “nivel de fondeo”, alcanza un 101.58 %.
5. Utilizando la técnica del balance actuarial dinámico, hemos calculado un balance actuarial para cada año dentro del horizonte de análisis, lo cual permite tener una visión dinámica de cómo se va generando el déficit o superávit actuarial hasta el final de horizonte. El resultado indica que en todo el horizonte el SCPN goza de un buen nivel de solvencia que determina un superávit actuarial en todos los años del horizonte de proyección.
6. Podemos aseverar entonces que no se vislumbra ningún evento desfavorable que pueda afectar la solvencia del fondo en el largo plazo, y por tanto, el riesgo de insolvencia está debidamente controlado, lo cual garantiza la sostenibilidad del SCPN y su capacidad para honrar el pago los beneficios de sus asegurados en el largo plazo.
7. De forma complementaria al balance actuarial, hemos proyectado el balance corriente, que constituye una herramienta eficiente para conocer la evolución del estado de liquidez del SCPN y determinar acciones para administrar el riesgo relacionado. Como resultado se obtuvo que en el largo plazo, tanto los flujos de ingresos como los flujos de egresos tienden a desaparecer; situación que es normal y resulta del efecto del régimen demográfico en grupo cerrado sobre la evolución de la liquidez del SCPN.
8. Se constata también que el flujo de aportes se mantiene por arriba del flujo de pagos de beneficios hasta el año 2023, luego de lo cual la situación se invierte y los egresos superan a los ingresos anualmente a un ritmo creciente hasta el año 2034 aproximadamente y decreciente en adelante. Como consecuencia se pronostica un

déficit anual corriente que comienza a partir del año 2024 y se mantiene de forma permanente en todo el resto del período de proyección. Esta situación es normal y no debe ser motivo de alarma, pero si debe ser monitoreada con el fin de mantener anualmente un nivel suficiente de activos líquidos que permita cubrir el pago de los beneficios y vigilar que el balance capitalizado que representa el patrimonio anual, se mantenga positivo.

9. Debido a la dinámica demográfica de la población asegurada, se espera que en el mediano plazo tanto el nivel de ingresos financieros por aportes, como el nivel de egresos por pago de beneficios y gastos administrativos, presenten una tendencia persistente a la baja. Así mismo, el patrimonio del SCPN deberá presentar en algún momento futuro un efecto de descapitalización, pues las reservas serán exigidas para el pago de los beneficios. De manera teórica, podemos aseverar que el patrimonio llegará a agotarse en el momento que se extinga la población asegurada.
10. De los análisis de sensibilidad efectuados, concluimos que las posibles variaciones de la tasa actuarial y la tasa de incremento de beneficios (equivalente al incremento de la cuantía básica en este estudio), son factores claves que deben ser cuidadosamente monitoreados, pues sus variaciones adversas pueden llevar al SCPN a una situación de déficit actuarial.
11. En todo caso, los resultados obtenidos permiten concluir que si consideramos como reserva inicial el valor total del patrimonio a la fecha de valuación, el seguro puede resistir un incremento de la cuantía básica hasta 4.00 % sin comprometer su equilibrio actuarial. A nuestro criterio, este incremento del beneficio de cesantía resulta razonable en el contexto económico proyectado del país. El incremento se aplicaría por igual a todos los asegurados, con la finalidad de garantizar que se ha considerado las mismas variables que en los años anteriores, de acuerdo al esfuerzo de aportación de cada grupo jerárquico y variables que recogen las características de la población.

## 11.2 Recomendaciones

1. Debido a las posibles desviaciones que puedan producirse en la macroeconomía del país, a causa de la pandemia, se recomienda que el SCPN incremente la frecuencia y nivel de detalle de los procesos de monitoreo de los diferentes riesgos que pueden afectar su estabilidad financiera, incluyendo la realización de estudios actuariales.

2. Para estudios futuros, exhortamos la utilización de las herramientas actuariales empleadas en el presente análisis, esto es, la metodología de los balances actuariales dinámicos que permite evaluar la situación de la solvencia, complementada con la proyección de flujos y balances corrientes que permitirá evaluar el estado de la liquidez del SCPN y planificar de mejor manera la duración de los activos del portafolio de inversiones.
3. Se recomienda que el área encargada de planificar las inversiones utilice las proyecciones de los flujos corrientes presentados en este estudio, como parte de sus análisis para definir sus estrategias de inversión, con la finalidad de lograr el calce de los flujos de efectivo generados por las inversiones, con las necesidades de flujos destinados al pago de beneficios. Para desarrollar esta tarea es aconsejable disponer de una herramienta de gestión de activos y pasivos<sup>1</sup>
4. Debido a que la población asegurada disminuirá paulatinamente, se recomienda desarrollar un plan de gastos administrativos que deberá ser acorde a las necesidades reales del SCPN.
5. Considerando que las proyecciones indican que el seguro enfrentará un déficit corriente en el mediano plazo, se sugiere planificar la realización del portafolio de activos fijos y el consecuente traspaso de los fondos de reserva y fondo extraordinario hacia el fondo ordinario respetando desde luego los lineamientos legales pertinentes.
6. Considerando un índice de inflación de  $-0.93\%$  al cierre del ejercicio 2020, y una tasa actuarial del año anterior del  $4.00\%$ , recomendamos que el incremento de la cuantía básica para el ejercicio 2021 alcance un máximo de  $4.00\%$ .
7. Respecto a la bonificación, para el ejercicio 2021 se recomienda que se mantenga, sin alteración, la misma fórmula que ha venido siendo aplicada en los años anteriores.
8. En resumen, el incremento total del beneficio que otorga el SCPN, tendría un incremento máximo total del  $4.00\%$ , lo cual permite dar cumplimiento a la disposición legal en el sentido que el incremento anual no será inferior a la tasa técnica actuarial promedio del año inmediato anterior. Naturalmente, la decisión final deberá ser tomada por la Junta Directiva, considerando estos resultados de este estudio además de la disponibilidad presupuestaria, así como los estudios económicos, financieros y legales que sean necesarios.

---

<sup>1</sup>Modelo ALM por las siglas en inglés de *Assets & Liabilities Management*.

9. Considerando que el promedio de cesantes está alrededor de 1,129 en los últimos 10 años, pero que los potenciales cesantes para el año 2021 llegan a 4,890, recomendamos un incremento de cupos para el año 2021, entre 5 % y 7 % de este cupo promedio, a menos que existan razones de otra índole que sustenten una decisión fuera de este rango. De esta manera, en 2021, se esperaría conceder el cupo para acceder al beneficio normal de cesantía a aproximadamente 1,200 activos, lo cual representa 24.5 % del grupo de activos que alcanzan a cumplir los requisitos mínimos para tener derecho a la cobertura.
10. Para años posteriores al 2021, se recomienda considerar un incremento de cupos acorde con la población que haya adquirido los beneficios, con la finalidad de satisfacer la demanda de cupos que se verá incrementada de forma importante en los años subsiguientes.
11. Para estudios futuros, exhortamos la utilización de las herramientas actuariales empleadas en el presente análisis, esto es, la metodología de los balances actuariales dinámicos que permite evaluar la situación de la solvencia, complementada con la proyección de flujos y balances corrientes que permitirá evaluar el estado de la liquidez del SCPN y planificar de mejor manera la duración de los activos del portafolio de inversiones.
12. Debido a que la población asegurada disminuirá paulatinamente, se recomienda desarrollar un plan de gastos administrativos que deberá ser acorde a las necesidades reales del SCPN.
13. Considerando que las proyecciones indican que el seguro enfrentará un déficit corriente en el mediano plazo, se sugiere planificar la realización del portafolio de activos fijos y el consecuente traspaso de los fondos de reserva y fondo extraordinario hacia el fondo ordinario respetando desde luego los lineamientos legales pertinentes.
14. Luego del fallo de la corte Constitucional, se recomienda que a la brevedad posible, el SCPN planifique la realización de nuevos estudios actuariales que permitan medir los efectos de los cambios legales derivados de la declaración de inconstitucionalidad de la *Ley de Fortalecimiento a los regímenes especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional* [3].



## 12 Opinión actuarial

---

### 12.1 Calidad y suficiencia de los datos

Los datos utilizados en este estudio fueron sometidos a un proceso de validación, en el que participaron el actuario responsable y la contraparte del SCPN de manera conjunta.

De esta forma, se llegó a establecer las bases finales que fueron utilizadas, las cuales tienen una calidad suficiente para sustentar los diversos cálculos y en consecuencia las cifras que se presentan en este estudio.

### 12.2 Razonabilidad de las hipótesis

La óptica general del estudio se basa en criterios conservadores de prudencia, por lo cual las hipótesis utilizadas han sido establecidas desde una posición conceptual moderada.

Hemos usado técnicas estadísticas y actuariales que permitieron establecer varios factores de manera razonable de acuerdo al principio de *best estimate*. Además, en la sección 8.9 se realizó un análisis de la coherencia económica de varios de los principales parámetros, con lo cual aseguramos que el estudio fue realizado sobre un conjunto de hipótesis sólidas en los escenarios analizados.

En el estudio se usaron tablas biométricas (Ver capítulo 6) que permiten incluir en el análisis las probabilidades de decrementos múltiples de la población asegurada. Estas tablas fueron elaboradas considerando la experiencia demográfica de los asegurados a la fecha de corte.

### 12.3 Idoneidad de la metodología empleada

La metodología empleada se basa en el cálculo del balance actuarial dinámico. Esta metodología como hemos visto permite establecer el balance actuarial clásico pero además su evolución en varios horizontes de tiempo.

Esta metodología ha sido recomendada internacionalmente por organismos como la **OIT**

y la **AISS**, por lo cual consideramos que es una metodología idónea.

### **Fecha de valuación**

- La información de base para este estudio fue cortada al 2018-12-31.
- El período de proyección de este estudio es de 40 años, desde 2018-12-31 hasta el 2058-12-31.

## **12.4 Responsable del estudio y equipo de trabajo**

Declaramos que de acuerdo a las resoluciones aplicables emitidas por la Superintendencia de Bancos, este estudio actuarial ha sido realizado bajo la responsabilidad de la empresa Vélez y Vélez Enterprise Risk Management S.A. (**risko**), con número de RUC 1792465303001; en fé de lo cual, suscribe su representante legal en la ciudad de Quito, el 26 de marzo de 2021.

### **Firma de responsabilidad**

**Leonardo Vélez Aguirre, MSc.**

**Actuario**

Gerente General y Representante Legal

### **Calificaciones**

- Calificación del actuario: Oficio No. SB-DTL-2019-1118-O
- Calificación de la empresa: Oficio No. SB-DTL-2019-1119-O

## Empresa responsable

**Empresa:** Vélez y Vélez Enterprise Risk Management S.A.  
**Dirección:** Av. 12 de Octubre E1080 y Lizardo García, Of. 6B  
**Ciudad:** Quito, Ecuador  
**Teléfono:** 593-2-3230221  
**Celular:** 593-9-9930947  
**email:** risko@webrisko.com  
**Calificaciones:** Calificada por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros  
Calificada por la Superintendencia de Bancos

## Equipo técnico

**Actuario principal:** **Leonardo Vélez Aguirre**  
**Título:** Master Especializado en Ciencias Actuariales  
**Institución:** Universidad Católica de Lovaina, Bélgica  
**Calificaciones:** Calificado por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros  
Calificado por la Superintendencia de Bancos  
Miembro del Instituto de Actuarios de Bélgica  
Miembro de la Asociación Ecuatoriana de Actuarios  
**email:** leonardo.velez@webrisko.com

**Actuario:** **Felipe Aguirre Ramírez**  
**Título:** Ingeniero Matemático  
**Institución:** Escuela Politécnica Nacional del Ecuador  
**Calificaciones:** Calificado por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros  
**email:** felipe.aguirre@webrisko.com

**Actuario:** **Pedro Guarderas Ortiz**  
**Título:** Master en Matemáticas Aplicadas  
**Institución:** Universidad Jean Monnet, Saint-Étienne, Francia  
**email:** pedro.guarderas@webrisko.com



# **Anexos**



## A Pirámides de la proyección de la población

En las siguientes pirámides poblacionales se puede ver la evolución de la población proyectada del SCPN, cada 5 años, hasta el horizonte de estudio. La información de la pirámide de cotizantes para el año 2020 puede ser consultada en la tabla 5.5 de la sección 5.2.3.

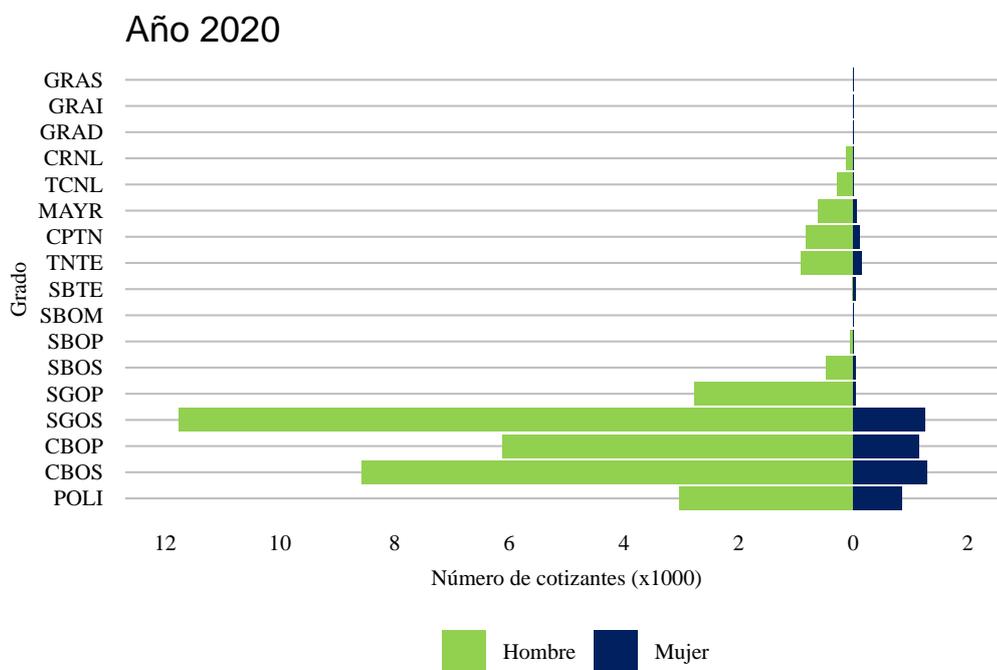


Figura A.1: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2020

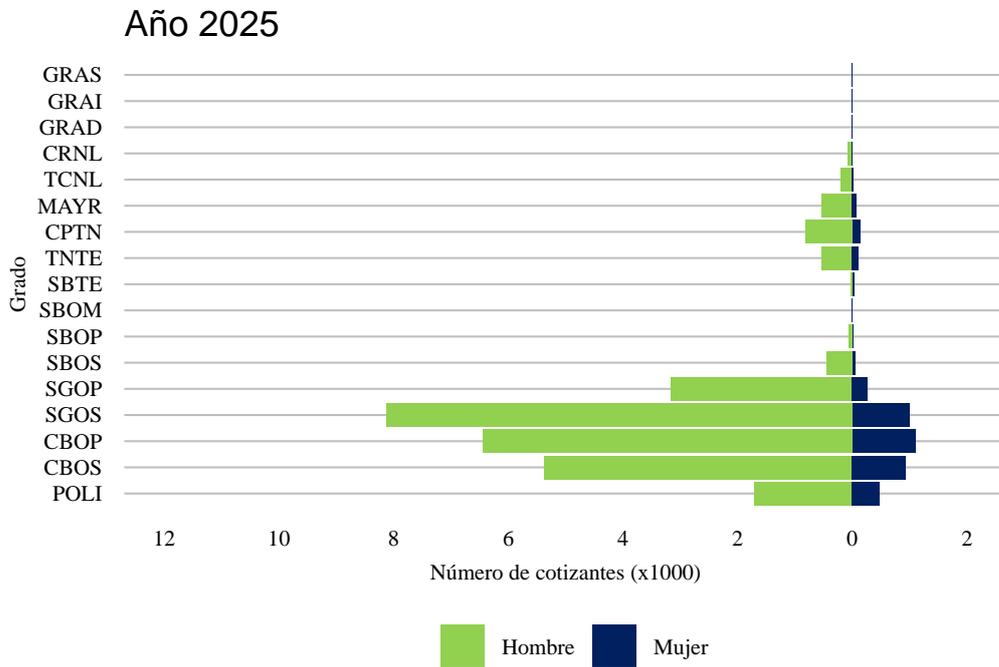


Figura A.2: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2025

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	2	0	3
3	GRAD	17	0	17
4	CRNL	79	2	80
5	TCNL	204	19	223
6	MAYR	528	71	599
7	CPTN	807	130	937
8	TNTE	542	111	653
9	SBTE	27	28	55
12	SBOM	10	0	10
13	SBOP	58	8	66
14	SBOS	442	46	489
15	SGOP	3,169	269	3,438
16	SGOS	8,124	989	9,113
17	CBOP	6,448	1,104	7,552
18	CBOS	5,379	933	6,312
19	POLI	1,704	475	2,179
Total		27,541	4,186	31,726

Tabla A.1: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2025

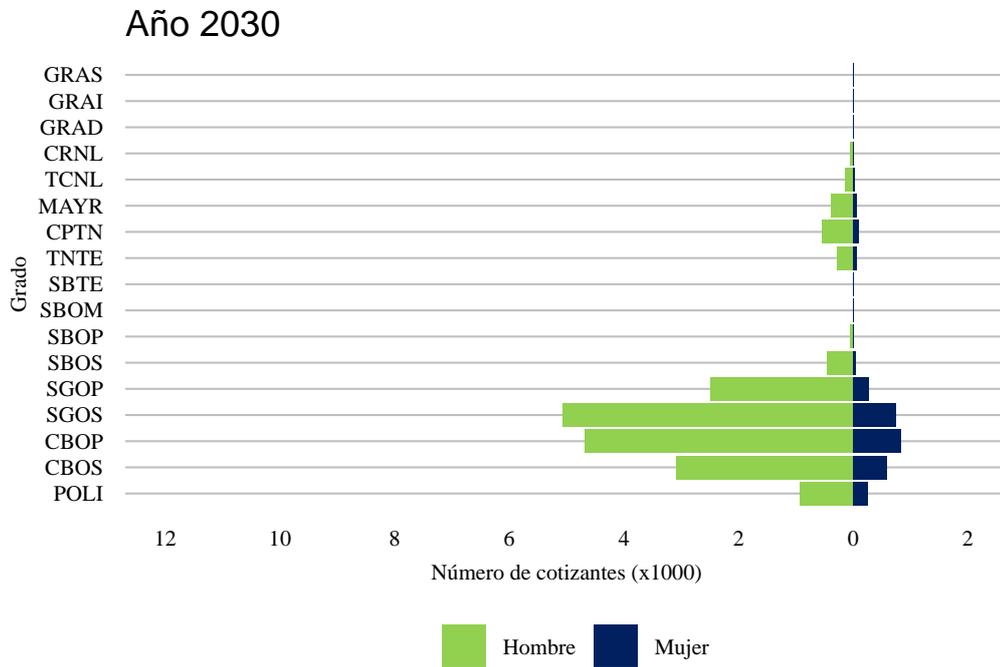


Figura A.3: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2030

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	3	0	3
3	GRAD	15	0	15
4	CRNL	52	3	56
5	TCNL	150	19	169
6	MAYR	393	59	451
7	CPTN	546	93	639
8	TNTE	292	62	354
9	SBTE	10	10	20
12	SBOM	8	0	8
13	SBOP	54	6	60
14	SBOS	464	50	514
15	SGOP	2,490	275	2,766
16	SGOS	5,068	741	5,809
17	CBOP	4,692	834	5,526
18	CBOS	3,090	594	3,684
19	POLI	942	261	1,203
Total		18,269	3,006	21,276

Tabla A.2: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2030

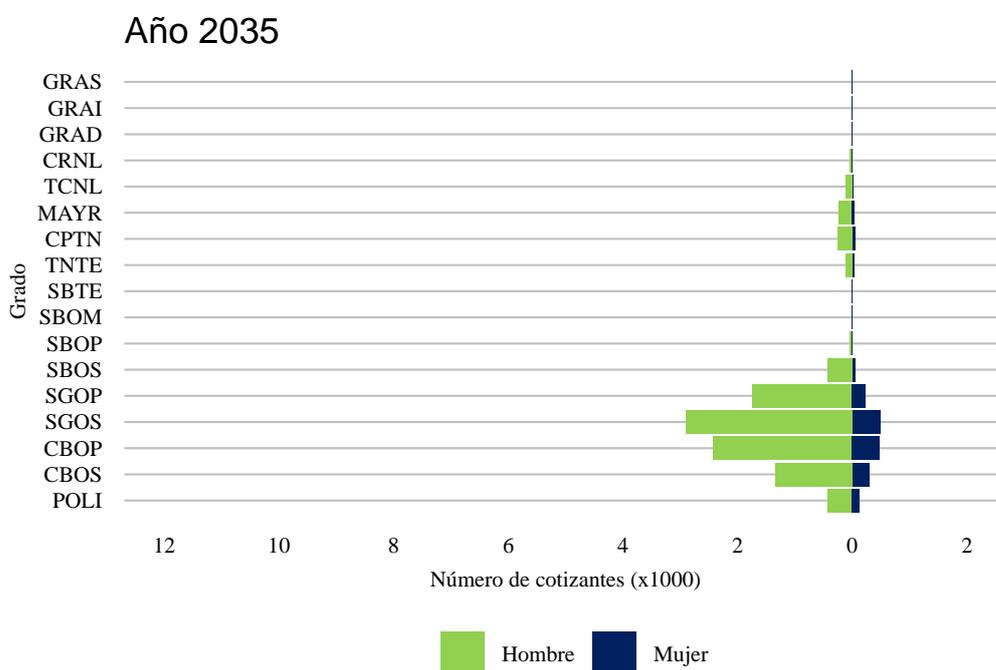


Figura A.4: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2035

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	3	0	3
3	GRAD	14	0	14
4	CRNL	41	3	44
5	TCNL	110	16	125
6	MAYR	233	38	271
7	CPTN	261	47	309
8	TNTE	110	24	134
9	SBTE	2	2	5
12	SBOM	5	0	5
13	SBOP	48	5	53
14	SBOS	430	47	477
15	SGOP	1,749	232	1,981
16	SGOS	2,898	490	3,388
17	CBOP	2,428	474	2,902
18	CBOS	1,346	296	1,642
19	POLI	433	123	556
Total		10,111	1,798	11,908

Tabla A.3: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2035

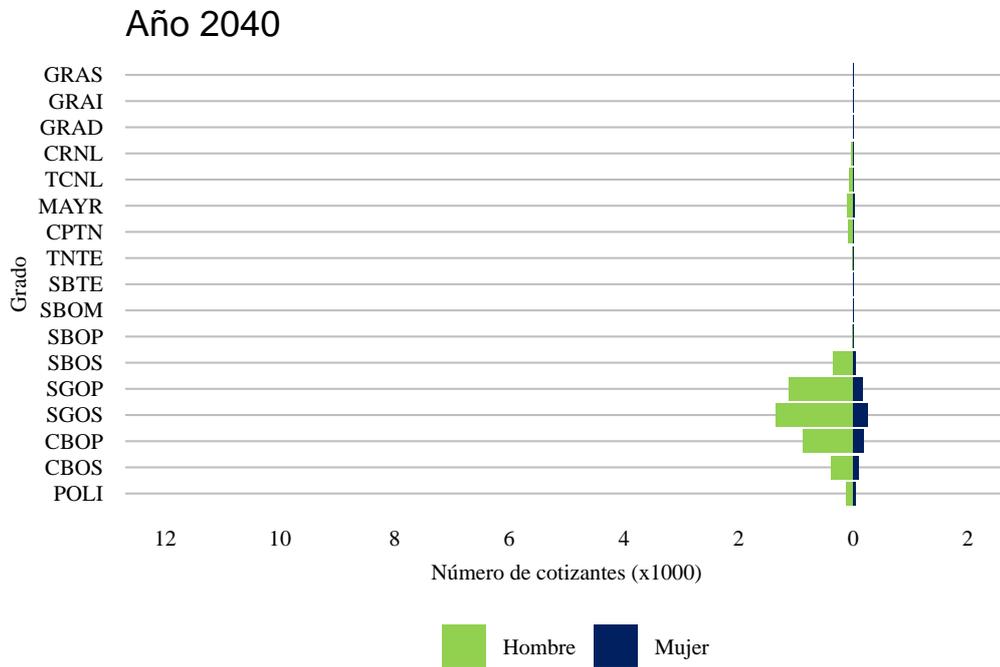


Figura A.5: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2040

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	2	0	2
3	GRAD	11	0	11
4	CRNL	34	3	37
5	TCNL	71	10	82
6	MAYR	109	19	128
7	CPTN	89	17	106
8	TNTE	27	6	33
9	SBTE	0	0	0
12	SBOM	1	0	1
13	SBOP	32	3	35
14	SBOS	364	41	405
15	SGOP	1,123	163	1,286
16	SGOS	1,354	248	1,602
17	CBOP	877	187	1,064
18	CBOS	401	98	499
19	POLI	121	36	157
Total		4,616	831	5,447

Tabla A.4: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2040

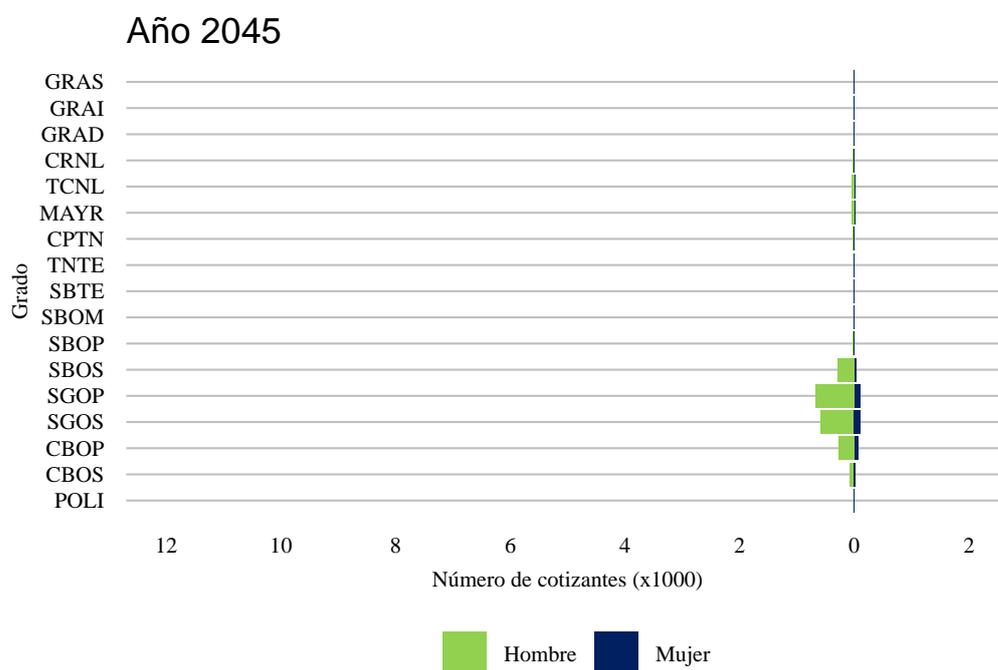


Figura A.6: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2045

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	1	0	1
3	GRAD	6	1	7
4	CRNL	23	3	25
5	TCNL	46	7	52
6	MAYR	51	8	60
7	CPTN	30	5	35
8	TNTE	5	1	6
9	SBTE	0	0	0
12	SBOM	0	0	0
13	SBOP	26	3	29
14	SBOS	280	33	314
15	SGOP	676	102	778
16	SGOS	586	109	694
17	CBOP	275	61	336
18	CBOS	88	23	111
19	POLI	13	5	19
Total		2,107	360	2,467

Tabla A.5: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2045

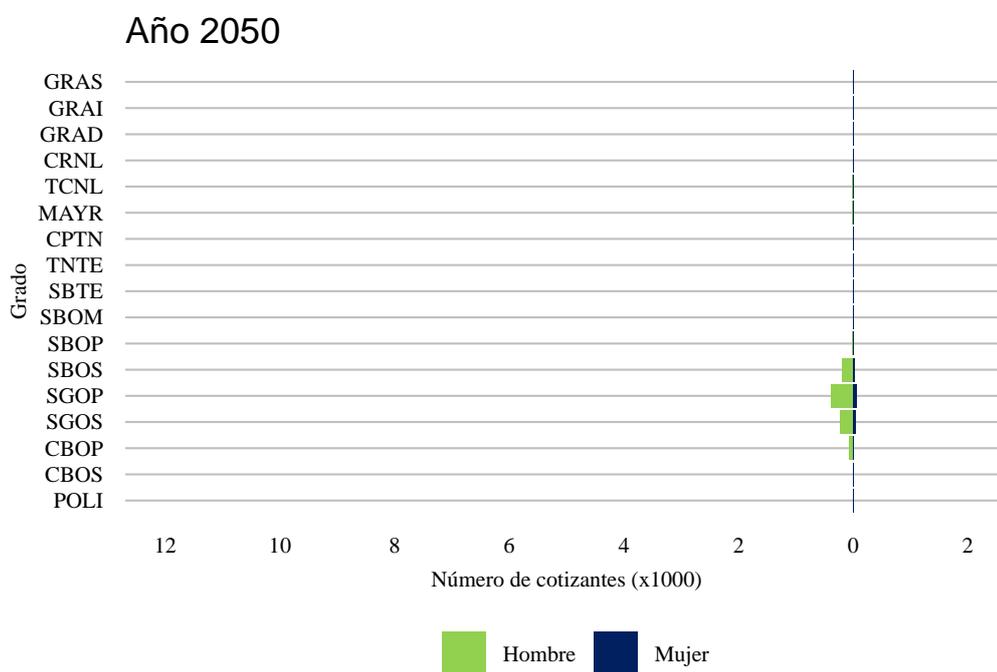


Figura A.7: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2050

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	0	0	1
3	GRAD	4	0	4
4	CRNL	14	2	16
5	TCNL	28	4	32
6	MAYR	25	4	29
7	CPTN	10	2	11
8	TNTE	0	0	0
9	SBTE	0	0	0
12	SBOM	0	0	0
13	SBOP	21	3	24
14	SBOS	200	27	226
15	SGOP	384	61	445
16	SGOS	243	47	290
17	CBOP	71	17	88
18	CBOS	7	3	10
19	POLI	0	0	0
Total		1,008	170	1,177

Tabla A.6: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2050

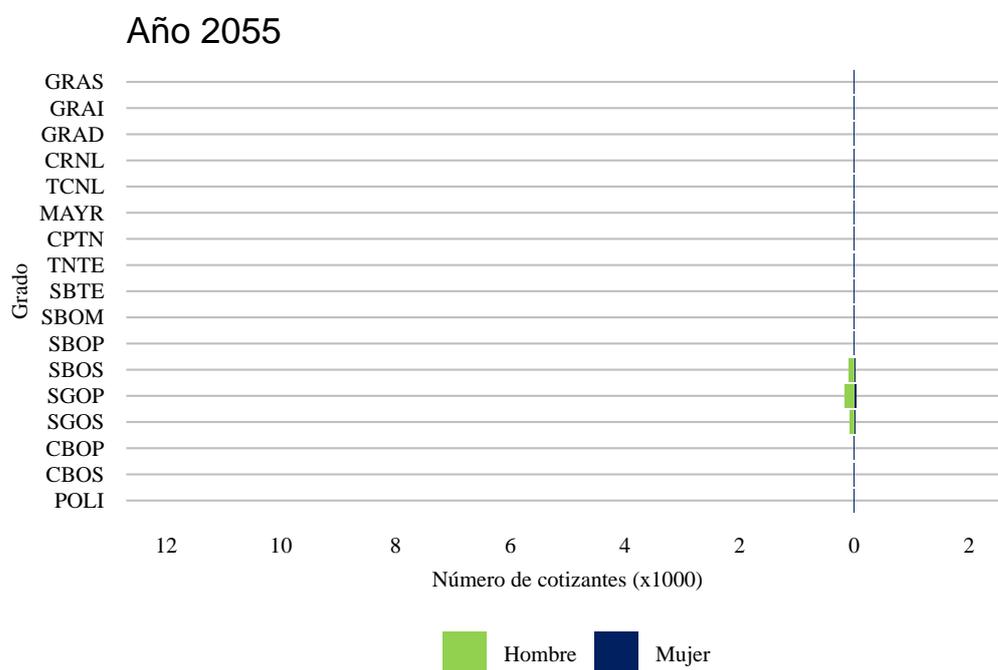


Figura A.8: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2055

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	0	0	0
3	GRAD	2	0	2
4	CRNL	8	1	9
5	TCNL	15	2	18
6	MAYR	10	2	12
7	CPTN	2	0	2
8	TNTE	0	0	0
9	SBTE	0	0	0
12	SBOM	0	0	0
13	SBOP	11	2	13
14	SBOS	103	17	120
15	SGOP	167	32	200
16	SGOS	81	18	98
17	CBOP	6	2	9
18	CBOS	0	0	0
19	POLI	0	0	0
Total		406	77	483

Tabla A.7: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2055

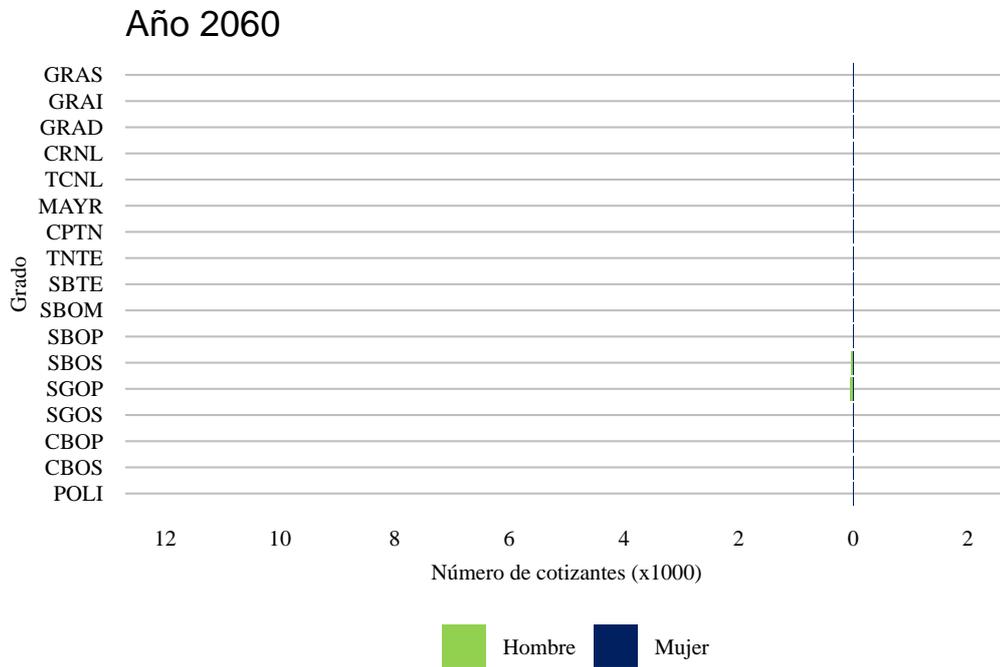


Figura A.9: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2060

Código grado	Grado	Número Mujeres	Número Hombres	Total
1	GRAS	0	0	0
2	GRAI	0	0	0
3	GRAD	1	0	1
4	CRNL	3	1	4
5	TCNL	6	1	7
6	MAYR	1	0	2
7	CPTN	0	0	0
8	TNTE	0	0	0
9	SBTE	0	0	0
12	SBOM	0	0	0
13	SBOP	5	1	6
14	SBOS	43	9	52
15	SGOP	54	12	67
16	SGOS	7	3	10
17	CBOP	0	0	0
18	CBOS	0	0	0
19	POLI	0	0	0
Total		121	27	148

Tabla A.8: Pirámide de cotizantes por grado - Año 2060



## B Balances de escenarios de sensibilidad

### B.1 Balance actuarial escenario 2

#### B.1.1 Balance actuarial dinámico

Tabla B.1: Balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2020	0.00	0.00	0.00	944,537,001.69	944,537,001.69
2021	93,564,489.25	57,404,257.01	1,590,596.32	944,537,001.69	979,106,637.61
2022	178,317,968.58	119,413,780.11	3,031,405.47	944,537,001.69	1,000,409,784.70
2023	254,298,687.85	186,449,143.52	4,323,077.69	944,537,001.69	1,008,063,468.33
2024	321,805,029.72	258,612,963.96	5,470,685.51	944,537,001.69	1,002,258,381.95
2025	381,299,491.10	335,600,629.07	6,482,091.35	944,537,001.69	983,753,772.36
2026	433,279,830.50	416,544,800.21	7,365,757.12	944,537,001.69	953,906,274.86
2027	478,359,557.22	500,203,390.33	8,132,112.47	944,537,001.69	914,561,056.11
2028	517,181,069.01	585,112,947.26	8,792,078.17	944,537,001.69	867,813,045.27
2029	550,389,143.39	669,783,316.40	9,356,615.44	944,537,001.69	815,786,213.25
2030	578,624,680.72	752,866,149.28	9,836,619.57	944,537,001.69	760,458,913.55
2031	602,486,633.95	833,267,883.49	10,242,272.78	944,537,001.69	703,513,479.38
2032	622,539,196.17	910,215,309.06	10,583,166.33	944,537,001.69	646,277,722.47
2033	639,301,012.55	983,209,196.76	10,868,117.21	944,537,001.69	589,760,700.27
2034	653,214,612.67	1,051,874,740.75	11,104,648.42	944,537,001.69	534,772,225.19
2035	664,721,560.91	1,115,863,233.53	11,300,266.54	944,537,001.69	482,095,062.53
2036	674,190,120.02	1,174,748,685.35	11,461,232.04	944,537,001.69	432,517,204.31
2037	681,967,241.69	1,228,102,534.28	11,593,443.11	944,537,001.69	386,808,265.99
2038	688,357,075.66	1,275,592,469.39	11,702,070.29	944,537,001.69	345,599,537.67
2039	693,615,733.71	1,317,085,461.35	11,791,467.47	944,537,001.69	309,275,806.57
2040	697,959,629.09	1,352,722,881.79	11,865,313.69	944,537,001.69	277,908,435.30
2041	701,551,606.55	1,382,897,064.94	11,926,377.31	944,537,001.69	251,265,165.98
2042	704,543,834.66	1,408,187,718.23	11,977,245.19	944,537,001.69	228,915,872.93
2043	707,033,141.32	1,429,218,022.74	12,019,563.40	944,537,001.69	210,332,556.87
2044	709,113,549.36	1,446,584,422.93	12,054,930.34	944,537,001.69	195,011,197.78
2045	710,852,759.35	1,460,805,658.88	12,084,496.91	944,537,001.69	182,499,605.26
2046	712,296,730.44	1,472,314,086.31	12,109,044.42	944,537,001.69	172,410,601.40
2047	713,492,007.04	1,481,508,938.20	12,129,364.12	944,537,001.69	164,390,706.41
2048	714,492,133.40	1,488,766,403.80	12,146,366.27	944,537,001.69	158,116,365.02

continúa...

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2049	715,318,146.05	1,494,430,822.99	12,160,408.48	944,537,001.69	153,263,916.27
2050	715,991,639.96	1,498,813,464.81	12,171,857.88	944,537,001.69	149,543,318.97
2051	716,524,410.79	1,502,172,999.59	12,180,914.98	944,537,001.69	146,707,497.91
2052	716,944,365.73	1,504,734,226.36	12,188,054.22	944,537,001.69	144,559,086.84
2053	717,265,421.84	1,506,680,727.02	12,193,512.17	944,537,001.69	142,928,184.34
2054	717,508,906.51	1,508,158,762.82	12,197,651.41	944,537,001.69	141,689,493.98
2055	717,690,784.00	1,509,267,482.77	12,200,743.33	944,537,001.69	140,759,559.59
2056	717,822,231.83	1,510,068,068.99	12,202,977.94	944,537,001.69	140,088,186.58
2057	717,919,252.98	1,510,615,558.74	12,204,627.30	944,537,001.69	139,636,068.63
2058	717,988,785.61	1,510,962,471.63	12,205,809.36	944,537,001.69	139,357,506.32
2059	718,038,120.35	1,511,166,993.45	12,206,648.05	944,537,001.69	139,201,480.55
2060	718,070,739.32	1,511,279,776.37	12,207,202.57	944,537,001.69	139,120,762.07

Tabla B.2: Aportes en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aporte personal	Aporte patronal	Aporte total
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	41,584,217.45	51,980,271.81	93,564,489.25
2022	79,252,430.48	99,065,538.10	178,317,968.58
2023	113,021,639.04	141,277,048.81	254,298,687.85
2024	143,024,457.65	178,780,572.07	321,805,029.72
2025	169,466,440.49	211,833,050.61	381,299,491.10
2026	192,568,813.55	240,711,016.94	433,279,830.50
2027	212,604,247.66	265,755,309.57	478,359,557.22
2028	229,858,252.89	287,322,816.12	517,181,069.01
2029	244,617,397.06	305,771,746.33	550,389,143.39
2030	257,166,524.76	321,458,155.95	578,624,680.72
2031	267,771,837.31	334,714,796.64	602,486,633.95
2032	276,684,087.19	345,855,108.99	622,539,196.17
2033	284,133,783.36	355,167,229.19	639,301,012.55
2034	290,317,605.63	362,897,007.04	653,214,612.67
2035	295,431,804.85	369,289,756.06	664,721,560.91
2036	299,640,053.34	374,550,066.68	674,190,120.02
2037	303,096,551.86	378,870,689.83	681,967,241.69
2038	305,936,478.07	382,420,597.59	688,357,075.66
2039	308,273,659.43	385,342,074.28	693,615,733.71
2040	310,204,279.60	387,755,349.50	697,959,629.09
2041	311,800,714.02	389,750,892.53	701,551,606.55
2042	313,130,593.18	391,413,241.48	704,543,834.66
2043	314,236,951.70	392,796,189.62	707,033,141.32
2044	315,161,577.49	393,951,971.87	709,113,549.36

continúa...

Año	Aporte personal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	Aporte patronal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	Aporte total $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2045	315,934,559.71	394,918,199.64	710,852,759.35
2046	316,576,324.64	395,720,405.80	712,296,730.44
2047	317,107,558.69	396,384,448.36	713,492,007.04
2048	317,552,059.29	396,940,074.11	714,492,133.40
2049	317,919,176.02	397,398,970.03	715,318,146.05
2050	318,218,506.65	397,773,133.31	715,991,639.96
2051	318,455,293.68	398,069,117.10	716,524,410.79
2052	318,641,940.33	398,302,425.41	716,944,365.73
2053	318,784,631.93	398,480,789.91	717,265,421.84
2054	318,892,847.34	398,616,059.17	717,508,906.51
2055	318,973,681.78	398,717,102.22	717,690,784.00
2056	319,032,103.03	398,790,128.79	717,822,231.83
2057	319,075,223.55	398,844,029.43	717,919,252.98
2058	319,106,126.94	398,882,658.67	717,988,785.61
2059	319,128,053.49	398,910,066.86	718,038,120.35
2060	319,142,550.81	398,928,188.51	718,070,739.32

Tabla B.3: Beneficios en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	56,169,076.17	599,704.52	626,433.82	9,042.49	57,404,257.01
2022	116,919,860.72	1,230,724.80	1,244,239.89	18,954.69	119,413,780.11
2023	182,679,959.06	1,885,338.75	1,853,998.82	29,846.88	186,449,143.52
2024	253,567,903.36	2,547,385.85	2,455,905.12	41,769.63	258,612,963.96
2025	329,288,631.12	3,209,199.52	3,048,094.63	54,703.80	335,600,629.07
2026	408,989,484.76	3,862,859.31	3,623,925.78	68,530.37	416,544,800.21
2027	491,439,155.56	4,505,318.39	4,175,858.02	83,058.35	500,203,390.33
2028	575,186,615.36	5,131,149.95	4,697,136.33	98,045.63	585,112,947.26
2029	658,748,562.98	5,739,064.97	5,182,460.83	113,227.62	669,783,316.40
2030	740,779,688.18	6,329,919.33	5,628,196.20	128,345.57	752,866,149.28
2031	820,189,564.99	6,902,906.82	6,032,241.42	143,170.26	833,267,883.49
2032	896,204,478.64	7,459,241.54	6,394,067.56	157,521.32	910,215,309.06
2033	968,321,787.52	8,001,743.61	6,714,397.60	171,268.02	983,209,196.76
2034	1,036,176,803.32	8,518,803.52	6,994,823.89	184,310.03	1,051,874,740.75
2035	1,099,410,836.47	9,018,335.75	7,237,508.85	196,552.47	1,115,863,233.53
2036	1,157,603,026.65	9,492,748.48	7,445,019.51	207,890.72	1,174,748,685.35
2037	1,210,319,834.38	9,944,170.72	7,620,310.59	218,218.59	1,228,102,534.28
2038	1,257,222,474.90	10,375,872.39	7,766,672.57	227,449.53	1,275,592,469.39
2039	1,298,174,965.27	10,787,361.77	7,887,595.04	235,539.27	1,317,085,461.35
2040	1,333,311,341.18	11,182,413.93	7,986,626.43	242,500.24	1,352,722,881.79

continúa...

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2041	1,363,025,306.79	11,556,106.17	8,067,251.89	248,400.09	1,382,897,064.94
2042	1,387,887,246.85	11,914,391.19	8,132,735.31	253,344.87	1,408,187,718.23
2043	1,408,522,225.77	12,252,419.48	8,185,923.32	257,454.16	1,429,218,022.74
2044	1,425,519,210.86	12,575,229.17	8,229,140.71	260,842.19	1,446,584,422.93
2045	1,439,396,127.32	12,881,706.09	8,264,215.22	263,610.25	1,460,805,658.88
2046	1,450,589,340.97	13,166,375.14	8,292,526.00	265,844.19	1,472,314,086.31
2047	1,459,494,823.86	13,431,301.45	8,315,190.63	267,622.27	1,481,508,938.20
2048	1,466,480,187.08	13,684,041.08	8,333,158.21	269,017.42	1,488,766,403.80
2049	1,471,892,527.67	13,920,914.91	8,347,281.74	270,098.67	1,494,430,822.99
2050	1,476,042,565.67	14,141,665.73	8,358,305.50	270,927.90	1,498,813,464.81
2051	1,479,192,620.83	14,341,978.48	8,366,842.85	271,557.43	1,502,172,999.59
2052	1,481,568,310.34	14,520,459.71	8,373,424.04	272,032.27	1,504,734,226.36
2053	1,483,354,992.03	14,674,851.18	8,378,494.38	272,389.43	1,506,680,727.02
2054	1,484,698,797.39	14,804,889.53	8,382,417.82	272,658.08	1,508,158,762.82
2055	1,485,694,746.59	14,914,456.22	8,385,422.76	272,857.19	1,509,267,482.77
2056	1,486,402,925.83	15,004,509.38	8,387,634.99	272,998.79	1,510,068,068.99
2057	1,486,872,571.68	15,080,742.39	8,389,151.97	273,092.70	1,510,615,558.74
2058	1,487,155,022.36	15,144,208.83	8,390,091.26	273,149.18	1,510,962,471.63
2059	1,487,305,861.44	15,197,347.45	8,390,605.22	273,179.34	1,511,166,993.45
2060	1,487,375,002.20	15,240,734.85	8,390,846.15	273,193.17	1,511,279,776.37

## B.1.2 Balance corriente y evolución de la reserva

Tabla B.4: Proyección del balance corriente  
Valores corrientes en cada año

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	944,537,001.69
2021	629,703,864.18	99,178,358.61	60,848,512.43	1,686,032.10	36,643,814.08	1,037,853,035.87
2022	604,628,630.92	95,229,009.37	69,673,900.15	1,618,893.16	23,936,216.06	1,124,060,434.08
2023	574,566,681.55	90,494,252.34	79,840,190.39	1,538,402.29	9,115,659.67	1,200,619,719.80
2024	541,112,389.01	85,225,201.27	91,105,160.65	1,448,828.42	-7,328,787.81	1,265,328,115.18
2025	505,504,824.98	79,617,009.93	103,026,862.62	1,353,489.17	-24,763,341.85	1,316,484,460.24
2026	468,159,396.19	73,735,104.90	114,820,853.78	1,253,496.78	-42,339,245.67	1,353,134,282.19
2027	430,369,785.24	67,783,241.17	125,791,587.52	1,152,315.10	-59,160,661.45	1,375,161,677.67
2028	392,860,900.39	61,875,591.81	135,332,933.83	1,051,885.06	-74,509,227.08	1,383,162,151.25
2029	356,218,050.40	56,104,342.94	143,048,807.11	953,773.83	-87,898,238.00	1,378,253,642.32
2030	321,051,091.92	50,565,546.98	148,788,699.89	859,614.30	-99,082,767.21	1,361,866,093.65
2031	287,600,707.48	45,297,111.43	152,626,496.12	770,050.89	-108,099,435.59	1,335,478,623.68
2032	256,188,539.36	40,349,694.95	154,833,338.25	685,944.81	-115,169,588.11	1,300,437,752.99
2033	226,995,249.77	35,751,751.84	155,690,725.89	607,779.78	-120,546,753.84	1,257,917,264.33
2034	199,728,974.87	31,457,313.54	155,246,200.05	534,774.33	-124,323,660.84	1,209,068,639.35

continúa...

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2035	175,092,514.85	27,577,071.09	153,352,146.63	468,810.21	-126,243,885.75	1,155,368,871.96
2036	152,720,444.95	24,053,470.08	149,589,756.74	408,908.99	-125,945,195.65	1,098,745,808.63
2037	132,965,216.50	20,942,021.60	143,669,792.41	356,014.37	-123,083,785.18	1,041,586,771.96
2038	115,801,608.07	18,238,753.27	135,552,381.14	310,058.81	-117,623,686.68	986,458,291.60
2039	101,019,639.22	15,910,593.18	125,541,175.81	270,480.08	-109,901,062.72	935,744,726.38
2040	88,453,720.54	13,931,460.99	114,294,035.22	236,834.84	-100,599,409.07	891,290,000.88
2041	77,531,148.01	12,211,155.81	102,579,054.73	207,589.65	-90,575,488.57	854,191,912.36
2042	68,460,990.15	10,782,605.95	91,135,815.39	183,304.30	-80,536,513.75	824,906,913.36
2043	60,371,608.11	9,508,528.28	80,330,498.54	161,644.98	-70,983,615.24	803,417,712.91
2044	53,482,134.42	8,423,436.17	70,315,419.32	143,198.41	-62,035,181.56	789,587,594.13
2045	47,393,425.15	7,464,464.46	61,035,706.17	126,895.90	-53,698,137.60	783,264,712.17
2046	41,709,063.11	6,569,177.44	52,356,243.68	111,676.02	-45,898,742.25	784,361,852.65
2047	36,597,062.21	5,764,037.30	44,340,756.73	97,988.63	-38,674,708.06	792,748,855.74
2048	32,459,254.54	5,112,332.59	37,097,890.35	86,909.65	-32,072,467.41	808,241,319.68
2049	28,416,869.56	4,475,656.96	30,692,020.39	76,086.17	-26,292,449.60	830,443,349.26
2050	24,560,040.28	3,868,206.34	25,171,664.58	65,759.51	-21,369,217.75	858,900,732.46
2051	20,594,046.96	3,243,562.40	20,453,185.86	55,140.56	-17,264,764.02	893,170,012.39
2052	17,207,184.97	2,710,131.63	16,528,586.75	46,072.24	-13,864,527.35	932,895,685.78
2053	13,944,210.75	2,196,213.19	13,315,212.73	37,335.62	-11,156,335.16	977,713,091.77
2054	11,209,609.51	1,765,513.50	10,717,274.90	30,013.73	-8,981,775.13	1,027,394,102.14
2055	8,875,721.41	1,397,926.12	8,521,717.77	23,764.74	-7,147,556.39	1,081,890,191.88
2056	6,799,610.07	1,070,938.59	6,522,577.75	18,205.96	-5,469,845.12	1,141,333,758.27
2057	5,319,892.80	837,883.12	4,728,169.12	14,244.01	-3,904,530.02	1,205,909,253.75
2058	4,041,392.35	636,519.29	3,175,728.15	10,820.83	-2,550,029.68	1,275,713,779.29
2059	3,039,492.16	478,720.02	1,984,579.02	8,138.24	-1,513,997.25	1,350,742,608.80
2060	2,130,218.96	335,509.49	1,160,053.27	5,703.66	-830,247.44	1,430,956,917.89

Tabla B.5: Flujos corrientes de aportes  
Valores corrientes en cada año

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	44,079,270.49	55,099,088.12	99,178,358.61
2022	42,324,004.16	52,905,005.21	95,229,009.37
2023	40,219,667.71	50,274,584.64	90,494,252.34
2024	37,877,867.23	47,347,334.04	85,225,201.27
2025	35,385,337.75	44,231,672.19	79,617,009.93
2026	32,771,157.73	40,963,947.17	73,735,104.90
2027	30,125,884.97	37,657,356.21	67,783,241.17
2028	27,500,263.03	34,375,328.78	61,875,591.81
2029	24,935,263.53	31,169,079.41	56,104,342.94
2030	22,473,576.43	28,091,970.54	50,565,546.98
2031	20,132,049.52	25,165,061.90	45,297,111.43

continúa...

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2032	17,933,197.76	22,416,497.19	40,349,694.95
2033	15,889,667.48	19,862,084.35	35,751,751.84
2034	13,981,028.24	17,476,285.30	31,457,313.54
2035	12,256,476.04	15,320,595.05	27,577,071.09
2036	10,690,431.15	13,363,038.93	24,053,470.08
2037	9,307,565.15	11,634,456.44	20,942,021.60
2038	8,106,112.56	10,132,640.71	18,238,753.27
2039	7,071,374.75	8,839,218.43	15,910,593.18
2040	6,191,760.44	7,739,700.55	13,931,460.99
2041	5,427,180.36	6,783,975.45	12,211,155.81
2042	4,792,269.31	5,990,336.64	10,782,605.95
2043	4,226,012.57	5,282,515.71	9,508,528.28
2044	3,743,749.41	4,679,686.76	8,423,436.17
2045	3,317,539.76	4,146,924.70	7,464,464.46
2046	2,919,634.42	3,649,543.02	6,569,177.44
2047	2,561,794.35	3,202,242.94	5,764,037.30
2048	2,272,147.82	2,840,184.77	5,112,332.59
2049	1,989,180.87	2,486,476.09	4,475,656.96
2050	1,719,202.82	2,149,003.52	3,868,206.34
2051	1,441,583.29	1,801,979.11	3,243,562.40
2052	1,204,502.95	1,505,628.69	2,710,131.63
2053	976,094.75	1,220,118.44	2,196,213.19
2054	784,672.67	980,840.83	1,765,513.50
2055	621,300.50	776,625.62	1,397,926.12
2056	475,972.70	594,965.88	1,070,938.59
2057	372,392.50	465,490.62	837,883.12
2058	282,897.46	353,621.83	636,519.29
2059	212,764.45	265,955.56	478,720.02
2060	149,115.33	186,394.16	335,509.49

Tabla B.6: Flujos corrientes de pagos de beneficios  
Valores corrientes en cada año

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	59,539,220.75	635,686.79	664,019.85	9,585.04	60,848,512.43
2022	68,259,581.52	709,014.39	694,166.90	11,137.34	69,673,900.15
2023	78,321,329.28	779,655.69	726,232.65	12,972.77	79,840,190.39
2024	89,494,396.42	835,819.20	759,892.84	15,052.20	91,105,160.65
2025	101,331,414.65	885,655.99	792,483.14	17,308.84	103,026,862.62
2026	113,057,184.15	927,228.90	816,827.48	19,613.25	114,820,853.78
2027	123,973,819.86	966,020.92	829,902.02	21,844.72	125,791,587.52
2028	133,480,727.54	997,480.43	830,838.42	23,887.44	135,332,933.83

continúa...

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2029	141,176,152.29	1,027,059.62	819,945.53	25,649.66	143,048,807.11
2030	146,905,251.60	1,058,130.17	798,244.17	27,073.95	148,788,699.89
2031	150,743,654.66	1,087,701.34	766,998.44	28,141.68	152,626,496.12
2032	152,956,941.06	1,119,454.76	728,065.29	28,877.14	154,833,338.25
2033	153,821,046.15	1,157,118.00	683,241.00	29,320.74	155,690,725.89
2034	153,413,673.64	1,169,022.79	634,016.90	29,486.72	155,246,200.05
2035	151,544,040.22	1,197,158.06	581,608.62	29,339.73	153,352,146.63
2036	147,828,628.37	1,205,175.17	527,150.05	28,803.15	149,589,756.74
2037	141,954,385.22	1,215,577.55	472,019.06	27,810.59	143,669,792.41
2038	133,876,043.20	1,232,222.96	417,766.74	26,348.25	135,552,381.14
2039	123,905,834.49	1,245,002.09	365,862.94	24,476.30	125,541,175.81
2040	112,687,117.53	1,266,985.80	317,607.11	22,324.79	114,294,035.22
2041	101,014,515.93	1,270,390.53	274,091.38	20,056.90	102,579,054.73
2042	89,590,931.25	1,291,093.48	235,971.95	17,818.72	91,135,815.39
2043	78,820,453.75	1,291,183.45	203,164.88	15,696.46	80,330,498.54
2044	68,819,681.72	1,307,035.32	174,984.38	13,717.89	70,315,419.32
2045	59,557,931.42	1,315,359.30	150,535.27	11,880.18	61,035,706.17
2046	50,922,215.47	1,295,068.57	128,796.59	10,163.04	52,356,243.68
2047	42,945,319.27	1,277,566.28	109,296.65	8,574.53	44,340,756.73
2048	35,706,988.27	1,291,925.84	91,844.67	7,131.56	37,097,890.35
2049	29,326,160.76	1,283,474.28	76,526.75	5,858.61	30,692,020.39
2050	23,835,706.60	1,267,880.37	63,314.90	4,762.71	25,171,664.58
2051	19,177,852.83	1,219,524.20	51,976.19	3,832.65	20,453,185.86
2052	15,331,243.04	1,151,808.35	42,471.02	3,064.34	16,528,586.75
2053	12,221,956.74	1,056,128.73	34,684.12	2,443.14	13,315,212.73
2054	9,743,966.60	942,911.40	28,448.94	1,947.96	10,717,274.90
2055	7,654,952.02	842,139.08	23,096.23	1,530.45	8,521,717.77
2056	5,769,714.75	733,685.76	18,023.63	1,153.61	6,522,577.75
2057	4,055,902.48	658,354.94	13,100.72	810.99	4,728,169.12
2058	2,585,624.75	580,987.83	8,598.53	517.03	3,175,728.15
2059	1,463,668.17	515,630.97	4,987.20	292.69	1,984,579.02
2060	711,162.33	446,270.58	2,478.14	142.22	1,160,053.27

## B.2 Balance actuarial escenario 3

### B.2.1 Balance actuarial dinámico

Tabla B.7: Balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2020	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92	829,170,079.92
2021	94,455,579.63	57,950,964.22	1,605,744.85	829,170,079.92	864,068,950.47
2022	180,831,098.33	121,147,245.54	3,074,128.67	829,170,079.92	885,779,804.04
2023	259,003,435.96	190,116,203.87	4,403,058.41	829,170,079.92	893,654,253.60
2024	329,118,419.95	265,068,645.00	5,595,013.14	829,170,079.92	887,624,841.73
2025	391,500,430.53	345,792,887.71	6,655,507.32	829,170,079.92	868,222,115.42
2026	446,522,701.08	431,473,976.66	7,590,885.92	829,170,079.92	836,627,918.42
2027	494,694,985.08	520,871,709.40	8,409,814.75	829,170,079.92	794,583,540.86
2028	536,574,821.17	612,470,365.99	9,121,771.96	829,170,079.92	744,152,763.14
2029	572,740,180.87	704,680,902.51	9,736,583.07	829,170,079.92	687,492,775.20
2030	603,783,040.33	796,024,257.35	10,264,311.69	829,170,079.92	626,664,551.21
2031	630,267,323.24	885,261,808.60	10,714,544.50	829,170,079.92	563,461,050.06
2032	652,735,543.20	971,478,804.92	11,096,504.23	829,170,079.92	499,330,313.96
2033	671,695,460.52	1,054,044,920.96	11,418,822.83	829,170,079.92	435,401,796.65
2034	687,583,541.48	1,132,454,801.43	11,688,920.21	829,170,079.92	372,609,899.76
2035	700,848,584.18	1,206,219,805.99	11,914,425.93	829,170,079.92	311,884,432.18
2036	711,867,755.97	1,274,748,597.12	12,101,751.85	829,170,079.92	254,187,486.92
2037	721,004,690.63	1,337,431,251.66	12,257,079.74	829,170,079.92	200,486,439.14
2038	728,583,269.33	1,393,756,065.84	12,385,915.58	829,170,079.92	151,611,367.83
2039	734,879,631.33	1,443,436,972.12	12,492,953.73	829,170,079.92	108,119,785.40
2040	740,130,252.45	1,486,513,191.95	12,582,214.29	829,170,079.92	70,204,926.13
2041	744,513,353.59	1,523,333,160.42	12,656,727.01	829,170,079.92	37,693,546.09
2042	748,199,386.05	1,554,487,927.16	12,719,389.56	829,170,079.92	10,162,149.24
2043	751,295,090.02	1,580,641,232.47	12,772,016.53	829,170,079.92	-12,948,079.06
2044	753,906,927.27	1,602,443,787.60	12,816,417.76	829,170,079.92	-32,183,198.17
2045	756,111,204.31	1,620,467,800.80	12,853,890.47	829,170,079.92	-48,040,407.04
2046	757,958,724.60	1,635,192,509.25	12,885,298.32	829,170,079.92	-60,949,003.05
2047	759,502,612.30	1,647,069,106.40	12,911,544.41	829,170,079.92	-71,307,958.59
2048	760,806,735.82	1,656,532,542.18	12,933,714.51	829,170,079.92	-79,489,440.95
2049	761,894,080.21	1,663,989,055.62	12,952,199.36	829,170,079.92	-85,877,094.86
2050	762,789,095.92	1,669,813,211.15	12,967,414.63	829,170,079.92	-90,821,449.94
2051	763,503,845.63	1,674,320,264.45	12,979,565.38	829,170,079.92	-94,625,904.27
2052	764,072,610.57	1,677,789,055.59	12,989,234.38	829,170,079.92	-97,535,599.48
2053	764,511,573.28	1,680,450,400.97	12,996,696.75	829,170,079.92	-99,765,444.52
2054	764,847,647.24	1,682,490,485.69	13,002,410.00	829,170,079.92	-101,475,168.53
2055	765,101,077.67	1,684,035,390.33	13,006,718.32	829,170,079.92	-102,770,951.06
2056	765,285,983.16	1,685,161,561.74	13,009,861.71	829,170,079.92	-103,715,360.38
2057	765,423,761.00	1,685,939,041.23	13,012,203.94	829,170,079.92	-104,357,404.25

continúa...

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2058	765,523,443.33	1,686,436,377.29	13,013,898.54	829,170,079.92	-104,756,752.57
2059	765,594,843.45	1,686,732,373.22	13,015,112.34	829,170,079.92	-104,982,562.18
2060	765,642,501.12	1,686,897,153.78	13,015,922.52	829,170,079.92	-105,100,495.25

Tabla B.8: Aportes en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aporte personal	Aporte patronal	Aporte total
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	41,980,257.61	52,475,322.02	94,455,579.63
2022	80,369,377.04	100,461,721.29	180,831,098.33
2023	115,112,638.20	143,890,797.75	259,003,435.96
2024	146,274,853.31	182,843,566.64	329,118,419.95
2025	174,000,191.35	217,500,239.19	391,500,430.53
2026	198,454,533.81	248,068,167.27	446,522,701.08
2027	219,864,437.81	274,830,547.27	494,694,985.08
2028	238,477,698.30	298,097,122.87	536,574,821.17
2029	254,551,191.50	318,188,989.37	572,740,180.87
2030	268,348,017.92	335,435,022.40	603,783,040.33
2031	280,118,810.33	350,148,512.91	630,267,323.24
2032	290,104,685.86	362,630,857.33	652,735,543.20
2033	298,531,315.79	373,164,144.73	671,695,460.52
2034	305,592,685.10	381,990,856.38	687,583,541.48
2035	311,488,259.64	389,360,324.55	700,848,584.18
2036	316,385,669.32	395,482,086.65	711,867,755.97
2037	320,446,529.17	400,558,161.46	721,004,690.63
2038	323,814,786.37	404,768,482.96	728,583,269.33
2039	326,613,169.48	408,266,461.85	734,879,631.33
2040	328,946,778.87	411,183,473.59	740,130,252.45
2041	330,894,823.82	413,618,529.77	744,513,353.59
2042	332,533,060.47	415,666,325.58	748,199,386.05
2043	333,908,928.90	417,386,161.12	751,295,090.02
2044	335,069,745.45	418,837,181.81	753,906,927.27
2045	336,049,424.14	420,061,780.17	756,111,204.31
2046	336,870,544.27	421,088,180.33	757,958,724.60
2047	337,556,716.58	421,945,895.72	759,502,612.30
2048	338,136,327.03	422,670,408.79	760,806,735.82
2049	338,619,591.20	423,274,489.01	761,894,080.21
2050	339,017,375.97	423,771,719.96	762,789,095.92
2051	339,335,042.50	424,168,803.13	763,503,845.63
2052	339,587,826.92	424,484,783.65	764,072,610.57
2053	339,782,921.46	424,728,651.82	764,511,573.28

continúa...

Año	Aporte personal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	Aporte patronal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	Aporte total $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2054	339,932,287.66	424,915,359.58	764,847,647.24
2055	340,044,923.41	425,056,154.26	765,101,077.67
2056	340,127,103.63	425,158,879.53	765,285,983.16
2057	340,188,338.22	425,235,422.78	765,423,761.00
2058	340,232,641.48	425,290,801.85	765,523,443.33
2059	340,264,374.87	425,330,468.58	765,594,843.45
2060	340,285,556.06	425,356,945.07	765,642,501.12

Tabla B.9: Beneficios en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	56,704,019.76	605,415.99	632,399.86	9,128.61	57,950,964.22
2022	118,617,472.38	1,248,512.94	1,262,029.70	19,230.51	121,147,245.54
2023	186,274,381.39	1,922,008.84	1,889,376.76	30,436.88	190,116,203.87
2024	259,901,642.80	2,609,639.37	2,514,542.48	42,820.36	265,068,645.00
2025	339,297,457.66	3,303,574.01	3,135,473.76	56,382.28	345,792,887.71
2026	423,662,469.17	3,995,486.49	3,745,003.01	71,017.99	431,473,976.66
2027	511,768,348.37	4,682,019.52	4,334,798.88	86,542.63	520,871,709.40
2028	602,113,358.84	5,357,153.54	4,897,143.03	102,710.59	612,470,365.99
2029	693,116,765.36	6,019,205.33	5,425,687.23	119,244.59	704,680,902.51
2030	783,303,846.34	6,668,805.46	5,915,739.91	135,865.64	796,024,257.35
2031	871,440,539.18	7,304,761.91	6,364,188.01	152,319.50	885,261,808.60
2032	956,612,687.33	7,928,116.21	6,769,602.01	168,399.38	971,478,804.92
2033	1,038,187,272.28	8,541,760.59	7,131,939.30	183,948.79	1,054,044,920.96
2034	1,115,671,602.39	9,132,196.53	7,452,160.92	198,841.59	1,132,454,801.43
2035	1,188,566,876.85	9,708,050.03	7,731,924.61	212,954.50	1,206,219,805.99
2036	1,256,288,874.79	10,260,154.66	7,973,418.12	226,149.55	1,274,748,597.12
2037	1,318,223,102.85	10,790,507.12	8,179,358.48	238,283.22	1,337,431,251.66
2038	1,373,851,363.99	11,302,521.21	8,352,949.18	249,231.46	1,393,756,065.84
2039	1,422,885,110.17	11,795,210.81	8,497,733.57	258,917.57	1,443,436,972.12
2040	1,465,355,699.62	12,272,724.43	8,617,436.35	267,331.54	1,486,513,191.95
2041	1,501,614,088.83	12,728,721.41	8,715,819.36	274,530.81	1,523,333,160.42
2042	1,532,240,737.13	13,170,081.55	8,796,486.34	280,622.14	1,554,487,927.16
2043	1,557,902,415.19	13,590,453.83	8,862,631.00	285,732.46	1,580,641,232.47
2044	1,579,241,190.08	13,995,723.54	8,916,888.04	289,985.93	1,602,443,787.60
2045	1,596,828,812.31	14,384,152.79	8,961,341.52	293,494.18	1,620,467,800.80
2046	1,611,150,213.61	14,748,378.83	8,997,564.37	296,352.45	1,635,192,509.25
2047	1,622,653,045.19	15,090,572.81	9,026,839.29	298,649.12	1,647,069,106.40
2048	1,631,761,670.70	15,420,134.87	9,050,268.28	300,468.33	1,656,532,542.18
2049	1,638,886,353.57	15,731,950.22	9,068,860.17	301,891.66	1,663,989,055.62

continúa...

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2050	1,644,401,398.54	16,025,309.15	9,083,509.81	302,993.65	1,669,813,211.15
2051	1,648,627,420.12	16,294,042.86	9,094,963.26	303,838.21	1,674,320,264.45
2052	1,651,844,929.33	16,535,768.46	9,103,876.49	304,481.31	1,677,789,055.59
2053	1,654,287,762.86	16,746,859.59	9,110,808.89	304,969.62	1,680,450,400.97
2054	1,656,142,573.67	16,926,347.30	9,116,224.28	305,340.43	1,682,490,485.69
2055	1,657,530,342.11	17,079,018.94	9,120,411.41	305,617.88	1,684,035,390.33
2056	1,658,526,526.14	17,205,695.22	9,123,523.32	305,817.06	1,685,161,561.74
2057	1,659,193,461.03	17,313,952.23	9,125,677.54	305,950.42	1,685,939,041.23
2058	1,659,598,383.74	17,404,938.05	9,127,024.12	306,031.39	1,686,436,377.29
2059	1,659,816,686.87	17,481,843.36	9,127,767.95	306,075.04	1,686,732,373.22
2060	1,659,917,704.40	17,545,234.17	9,128,119.96	306,095.24	1,686,897,153.78

## B.2.2 Balance corriente y evolución de la reserva

Tabla B.10: Proyección del balance corriente  
Valores corrientes en cada año

Año	Masa Salarial $M_t$	Aportes $A_t$	Beneficios $B_t$	Gasto administrativo $G_t$	Balance corriente $V_t^{cor}$	Balance capitalizado $V_t^{cap}$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92
2021	629,703,864.18	99,178,358.61	60,848,512.43	1,686,032.10	36,643,814.08	907,272,398.00
2022	604,628,630.92	95,229,009.37	69,673,900.15	1,618,893.16	23,936,216.06	976,572,233.96
2023	574,566,681.55	90,494,252.34	79,840,190.39	1,538,402.29	9,115,659.67	1,034,516,505.32
2024	541,112,389.01	85,225,201.27	91,105,160.65	1,448,828.42	-7,328,787.81	1,078,913,542.78
2025	505,504,824.98	79,617,009.93	103,026,862.62	1,353,489.17	-24,763,341.85	1,108,095,878.07
2026	468,159,396.19	73,735,104.90	114,820,853.78	1,253,496.78	-42,339,245.67	1,121,161,426.31
2027	430,369,785.24	67,783,241.17	125,791,587.52	1,152,315.10	-59,160,661.45	1,118,058,836.17
2028	392,860,900.39	61,875,591.81	135,332,933.83	1,051,885.06	-74,509,227.08	1,099,452,550.90
2029	356,218,050.40	56,104,342.94	143,048,807.11	953,773.83	-87,898,238.00	1,066,526,940.45
2030	321,051,091.92	50,565,546.98	148,788,699.89	859,614.30	-99,082,767.21	1,020,770,520.26
2031	287,600,707.48	45,297,111.43	152,626,496.12	770,050.89	-108,099,435.59	963,709,610.68
2032	256,188,539.36	40,349,694.95	154,833,338.25	685,944.81	-115,169,588.11	896,725,503.10
2033	226,995,249.77	35,751,751.84	155,690,725.89	607,779.78	-120,546,753.84	821,015,024.42
2034	199,728,974.87	31,457,313.54	155,246,200.05	534,774.33	-124,323,660.84	737,742,114.80
2035	175,092,514.85	27,577,071.09	153,352,146.63	468,810.21	-126,243,885.75	648,385,334.79
2036	152,720,444.95	24,053,470.08	149,589,756.74	408,908.99	-125,945,195.65	554,859,405.88
2037	132,965,216.50	20,942,021.60	143,669,792.41	356,014.37	-123,083,785.18	459,518,590.99
2038	115,801,608.07	18,238,753.27	135,552,381.14	310,058.81	-117,623,686.68	364,870,833.86
2039	101,019,639.22	15,910,593.18	125,541,175.81	270,480.08	-109,901,062.72	273,213,312.83
2040	88,453,720.54	13,931,460.99	114,294,035.22	236,834.84	-100,599,409.07	186,274,569.40
2041	77,531,148.01	12,211,155.81	102,579,054.73	207,589.65	-90,575,488.57	105,012,809.30
2042	68,460,990.15	10,782,605.95	91,135,815.39	183,304.30	-80,536,513.75	29,726,936.01
2043	60,371,608.11	9,508,528.28	80,330,498.54	161,644.98	-70,983,615.24	-39,770,332.43

continúa...

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2044	53,482,134.42	8,423,436.17	70,315,419.32	143,198.41	-62,035,181.56	-103,794,030.61
2045	47,393,425.15	7,464,464.46	61,035,706.17	126,895.90	-53,698,137.60	-162,681,869.75
2046	41,709,063.11	6,569,177.44	52,356,243.68	111,676.02	-45,898,742.25	-216,714,705.49
2047	36,597,062.21	5,764,037.30	44,340,756.73	97,988.63	-38,674,708.06	-266,225,148.83
2048	32,459,254.54	5,112,332.59	37,097,890.35	86,909.65	-32,072,467.41	-311,608,873.68
2049	28,416,869.56	4,475,656.96	30,692,020.39	76,086.17	-26,292,449.60	-353,481,766.97
2050	24,560,040.28	3,868,206.34	25,171,664.58	65,759.51	-21,369,217.75	-392,525,073.06
2051	20,594,046.96	3,243,562.40	20,453,185.86	55,140.56	-17,264,764.02	-429,416,090.74
2052	17,207,184.97	2,710,131.63	16,528,586.75	46,072.24	-13,864,527.35	-464,751,422.63
2053	13,944,210.75	2,196,213.19	13,315,212.73	37,335.62	-11,156,335.16	-499,145,328.91
2054	11,209,609.51	1,765,513.50	10,717,274.90	30,013.73	-8,981,775.13	-533,084,370.49
2055	8,875,721.41	1,397,926.12	8,521,717.77	23,764.74	-7,147,556.39	-566,886,145.41
2056	6,799,610.07	1,070,938.59	6,522,577.75	18,205.96	-5,469,845.12	-600,700,297.80
2057	5,319,892.80	837,883.12	4,728,169.12	14,244.01	-3,904,530.02	-634,639,842.71
2058	4,041,392.35	636,519.29	3,175,728.15	10,820.83	-2,550,029.68	-668,921,864.53
2059	3,039,492.16	478,720.02	1,984,579.02	8,138.24	-1,513,997.25	-703,881,955.00
2060	2,130,218.96	335,509.49	1,160,053.27	5,703.66	-830,247.44	-739,906,300.19

Tabla B.11: Flujos corrientes de aportes  
Valores corrientes en cada año

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	44,079,270.49	55,099,088.12	99,178,358.61
2022	42,324,004.16	52,905,005.21	95,229,009.37
2023	40,219,667.71	50,274,584.64	90,494,252.34
2024	37,877,867.23	47,347,334.04	85,225,201.27
2025	35,385,337.75	44,231,672.19	79,617,009.93
2026	32,771,157.73	40,963,947.17	73,735,104.90
2027	30,125,884.97	37,657,356.21	67,783,241.17
2028	27,500,263.03	34,375,328.78	61,875,591.81
2029	24,935,263.53	31,169,079.41	56,104,342.94
2030	22,473,576.43	28,091,970.54	50,565,546.98
2031	20,132,049.52	25,165,061.90	45,297,111.43
2032	17,933,197.76	22,416,497.19	40,349,694.95
2033	15,889,667.48	19,862,084.35	35,751,751.84
2034	13,981,028.24	17,476,285.30	31,457,313.54
2035	12,256,476.04	15,320,595.05	27,577,071.09
2036	10,690,431.15	13,363,038.93	24,053,470.08
2037	9,307,565.15	11,634,456.44	20,942,021.60
2038	8,106,112.56	10,132,640.71	18,238,753.27
2039	7,071,374.75	8,839,218.43	15,910,593.18
2040	6,191,760.44	7,739,700.55	13,931,460.99

continúa...

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2041	5,427,180.36	6,783,975.45	12,211,155.81
2042	4,792,269.31	5,990,336.64	10,782,605.95
2043	4,226,012.57	5,282,515.71	9,508,528.28
2044	3,743,749.41	4,679,686.76	8,423,436.17
2045	3,317,539.76	4,146,924.70	7,464,464.46
2046	2,919,634.42	3,649,543.02	6,569,177.44
2047	2,561,794.35	3,202,242.94	5,764,037.30
2048	2,272,147.82	2,840,184.77	5,112,332.59
2049	1,989,180.87	2,486,476.09	4,475,656.96
2050	1,719,202.82	2,149,003.52	3,868,206.34
2051	1,441,583.29	1,801,979.11	3,243,562.40
2052	1,204,502.95	1,505,628.69	2,710,131.63
2053	976,094.75	1,220,118.44	2,196,213.19
2054	784,672.67	980,840.83	1,765,513.50
2055	621,300.50	776,625.62	1,397,926.12
2056	475,972.70	594,965.88	1,070,938.59
2057	372,392.50	465,490.62	837,883.12
2058	282,897.46	353,621.83	636,519.29
2059	212,764.45	265,955.56	478,720.02
2060	149,115.33	186,394.16	335,509.49

Tabla B.12: Flujos corrientes de pagos de beneficiarios  
Valores corrientes en cada año

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	59,539,220.75	635,686.79	664,019.85	9,585.04	60,848,512.43
2022	68,259,581.52	709,014.39	694,166.90	11,137.34	69,673,900.15
2023	78,321,329.28	779,655.69	726,232.65	12,972.77	79,840,190.39
2024	89,494,396.42	835,819.20	759,892.84	15,052.20	91,105,160.65
2025	101,331,414.65	885,655.99	792,483.14	17,308.84	103,026,862.62
2026	113,057,184.15	927,228.90	816,827.48	19,613.25	114,820,853.78
2027	123,973,819.86	966,020.92	829,902.02	21,844.72	125,791,587.52
2028	133,480,727.54	997,480.43	830,838.42	23,887.44	135,332,933.83
2029	141,176,152.29	1,027,059.62	819,945.53	25,649.66	143,048,807.11
2030	146,905,251.60	1,058,130.17	798,244.17	27,073.95	148,788,699.89
2031	150,743,654.66	1,087,701.34	766,998.44	28,141.68	152,626,496.12
2032	152,956,941.06	1,119,454.76	728,065.29	28,877.14	154,833,338.25
2033	153,821,046.15	1,157,118.00	683,241.00	29,320.74	155,690,725.89
2034	153,413,673.64	1,169,022.79	634,016.90	29,486.72	155,246,200.05
2035	151,544,040.22	1,197,158.06	581,608.62	29,339.73	153,352,146.63
2036	147,828,628.37	1,205,175.17	527,150.05	28,803.15	149,589,756.74
2037	141,954,385.22	1,215,577.55	472,019.06	27,810.59	143,669,792.41

continúa...

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos	Beneficios muertos	Beneficios por	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	en servicio	otras causas	invalidez	$B_t$
		$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	
2038	133,876,043.20	1,232,222.96	417,766.74	26,348.25	135,552,381.14
2039	123,905,834.49	1,245,002.09	365,862.94	24,476.30	125,541,175.81
2040	112,687,117.53	1,266,985.80	317,607.11	22,324.79	114,294,035.22
2041	101,014,515.93	1,270,390.53	274,091.38	20,056.90	102,579,054.73
2042	89,590,931.25	1,291,093.48	235,971.95	17,818.72	91,135,815.39
2043	78,820,453.75	1,291,183.45	203,164.88	15,696.46	80,330,498.54
2044	68,819,681.72	1,307,035.32	174,984.38	13,717.89	70,315,419.32
2045	59,557,931.42	1,315,359.30	150,535.27	11,880.18	61,035,706.17
2046	50,922,215.47	1,295,068.57	128,796.59	10,163.04	52,356,243.68
2047	42,945,319.27	1,277,566.28	109,296.65	8,574.53	44,340,756.73
2048	35,706,988.27	1,291,925.84	91,844.67	7,131.56	37,097,890.35
2049	29,326,160.76	1,283,474.28	76,526.75	5,858.61	30,692,020.39
2050	23,835,706.60	1,267,880.37	63,314.90	4,762.71	25,171,664.58
2051	19,177,852.83	1,219,524.20	51,976.19	3,832.65	20,453,185.86
2052	15,331,243.04	1,151,808.35	42,471.02	3,064.34	16,528,586.75
2053	12,221,956.74	1,056,128.73	34,684.12	2,443.14	13,315,212.73
2054	9,743,966.60	942,911.40	28,448.94	1,947.96	10,717,274.90
2055	7,654,952.02	842,139.08	23,096.23	1,530.45	8,521,717.77
2056	5,769,714.75	733,685.76	18,023.63	1,153.61	6,522,577.75
2057	4,055,902.48	658,354.94	13,100.72	810.99	4,728,169.12
2058	2,585,624.75	580,987.83	8,598.53	517.03	3,175,728.15
2059	1,463,668.17	515,630.97	4,987.20	292.69	1,984,579.02
2060	711,162.33	446,270.58	2,478.14	142.22	1,160,053.27

## B.3 Balance actuarial escenario 4

### B.3.1 Balance actuarial dinámico

Tabla B.13: Balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aportes	Beneficios	Gasto	Reserva inicial	Balance
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	administrativo	$V_0$	actuarial
			$\sum_{t=0}^T v^t G_t$		$V_T$
2020	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92	829,170,079.92
2021	92,690,054.77	56,867,768.63	1,575,730.93	829,170,079.92	863,416,635.13
2022	175,866,759.61	117,723,651.37	2,989,734.91	829,170,079.92	884,323,453.25
2023	249,737,025.67	182,897,029.27	4,245,529.44	829,170,079.92	891,764,546.88
2024	314,754,923.67	252,400,720.13	5,350,833.70	829,170,079.92	886,173,449.76
2025	371,520,751.40	325,857,449.29	6,315,852.77	829,170,079.92	868,517,529.26
2026	420,653,565.17	402,367,432.34	7,151,110.61	829,170,079.92	840,305,102.15
2027	462,865,561.12	480,704,111.00	7,868,714.54	829,170,079.92	803,462,815.50
2028	498,877,718.90	559,469,110.64	8,480,921.22	829,170,079.92	760,097,766.97

continúa...

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2029	529,394,764.13	637,278,183.66	8,999,710.99	829,170,079.92	712,286,949.40
2030	555,099,724.15	712,914,813.93	9,436,695.31	829,170,079.92	661,918,294.83
2031	576,620,055.48	785,426,562.77	9,802,540.94	829,170,079.92	610,561,031.69
2032	594,535,802.59	854,174,416.65	10,107,108.64	829,170,079.92	559,424,357.22
2033	609,371,508.56	918,780,532.76	10,359,315.65	829,170,079.92	509,401,740.07
2034	621,571,197.10	978,987,685.74	10,566,710.35	829,170,079.92	461,186,880.93
2035	631,566,396.75	1,034,569,560.89	10,736,628.74	829,170,079.92	415,430,287.04
2036	639,714,139.27	1,085,240,786.97	10,875,140.37	829,170,079.92	372,768,291.84
2037	646,343,846.99	1,130,722,963.94	10,987,845.40	829,170,079.92	333,803,117.57
2038	651,740,035.96	1,170,828,022.29	11,079,580.61	829,170,079.92	299,002,512.98
2039	656,139,447.56	1,205,541,203.54	11,154,370.61	829,170,079.92	268,613,953.33
2040	659,739,601.81	1,235,076,954.15	11,215,573.23	829,170,079.92	242,617,154.35
2041	662,688,755.74	1,259,851,138.29	11,265,708.85	829,170,079.92	220,741,988.53
2042	665,122,531.86	1,280,421,691.64	11,307,083.04	829,170,079.92	202,563,837.10
2043	667,128,326.27	1,297,367,159.95	11,341,181.55	829,170,079.92	187,590,064.69
2044	668,788,978.24	1,311,229,607.20	11,369,412.63	829,170,079.92	175,360,038.33
2045	670,164,299.67	1,322,475,385.86	11,392,793.09	829,170,079.92	165,466,200.64
2046	671,295,482.42	1,331,490,895.05	11,412,023.20	829,170,079.92	157,562,644.09
2047	672,223,091.06	1,338,626,669.32	11,427,792.55	829,170,079.92	151,338,709.12
2048	672,991,997.19	1,344,206,274.10	11,440,863.95	829,170,079.92	146,514,939.06
2049	673,621,108.14	1,348,520,430.90	11,451,558.84	829,170,079.92	142,819,198.32
2050	674,129,263.25	1,351,827,159.91	11,460,197.48	829,170,079.92	140,011,985.79
2051	674,527,485.16	1,354,338,259.03	11,466,967.25	829,170,079.92	137,892,338.80
2052	674,838,448.72	1,356,234,767.72	11,472,253.63	829,170,079.92	136,301,507.30
2053	675,073,958.98	1,357,662,620.54	11,476,257.30	829,170,079.92	135,105,161.06
2054	675,250,897.59	1,358,736,698.81	11,479,265.26	829,170,079.92	134,205,013.44
2055	675,381,831.46	1,359,534,867.94	11,481,491.13	829,170,079.92	133,535,552.30
2056	675,475,576.55	1,360,105,824.76	11,483,084.80	829,170,079.92	133,056,746.91
2057	675,544,122.80	1,360,492,630.79	11,484,250.09	829,170,079.92	132,737,321.84
2058	675,592,789.06	1,360,735,436.98	11,485,077.41	829,170,079.92	132,542,354.58
2059	675,626,996.01	1,360,877,245.09	11,485,658.93	829,170,079.92	132,434,171.90
2060	675,649,401.46	1,360,954,713.89	11,486,039.82	829,170,079.92	132,378,727.66

Tabla B.14: Aportes en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aporte personal	Aporte patronal	Aporte total
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	41,195,579.90	51,494,474.87	92,690,054.77
2022	78,163,004.27	97,703,755.34	175,866,759.61
2023	110,994,233.63	138,742,792.04	249,737,025.67
2024	139,891,077.18	174,863,846.48	314,754,923.67

continúa...

Año	Aporte personal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	Aporte patronal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	Aporte total $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2025	165,120,333.96	206,400,417.45	371,520,751.40
2026	186,957,140.08	233,696,425.10	420,653,565.17
2027	205,718,027.16	257,147,533.96	462,865,561.12
2028	221,723,430.62	277,154,288.28	498,877,718.90
2029	235,286,561.84	294,108,202.30	529,394,764.13
2030	246,710,988.51	308,388,735.64	555,099,724.15
2031	256,275,580.21	320,344,475.27	576,620,055.48
2032	264,238,134.49	330,297,668.11	594,535,802.59
2033	270,831,781.58	338,539,726.98	609,371,508.56
2034	276,253,865.38	345,317,331.72	621,571,197.10
2035	280,696,176.33	350,870,220.42	631,566,396.75
2036	284,317,395.23	355,396,744.04	639,714,139.27
2037	287,263,931.99	359,079,914.99	646,343,846.99
2038	289,662,238.20	362,077,797.76	651,740,035.96
2039	291,617,532.25	364,521,915.31	656,139,447.56
2040	293,217,600.81	366,522,001.01	659,739,601.81
2041	294,528,335.89	368,160,419.86	662,688,755.74
2042	295,610,014.16	369,512,517.70	665,122,531.86
2043	296,501,478.34	370,626,847.93	667,128,326.27
2044	297,239,545.88	371,549,432.35	668,788,978.24
2045	297,850,799.86	372,313,499.82	670,164,299.67
2046	298,353,547.74	372,941,934.68	671,295,482.42
2047	298,765,818.25	373,457,272.81	672,223,091.06
2048	299,107,554.31	373,884,442.89	672,991,997.19
2049	299,387,159.17	374,233,948.96	673,621,108.14
2050	299,613,005.89	374,516,257.36	674,129,263.25
2051	299,789,993.40	374,737,491.76	674,527,485.16
2052	299,928,199.43	374,910,249.29	674,838,448.72
2053	300,032,870.66	375,041,088.32	675,073,958.98
2054	300,111,510.04	375,139,387.55	675,250,897.59
2055	300,169,702.87	375,212,128.59	675,381,831.46
2056	300,211,367.36	375,264,209.20	675,475,576.55
2057	300,241,832.35	375,302,290.44	675,544,122.80
2058	300,263,461.81	375,329,327.26	675,592,789.06
2059	300,278,664.89	375,348,331.11	675,626,996.01
2060	300,288,622.87	375,360,778.59	675,649,401.46

Tabla B.15: Beneficios en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	55,644,131.54	594,099.81	620,579.30	8,957.98	56,867,768.63
2022	115,264,693.61	1,213,380.43	1,226,891.55	18,685.77	117,723,651.37
2023	179,198,228.42	1,849,811.71	1,819,713.72	29,275.42	182,897,029.27
2024	247,473,074.95	2,487,454.18	2,399,432.33	40,758.67	252,400,720.13
2025	319,720,973.15	3,118,914.66	2,964,461.86	53,099.63	325,857,449.29
2026	395,055,748.65	3,736,766.43	3,508,748.50	66,168.76	402,367,432.34
2027	472,260,412.97	4,338,355.71	4,025,569.77	79,772.56	480,704,111.00
2028	549,947,411.68	4,918,898.40	4,509,125.30	93,675.26	559,469,110.64
2029	626,737,884.56	5,477,550.78	4,955,121.34	107,626.98	637,278,183.66
2030	701,417,065.22	6,015,450.50	5,360,908.20	121,390.00	712,914,813.93
2031	773,034,289.65	6,532,209.58	5,725,303.63	134,759.92	785,426,562.77
2032	840,949,000.73	7,029,260.88	6,048,573.33	147,581.71	854,174,416.65
2033	904,779,266.22	7,509,423.71	6,332,094.06	159,748.78	918,780,532.76
2034	964,275,733.87	7,962,790.90	6,577,976.74	171,184.23	978,987,685.74
2035	1,019,202,268.05	8,396,696.07	6,788,778.47	181,818.30	1,034,569,560.89
2036	1,069,276,939.02	8,804,930.60	6,967,342.43	191,574.92	1,085,240,786.97
2037	1,114,216,061.99	9,189,751.32	7,116,771.58	200,379.04	1,130,722,963.94
2038	1,153,825,152.43	9,554,321.63	7,240,373.68	208,174.54	1,170,828,022.29
2039	1,188,086,148.18	9,898,575.08	7,341,537.83	214,942.44	1,205,541,203.54
2040	1,217,206,640.72	10,225,988.29	7,423,613.55	220,711.59	1,235,076,954.15
2041	1,241,602,968.27	10,532,804.23	7,489,810.20	225,555.59	1,259,851,138.29
2042	1,261,824,820.93	10,824,221.02	7,543,072.18	229,577.51	1,280,421,691.64
2043	1,278,451,750.00	11,096,592.15	7,585,929.18	232,888.63	1,297,367,159.95
2044	1,292,019,317.63	11,354,269.74	7,620,426.75	235,593.07	1,311,229,607.20
2045	1,302,992,817.51	11,596,623.61	7,648,162.75	237,781.98	1,322,475,385.86
2046	1,311,761,393.51	11,819,628.58	7,670,340.95	239,532.01	1,331,490,895.05
2047	1,318,672,599.52	12,025,227.79	7,687,930.10	240,911.91	1,338,626,669.32
2048	1,324,043,009.55	12,219,536.30	7,701,743.74	241,984.52	1,344,206,274.10
2049	1,328,165,177.27	12,399,945.05	7,712,500.55	242,808.02	1,348,520,430.90
2050	1,331,296,405.33	12,566,502.84	7,720,818.05	243,433.68	1,351,827,159.91
2051	1,333,650,927.99	12,716,227.50	7,727,199.32	243,904.23	1,354,338,259.03
2052	1,335,410,052.10	12,848,387.29	7,732,072.50	244,255.83	1,356,234,767.72
2053	1,336,720,669.95	12,961,640.93	7,735,791.84	244,517.82	1,357,662,620.54
2054	1,337,697,203.90	13,056,138.89	7,738,642.97	244,713.05	1,358,736,698.81
2055	1,338,414,189.20	13,135,016.12	7,740,806.23	244,856.39	1,359,534,867.94
2056	1,338,919,243.82	13,199,239.63	7,742,383.94	244,957.37	1,360,105,824.76
2057	1,339,251,052.49	13,253,098.89	7,743,455.69	245,023.72	1,360,492,630.79
2058	1,339,448,741.23	13,297,519.39	7,744,113.11	245,063.25	1,360,735,436.98
2059	1,339,553,327.65	13,334,363.80	7,744,469.47	245,084.17	1,360,877,245.09
2060	1,339,600,819.35	13,364,165.92	7,744,634.96	245,093.66	1,360,954,713.89

### B.3.2 Balance corriente y evolución de la reserva

Tabla B.16: Proyección del balance corriente  
Valores corrientes en cada año

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92
2021	629,703,864.18	99,178,358.61	60,848,512.43	1,686,032.10	36,643,814.08	923,855,799.59
2022	604,628,630.92	95,229,009.37	69,673,900.15	1,618,893.16	23,936,216.06	1,012,461,921.63
2023	574,566,681.55	90,494,252.34	79,840,190.39	1,538,402.29	9,115,659.67	1,092,449,915.81
2024	541,112,389.01	85,225,201.27	91,105,160.65	1,448,828.42	-7,328,787.81	1,161,592,622.11
2025	505,504,824.98	79,617,009.93	103,026,862.62	1,353,489.17	-24,763,341.85	1,218,140,763.80
2026	468,159,396.19	73,735,104.90	114,820,853.78	1,253,496.78	-42,339,245.67	1,261,071,371.60
2027	430,369,785.24	67,783,241.17	125,791,587.52	1,152,315.10	-59,160,661.45	1,290,185,706.17
2028	392,860,900.39	61,875,591.81	135,332,933.83	1,051,885.06	-74,509,227.08	1,305,989,478.52
2029	356,218,050.40	56,104,342.94	143,048,807.11	953,773.83	-87,898,238.00	1,309,510,504.02
2030	321,051,091.92	50,565,546.98	148,788,699.89	859,614.30	-99,082,767.21	1,302,093,472.09
2031	287,600,707.48	45,297,111.43	152,626,496.12	770,050.89	-108,099,435.59	1,285,140,579.54
2032	256,188,539.36	40,349,694.95	154,833,338.25	685,944.81	-115,169,588.11	1,259,930,832.00
2033	226,995,249.77	35,751,751.84	155,690,725.89	607,779.78	-120,546,753.84	1,227,579,236.40
2034	199,728,974.87	31,457,313.54	155,246,200.05	534,774.33	-124,323,660.84	1,189,186,122.11
2035	175,092,514.85	27,577,071.09	153,352,146.63	468,810.21	-126,243,885.75	1,146,185,264.90
2036	152,720,444.95	24,053,470.08	149,589,756.74	408,908.99	-125,945,195.65	1,100,473,037.80
2037	132,965,216.50	20,942,021.60	143,669,792.41	356,014.37	-123,083,785.18	1,054,422,365.26
2038	115,801,608.07	18,238,753.27	135,552,381.14	310,058.81	-117,623,686.68	1,010,608,244.15
2039	101,019,639.22	15,910,593.18	125,541,175.81	270,480.08	-109,901,062.72	971,449,758.52
2040	88,453,720.54	13,931,460.99	114,294,035.22	236,834.84	-100,599,409.07	938,851,832.54
2041	77,531,148.01	12,211,155.81	102,579,054.73	207,589.65	-90,575,488.57	913,995,972.25
2042	68,460,990.15	10,782,605.95	91,135,815.39	183,304.30	-80,536,513.75	897,439,176.56
2043	60,371,608.11	9,508,528.28	80,330,498.54	161,644.98	-70,983,615.24	889,276,303.67
2044	53,482,134.42	8,423,436.17	70,315,419.32	143,198.41	-62,035,181.56	889,490,463.36
2045	47,393,425.15	7,464,464.46	61,035,706.17	126,895.90	-53,698,137.60	898,056,658.20
2046	41,709,063.11	6,569,177.44	52,356,243.68	111,676.02	-45,898,742.25	915,021,882.01
2047	36,597,062.21	5,764,037.30	44,340,756.73	97,988.63	-38,674,708.06	940,398,705.69
2048	32,459,254.54	5,112,332.59	37,097,890.35	86,909.65	-32,072,467.41	974,154,147.68
2049	28,416,869.56	4,475,656.96	30,692,020.39	76,086.17	-26,292,449.60	1,016,052,488.42
2050	24,560,040.28	3,868,206.34	25,171,664.58	65,759.51	-21,369,217.75	1,065,806,944.86
2051	20,594,046.96	3,243,562.40	20,453,185.86	55,140.56	-17,264,764.02	1,123,148,666.97
2052	17,207,184.97	2,710,131.63	16,528,586.75	46,072.24	-13,864,527.35	1,187,904,546.31
2053	13,944,210.75	2,196,213.19	13,315,212.73	37,335.62	-11,156,335.16	1,259,901,529.40
2054	11,209,609.51	1,765,513.50	10,717,274.90	30,013.73	-8,981,775.13	1,339,112,861.32
2055	8,875,721.41	1,397,926.12	8,521,717.77	23,764.74	-7,147,556.39	1,425,703,205.23
2056	6,799,610.07	1,070,938.59	6,522,577.75	18,205.96	-5,469,845.12	1,520,032,584.47
2057	5,319,892.80	837,883.12	4,728,169.12	14,244.01	-3,904,530.02	1,622,530,335.36
2058	4,041,392.35	636,519.29	3,175,728.15	10,820.83	-2,550,029.68	1,733,557,429.16
2059	3,039,492.16	478,720.02	1,984,579.02	8,138.24	-1,513,997.25	1,853,392,451.95
2060	2,130,218.96	335,509.49	1,160,053.27	5,703.66	-830,247.44	1,982,299,676.14

Tabla B.17: Flujos corrientes de aportes  
Valores corrientes en cada año

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	44,079,270.49	55,099,088.12	99,178,358.61
2022	42,324,004.16	52,905,005.21	95,229,009.37
2023	40,219,667.71	50,274,584.64	90,494,252.34
2024	37,877,867.23	47,347,334.04	85,225,201.27
2025	35,385,337.75	44,231,672.19	79,617,009.93
2026	32,771,157.73	40,963,947.17	73,735,104.90
2027	30,125,884.97	37,657,356.21	67,783,241.17
2028	27,500,263.03	34,375,328.78	61,875,591.81
2029	24,935,263.53	31,169,079.41	56,104,342.94
2030	22,473,576.43	28,091,970.54	50,565,546.98
2031	20,132,049.52	25,165,061.90	45,297,111.43
2032	17,933,197.76	22,416,497.19	40,349,694.95
2033	15,889,667.48	19,862,084.35	35,751,751.84
2034	13,981,028.24	17,476,285.30	31,457,313.54
2035	12,256,476.04	15,320,595.05	27,577,071.09
2036	10,690,431.15	13,363,038.93	24,053,470.08
2037	9,307,565.15	11,634,456.44	20,942,021.60
2038	8,106,112.56	10,132,640.71	18,238,753.27
2039	7,071,374.75	8,839,218.43	15,910,593.18
2040	6,191,760.44	7,739,700.55	13,931,460.99
2041	5,427,180.36	6,783,975.45	12,211,155.81
2042	4,792,269.31	5,990,336.64	10,782,605.95
2043	4,226,012.57	5,282,515.71	9,508,528.28
2044	3,743,749.41	4,679,686.76	8,423,436.17
2045	3,317,539.76	4,146,924.70	7,464,464.46
2046	2,919,634.42	3,649,543.02	6,569,177.44
2047	2,561,794.35	3,202,242.94	5,764,037.30
2048	2,272,147.82	2,840,184.77	5,112,332.59
2049	1,989,180.87	2,486,476.09	4,475,656.96
2050	1,719,202.82	2,149,003.52	3,868,206.34
2051	1,441,583.29	1,801,979.11	3,243,562.40
2052	1,204,502.95	1,505,628.69	2,710,131.63
2053	976,094.75	1,220,118.44	2,196,213.19
2054	784,672.67	980,840.83	1,765,513.50
2055	621,300.50	776,625.62	1,397,926.12
2056	475,972.70	594,965.88	1,070,938.59
2057	372,392.50	465,490.62	837,883.12
2058	282,897.46	353,621.83	636,519.29
2059	212,764.45	265,955.56	478,720.02
2060	149,115.33	186,394.16	335,509.49

Tabla B.18: Flujos corrientes de pagos de beneficios  
Valores corrientes en cada año

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	59,539,220.75	635,686.79	664,019.85	9,585.04	60,848,512.43
2022	68,259,581.52	709,014.39	694,166.90	11,137.34	69,673,900.15
2023	78,321,329.28	779,655.69	726,232.65	12,972.77	79,840,190.39
2024	89,494,396.42	835,819.20	759,892.84	15,052.20	91,105,160.65
2025	101,331,414.65	885,655.99	792,483.14	17,308.84	103,026,862.62
2026	113,057,184.15	927,228.90	816,827.48	19,613.25	114,820,853.78
2027	123,973,819.86	966,020.92	829,902.02	21,844.72	125,791,587.52
2028	133,480,727.54	997,480.43	830,838.42	23,887.44	135,332,933.83
2029	141,176,152.29	1,027,059.62	819,945.53	25,649.66	143,048,807.11
2030	146,905,251.60	1,058,130.17	798,244.17	27,073.95	148,788,699.89
2031	150,743,654.66	1,087,701.34	766,998.44	28,141.68	152,626,496.12
2032	152,956,941.06	1,119,454.76	728,065.29	28,877.14	154,833,338.25
2033	153,821,046.15	1,157,118.00	683,241.00	29,320.74	155,690,725.89
2034	153,413,673.64	1,169,022.79	634,016.90	29,486.72	155,246,200.05
2035	151,544,040.22	1,197,158.06	581,608.62	29,339.73	153,352,146.63
2036	147,828,628.37	1,205,175.17	527,150.05	28,803.15	149,589,756.74
2037	141,954,385.22	1,215,577.55	472,019.06	27,810.59	143,669,792.41
2038	133,876,043.20	1,232,222.96	417,766.74	26,348.25	135,552,381.14
2039	123,905,834.49	1,245,002.09	365,862.94	24,476.30	125,541,175.81
2040	112,687,117.53	1,266,985.80	317,607.11	22,324.79	114,294,035.22
2041	101,014,515.93	1,270,390.53	274,091.38	20,056.90	102,579,054.73
2042	89,590,931.25	1,291,093.48	235,971.95	17,818.72	91,135,815.39
2043	78,820,453.75	1,291,183.45	203,164.88	15,696.46	80,330,498.54
2044	68,819,681.72	1,307,035.32	174,984.38	13,717.89	70,315,419.32
2045	59,557,931.42	1,315,359.30	150,535.27	11,880.18	61,035,706.17
2046	50,922,215.47	1,295,068.57	128,796.59	10,163.04	52,356,243.68
2047	42,945,319.27	1,277,566.28	109,296.65	8,574.53	44,340,756.73
2048	35,706,988.27	1,291,925.84	91,844.67	7,131.56	37,097,890.35
2049	29,326,160.76	1,283,474.28	76,526.75	5,858.61	30,692,020.39
2050	23,835,706.60	1,267,880.37	63,314.90	4,762.71	25,171,664.58
2051	19,177,852.83	1,219,524.20	51,976.19	3,832.65	20,453,185.86
2052	15,331,243.04	1,151,808.35	42,471.02	3,064.34	16,528,586.75
2053	12,221,956.74	1,056,128.73	34,684.12	2,443.14	13,315,212.73
2054	9,743,966.60	942,911.40	28,448.94	1,947.96	10,717,274.90
2055	7,654,952.02	842,139.08	23,096.23	1,530.45	8,521,717.77
2056	5,769,714.75	733,685.76	18,023.63	1,153.61	6,522,577.75
2057	4,055,902.48	658,354.94	13,100.72	810.99	4,728,169.12
2058	2,585,624.75	580,987.83	8,598.53	517.03	3,175,728.15
2059	1,463,668.17	515,630.97	4,987.20	292.69	1,984,579.02
2060	711,162.33	446,270.58	2,478.14	142.22	1,160,053.27

## B.4 Balance actuarial escenario 5

### B.4.1 Balance actuarial dinámico

Tabla B.19: Balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2020	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92	829,170,079.92
2021	93,564,489.25	57,404,257.01	1,590,596.32	829,170,079.92	863,739,715.84
2022	178,317,968.58	118,923,719.75	3,031,405.47	829,170,079.92	885,532,923.28
2023	254,298,687.85	184,887,817.39	4,323,077.69	829,170,079.92	894,257,872.69
2024	321,805,029.72	255,302,560.91	5,470,685.51	829,170,079.92	890,201,863.23
2025	381,299,491.10	329,774,535.51	6,482,091.35	829,170,079.92	874,212,944.16
2026	433,279,830.50	407,376,088.71	7,365,757.12	829,170,079.92	847,708,064.59
2027	478,359,557.22	486,843,453.63	8,132,112.47	829,170,079.92	812,554,071.04
2028	517,181,069.01	566,736,320.52	8,792,078.17	829,170,079.92	770,822,750.23
2029	550,389,143.39	645,629,963.54	9,356,615.44	829,170,079.92	724,572,644.33
2030	578,624,680.72	722,275,174.28	9,836,619.57	829,170,079.92	675,682,966.79
2031	602,486,633.95	795,698,667.71	10,242,272.78	829,170,079.92	625,715,773.39
2032	622,539,196.17	865,252,535.77	10,583,166.33	829,170,079.92	575,873,573.99
2033	639,301,012.55	930,558,253.87	10,868,117.21	829,170,079.92	527,044,721.39
2034	653,214,612.67	991,361,425.67	11,104,648.42	829,170,079.92	479,918,618.50
2035	664,721,560.91	1,047,439,974.55	11,300,266.54	829,170,079.92	435,151,399.74
2036	674,190,120.02	1,098,514,090.17	11,461,232.04	829,170,079.92	393,384,877.73
2037	681,967,241.69	1,144,313,289.16	11,593,443.11	829,170,079.92	355,230,589.34
2038	688,357,075.66	1,184,660,000.13	11,702,070.29	829,170,079.92	321,165,085.16
2039	693,615,733.71	1,219,551,706.73	11,791,467.47	829,170,079.92	291,442,639.42
2040	697,959,629.09	1,249,215,499.77	11,865,313.69	829,170,079.92	266,048,895.55
2041	701,551,606.55	1,274,078,971.05	11,926,377.31	829,170,079.92	244,716,338.11
2042	704,543,834.66	1,294,710,049.87	11,977,245.19	829,170,079.92	227,026,619.52
2043	707,033,141.32	1,311,695,184.25	12,019,563.40	829,170,079.92	212,488,473.59
2044	709,113,549.36	1,325,582,427.33	12,054,930.34	829,170,079.92	200,646,271.60
2045	710,852,759.35	1,336,842,559.17	12,084,496.91	829,170,079.92	191,095,783.19
2046	712,296,730.44	1,345,865,235.72	12,109,044.42	829,170,079.92	183,492,530.22
2047	713,492,007.04	1,353,003,414.16	12,129,364.12	829,170,079.92	177,529,308.69
2048	714,492,133.40	1,358,582,440.91	12,146,366.27	829,170,079.92	172,933,406.14
2049	715,318,146.05	1,362,894,309.11	12,160,408.48	829,170,079.92	169,433,508.38
2050	715,991,639.96	1,366,197,903.46	12,171,857.88	829,170,079.92	166,791,958.55
2051	716,524,410.79	1,368,705,590.93	12,180,914.98	829,170,079.92	164,807,984.80
2052	716,944,365.73	1,370,598,755.41	12,188,054.22	829,170,079.92	163,327,636.02
2053	717,265,421.84	1,372,023,522.12	12,193,512.17	829,170,079.92	162,218,467.47
2054	717,508,906.51	1,373,094,859.59	12,197,651.41	829,170,079.92	161,386,475.43
2055	717,690,784.00	1,373,890,682.94	12,200,743.33	829,170,079.92	160,769,437.65
2056	717,822,231.83	1,374,459,741.07	12,202,977.94	829,170,079.92	160,329,592.74
2057	717,919,252.98	1,374,845,111.26	12,204,627.30	829,170,079.92	160,039,594.34

continúa...

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2058	717,988,785.61	1,375,086,922.67	12,205,809.36	829,170,079.92	159,866,133.51
2059	718,038,120.35	1,375,228,095.76	12,206,648.05	829,170,079.92	159,773,456.47
2060	718,070,739.32	1,375,305,188.24	12,207,202.57	829,170,079.92	159,728,428.43

Tabla B.20: Aportes en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aporte personal	Aporte patronal	Aporte total
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	41,584,217.45	51,980,271.81	93,564,489.25
2022	79,252,430.48	99,065,538.10	178,317,968.58
2023	113,021,639.04	141,277,048.81	254,298,687.85
2024	143,024,457.65	178,780,572.07	321,805,029.72
2025	169,466,440.49	211,833,050.61	381,299,491.10
2026	192,568,813.55	240,711,016.94	433,279,830.50
2027	212,604,247.66	265,755,309.57	478,359,557.22
2028	229,858,252.89	287,322,816.12	517,181,069.01
2029	244,617,397.06	305,771,746.33	550,389,143.39
2030	257,166,524.76	321,458,155.95	578,624,680.72
2031	267,771,837.31	334,714,796.64	602,486,633.95
2032	276,684,087.19	345,855,108.99	622,539,196.17
2033	284,133,783.36	355,167,229.19	639,301,012.55
2034	290,317,605.63	362,897,007.04	653,214,612.67
2035	295,431,804.85	369,289,756.06	664,721,560.91
2036	299,640,053.34	374,550,066.68	674,190,120.02
2037	303,096,551.86	378,870,689.83	681,967,241.69
2038	305,936,478.07	382,420,597.59	688,357,075.66
2039	308,273,659.43	385,342,074.28	693,615,733.71
2040	310,204,279.60	387,755,349.50	697,959,629.09
2041	311,800,714.02	389,750,892.53	701,551,606.55
2042	313,130,593.18	391,413,241.48	704,543,834.66
2043	314,236,951.70	392,796,189.62	707,033,141.32
2044	315,161,577.49	393,951,971.87	709,113,549.36
2045	315,934,559.71	394,918,199.64	710,852,759.35
2046	316,576,324.64	395,720,405.80	712,296,730.44
2047	317,107,558.69	396,384,448.36	713,492,007.04
2048	317,552,059.29	396,940,074.11	714,492,133.40
2049	317,919,176.02	397,398,970.03	715,318,146.05
2050	318,218,506.65	397,773,133.31	715,991,639.96
2051	318,455,293.68	398,069,117.10	716,524,410.79
2052	318,641,940.33	398,302,425.41	716,944,365.73
2053	318,784,631.93	398,480,789.91	717,265,421.84

continúa...

Año	Aporte personal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	Aporte patronal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	Aporte total $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2054	318,892,847.34	398,616,059.17	717,508,906.51
2055	318,973,681.78	398,717,102.22	717,690,784.00
2056	319,032,103.03	398,790,128.79	717,822,231.83
2057	319,075,223.55	398,844,029.43	717,919,252.98
2058	319,106,126.94	398,882,658.67	717,988,785.61
2059	319,128,053.49	398,910,066.86	718,038,120.35
2060	319,142,550.81	398,928,188.51	718,070,739.32

Tabla B.21: Beneficios en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	56,169,076.17	599,704.52	626,433.82	9,042.49	57,404,257.01
2022	116,438,686.14	1,224,598.39	1,241,576.77	18,858.46	118,923,719.75
2023	181,146,423.91	1,866,563.09	1,845,290.21	29,540.17	184,887,817.39
2024	250,314,848.35	2,509,513.87	2,437,079.66	41,119.02	255,302,560.91
2025	323,560,425.95	3,145,997.92	3,014,553.49	53,558.16	329,774,535.51
2026	399,969,851.29	3,768,536.83	3,570,974.14	66,726.44	407,376,088.71
2027	478,289,454.62	4,374,467.81	4,099,102.79	80,428.41	486,843,453.63
2028	557,090,107.58	4,958,986.08	4,592,800.54	94,426.32	566,736,320.52
2029	634,952,637.98	5,521,258.07	5,047,599.06	108,468.44	645,629,963.54
2030	710,629,607.96	6,062,444.58	5,460,806.18	122,315.56	722,275,174.28
2031	783,149,439.13	6,582,170.79	5,831,295.55	135,762.24	795,698,667.71
2032	851,862,539.63	7,081,892.92	6,159,450.30	148,652.93	865,252,535.77
2033	916,386,117.76	7,564,458.97	6,446,796.24	160,880.89	930,558,253.87
2034	976,473,523.33	8,019,928.34	6,695,604.64	172,369.37	991,361,425.67
2035	1,031,892,648.62	8,455,685.74	6,908,591.36	183,048.83	1,047,439,974.55
2036	1,082,366,984.99	8,865,512.71	7,088,748.95	192,843.51	1,098,514,090.17
2037	1,127,620,602.99	9,251,693.01	7,239,314.42	201,678.74	1,144,313,289.16
2038	1,167,469,373.75	9,617,417.31	7,363,710.15	209,498.91	1,184,660,000.13
2039	1,201,907,368.69	9,962,633.92	7,465,418.37	216,285.75	1,219,551,706.73
2040	1,231,154,727.18	10,290,842.89	7,547,860.78	222,068.92	1,249,215,499.77
2041	1,255,639,455.67	10,598,291.84	7,614,300.63	226,922.92	1,274,078,971.05
2042	1,275,921,174.24	10,890,202.89	7,667,721.08	230,951.66	1,294,710,049.87
2043	1,292,587,302.06	11,162,936.01	7,710,679.00	234,267.18	1,311,695,184.25
2044	1,306,179,353.08	11,420,861.55	7,745,238.50	236,974.21	1,325,582,427.33
2045	1,317,167,024.95	11,663,359.74	7,773,010.05	239,164.43	1,336,842,559.17
2046	1,325,942,699.04	11,886,415.75	7,795,206.06	240,914.86	1,345,865,235.72
2047	1,332,856,331.54	12,091,986.68	7,812,801.36	242,294.57	1,353,003,414.16
2048	1,338,226,263.19	12,286,197.28	7,826,613.81	243,366.64	1,358,582,440.91
2049	1,342,346,305.47	12,466,449.08	7,837,365.14	244,189.42	1,362,894,309.11

continúa...

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2050	1,345,474,613.22	12,632,800.98	7,845,674.94	244,814.31	1,366,197,903.46
2051	1,347,825,973.36	12,782,285.78	7,852,047.69	245,284.10	1,368,705,590.93
2052	1,349,582,022.52	12,914,185.50	7,856,912.37	245,635.02	1,370,598,755.41
2053	1,350,889,827.10	13,027,174.88	7,860,623.75	245,896.40	1,372,023,522.12
2054	1,351,863,883.04	13,121,417.80	7,863,467.66	246,091.09	1,373,094,859.59
2055	1,352,578,771.03	13,200,053.31	7,865,624.60	246,234.00	1,373,890,682.94
2056	1,353,082,152.78	13,264,056.57	7,867,197.09	246,334.63	1,374,459,741.07
2057	1,353,412,734.21	13,317,711.44	7,868,264.88	246,400.73	1,374,845,111.26
2058	1,353,609,615.78	13,361,947.17	7,868,919.62	246,440.10	1,375,086,922.67
2059	1,353,713,735.57	13,398,624.88	7,869,274.39	246,460.92	1,375,228,095.76
2060	1,353,760,997.50	13,428,281.29	7,869,439.08	246,470.37	1,375,305,188.24

## B.4.2 Balance corriente y evolución de la reserva

Tabla B.22: Proyección del balance corriente  
Valores corrientes en cada año

Año	Masa Salarial $M_t$	Aportes $A_t$	Beneficios $B_t$	Gasto administrativo $G_t$	Balance corriente $V_t^{cor}$	Balance capitalizado $V_t^{cap}$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92
2021	629,703,864.18	99,178,358.61	60,848,512.43	1,686,032.10	36,643,814.08	915,564,098.80
2022	604,628,630.92	95,229,009.37	69,123,268.33	1,618,893.16	24,486,847.88	994,984,792.60
2023	574,566,681.55	90,494,252.34	78,564,295.71	1,538,402.29	10,391,554.34	1,065,075,434.50
2024	541,112,389.01	85,225,201.27	88,896,991.34	1,448,828.42	-5,120,618.49	1,123,859,342.08
2025	505,504,824.98	79,617,009.93	99,660,301.23	1,353,489.17	-21,396,780.47	1,169,894,122.14
2026	468,159,396.19	73,735,104.90	110,079,286.35	1,253,496.78	-37,597,678.23	1,202,490,091.23
2027	430,369,785.24	67,783,241.17	119,489,534.50	1,152,315.10	-52,858,608.42	1,221,780,888.28
2028	392,860,900.39	61,875,591.81	127,337,092.06	1,051,885.06	-66,513,385.31	1,228,574,356.27
2029	356,218,050.40	56,104,342.94	133,289,149.88	953,773.83	-78,138,580.77	1,224,150,236.87
2030	321,051,091.92	50,565,546.98	137,259,899.09	859,614.30	-87,553,966.41	1,210,045,284.67
2031	287,600,707.48	45,297,111.43	139,379,711.74	770,050.89	-94,852,651.20	1,187,795,350.55
2032	256,188,539.36	40,349,694.95	139,956,047.92	685,944.81	-100,292,297.78	1,158,770,773.80
2033	226,995,249.77	35,751,751.84	139,292,411.67	607,779.78	-104,148,439.61	1,124,148,580.61
2034	199,728,974.87	31,457,313.54	137,470,131.66	534,774.33	-106,547,592.45	1,085,049,903.00
2035	175,092,514.85	27,577,071.09	134,395,505.77	468,810.21	-107,287,244.89	1,042,865,652.29
2036	152,720,444.95	24,053,470.08	129,746,215.65	408,908.99	-106,101,654.56	999,335,936.86
2037	132,965,216.50	20,942,021.60	123,326,836.65	356,014.37	-102,740,829.42	956,555,263.65
2038	115,801,608.07	18,238,753.27	115,163,196.81	310,058.81	-97,234,502.34	916,714,077.13
2039	101,019,639.22	15,910,593.18	105,568,330.13	270,480.08	-89,928,217.03	881,788,704.73
2040	88,453,720.54	13,931,460.99	95,135,802.90	236,834.84	-81,441,176.75	853,254,850.26
2041	77,531,148.01	12,211,155.81	84,524,951.95	207,589.65	-72,521,385.79	831,928,755.49
2042	68,460,990.15	10,782,605.95	74,344,864.48	183,304.30	-63,745,562.83	818,098,917.99
2043	60,371,608.11	9,508,528.28	64,878,961.28	161,644.98	-55,532,077.98	811,652,775.08

continúa...

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2044	53,482,134.42	8,423,436.17	56,228,539.61	143,198.41	-47,948,301.85	812,403,639.74
2045	47,393,425.15	7,464,464.46	48,327,030.13	126,895.90	-40,989,461.56	820,158,396.56
2046	41,709,063.11	6,569,177.44	41,047,610.96	111,676.02	-34,590,109.54	834,777,790.82
2047	36,597,062.21	5,764,037.30	34,422,765.82	97,988.63	-28,756,717.16	856,107,741.11
2048	32,459,254.54	5,112,332.59	28,518,236.86	86,909.65	-23,492,813.92	883,981,391.65
2049	28,416,869.56	4,475,656.96	23,363,374.46	76,086.17	-18,963,803.67	918,056,471.48
2050	24,560,040.28	3,868,206.34	18,974,164.96	65,759.51	-15,171,718.13	957,968,141.64
2051	20,594,046.96	3,243,562.40	15,267,053.70	55,140.56	-12,078,631.87	1,003,367,598.27
2052	17,207,184.97	2,710,131.63	12,217,322.47	46,072.24	-9,553,263.07	1,054,016,391.10
2053	13,944,210.75	2,196,213.19	9,746,244.73	37,335.62	-7,587,367.16	1,109,670,007.40
2054	11,209,609.51	1,765,513.50	7,768,295.10	30,013.73	-6,032,795.33	1,170,217,412.52
2055	8,875,721.41	1,397,926.12	6,116,767.32	23,764.74	-4,742,605.94	1,235,687,851.32
2056	6,799,610.07	1,070,938.59	4,636,259.98	18,205.96	-3,583,527.35	1,306,245,595.06
2057	5,319,892.80	837,883.12	3,328,090.54	14,244.01	-2,504,451.44	1,382,115,879.32
2058	4,041,392.35	636,519.29	2,213,602.63	10,820.83	-1,587,904.17	1,463,454,927.91
2059	3,039,492.16	478,720.02	1,369,874.14	8,138.24	-899,292.37	1,550,362,931.22
2060	2,130,218.96	335,509.49	792,951.53	5,703.66	-463,145.70	1,642,921,561.39

Tabla B.23: Flujos corrientes de aportes  
Valores corrientes en cada año

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	44,079,270.49	55,099,088.12	99,178,358.61
2022	42,324,004.16	52,905,005.21	95,229,009.37
2023	40,219,667.71	50,274,584.64	90,494,252.34
2024	37,877,867.23	47,347,334.04	85,225,201.27
2025	35,385,337.75	44,231,672.19	79,617,009.93
2026	32,771,157.73	40,963,947.17	73,735,104.90
2027	30,125,884.97	37,657,356.21	67,783,241.17
2028	27,500,263.03	34,375,328.78	61,875,591.81
2029	24,935,263.53	31,169,079.41	56,104,342.94
2030	22,473,576.43	28,091,970.54	50,565,546.98
2031	20,132,049.52	25,165,061.90	45,297,111.43
2032	17,933,197.76	22,416,497.19	40,349,694.95
2033	15,889,667.48	19,862,084.35	35,751,751.84
2034	13,981,028.24	17,476,285.30	31,457,313.54
2035	12,256,476.04	15,320,595.05	27,577,071.09
2036	10,690,431.15	13,363,038.93	24,053,470.08
2037	9,307,565.15	11,634,456.44	20,942,021.60
2038	8,106,112.56	10,132,640.71	18,238,753.27
2039	7,071,374.75	8,839,218.43	15,910,593.18
2040	6,191,760.44	7,739,700.55	13,931,460.99

continúa...

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2041	5,427,180.36	6,783,975.45	12,211,155.81
2042	4,792,269.31	5,990,336.64	10,782,605.95
2043	4,226,012.57	5,282,515.71	9,508,528.28
2044	3,743,749.41	4,679,686.76	8,423,436.17
2045	3,317,539.76	4,146,924.70	7,464,464.46
2046	2,919,634.42	3,649,543.02	6,569,177.44
2047	2,561,794.35	3,202,242.94	5,764,037.30
2048	2,272,147.82	2,840,184.77	5,112,332.59
2049	1,989,180.87	2,486,476.09	4,475,656.96
2050	1,719,202.82	2,149,003.52	3,868,206.34
2051	1,441,583.29	1,801,979.11	3,243,562.40
2052	1,204,502.95	1,505,628.69	2,710,131.63
2053	976,094.75	1,220,118.44	2,196,213.19
2054	784,672.67	980,840.83	1,765,513.50
2055	621,300.50	776,625.62	1,397,926.12
2056	475,972.70	594,965.88	1,070,938.59
2057	372,392.50	465,490.62	837,883.12
2058	282,897.46	353,621.83	636,519.29
2059	212,764.45	265,955.56	478,720.02
2060	149,115.33	186,394.16	335,509.49

Tabla B.24: Flujos corrientes de pagos de beneficios  
Valores corrientes en cada año

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	59,539,220.75	635,686.79	664,019.85	9,585.04	60,848,512.43
2022	67,718,933.75	702,130.75	691,174.61	11,029.21	69,123,268.33
2023	77,067,951.02	764,590.23	719,032.37	12,722.10	78,564,295.71
2024	87,323,542.22	811,710.54	747,120.56	14,618.03	88,896,991.34
2025	98,019,105.38	851,759.24	772,790.24	16,646.37	99,660,301.23
2026	108,388,230.21	883,083.35	789,293.33	18,679.46	110,079,286.35
2027	117,763,725.43	911,096.15	794,110.22	20,602.70	119,489,534.50
2028	125,596,268.99	931,633.32	786,879.21	22,310.54	127,337,092.06
2029	131,547,106.81	949,946.69	768,372.53	23,723.85	133,289,149.88
2030	135,525,927.37	969,182.62	739,991.01	24,798.08	137,259,899.09
2031	137,664,290.96	986,595.51	703,299.45	25,525.81	139,379,711.74
2032	138,264,258.39	1,005,539.10	660,311.81	25,938.61	139,956,047.92
2033	137,624,163.25	1,029,278.77	612,888.29	26,081.36	139,292,411.67
2034	135,851,852.93	1,029,772.50	562,531.88	25,974.35	137,470,131.66
2035	132,815,158.76	1,044,317.97	510,435.09	25,593.95	134,395,505.77
2036	128,222,565.44	1,041,104.64	457,663.63	24,881.94	129,746,215.65
2037	121,857,711.01	1,039,895.80	405,438.59	23,791.26	123,326,836.65

continúa...

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2038	113,741,906.56	1,043,901.20	355,067.62	22,321.42	115,163,196.81
2039	104,195,580.34	1,044,487.21	307,728.33	20,534.25	105,568,330.13
2040	93,800,240.89	1,052,610.60	264,403.99	18,547.41	95,135,802.90
2041	83,237,391.75	1,045,192.27	225,866.47	16,501.47	84,524,951.95
2042	73,085,931.74	1,051,912.40	192,502.62	14,517.72	74,344,864.48
2043	63,660,436.10	1,041,772.25	164,088.48	12,664.46	64,878,961.28
2044	55,033,326.20	1,044,323.64	139,929.15	10,960.62	56,228,539.61
2045	47,157,667.22	1,040,770.87	119,191.91	9,400.13	48,327,030.13
2046	39,923,902.18	1,014,767.24	100,978.16	7,963.38	41,047,610.96
2047	33,339,927.61	991,334.14	84,850.62	6,653.45	34,422,765.82
2048	27,449,408.17	992,743.74	70,604.90	5,480.05	28,518,236.86
2049	22,323,987.27	976,674.14	58,254.88	4,458.17	23,363,374.46
2050	17,967,407.93	955,440.71	47,727.27	3,589.05	18,974,164.96
2051	14,315,317.16	910,078.46	38,797.95	2,860.14	15,267,053.70
2052	11,332,464.25	851,199.94	31,393.70	2,264.58	12,217,322.47
2053	8,946,154.77	772,913.98	25,388.00	1,787.98	9,746,244.73
2054	7,062,904.30	683,357.78	20,621.27	1,411.75	7,768,295.10
2055	5,494,691.10	604,399.39	16,578.44	1,098.39	6,116,767.32
2056	4,101,177.95	521,450.68	12,811.45	819.90	4,636,259.98
2057	2,854,930.02	463,368.16	9,221.56	570.80	3,328,090.54
2058	1,802,303.63	404,945.03	5,993.60	360.37	2,213,602.63
2059	1,010,327.15	355,902.45	3,442.52	202.02	1,369,874.14
2060	486,122.88	305,037.47	1,693.96	97.21	792,951.53

## B.5 Balance actuarial escenario 6

### B.5.1 Balance actuarial dinámico

Tabla B.25: Balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2020	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92	829,170,079.92
2021	93,564,489.25	57,404,257.01	1,590,596.32	829,170,079.92	863,739,715.84
2022	178,317,968.58	119,903,840.46	3,031,405.47	829,170,079.92	884,552,802.57
2023	254,298,687.85	188,020,921.02	4,323,077.69	829,170,079.92	891,124,769.06
2024	321,805,029.72	261,968,112.92	5,470,685.51	829,170,079.92	883,536,311.21
2025	381,299,491.10	341,545,818.01	6,482,091.35	829,170,079.92	862,441,661.66
2026	433,279,830.50	425,964,968.91	7,365,757.12	829,170,079.92	829,119,184.39
2027	478,359,557.22	514,023,255.89	8,132,112.47	829,170,079.92	785,374,268.78
2028	517,181,069.01	604,250,406.90	8,792,078.17	829,170,079.92	733,308,663.86

continúa...

Año	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Reserva inicial	Balance actuarial
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t$	$\sum_{t=0}^T v^t B_t$	$\sum_{t=0}^T v^t G_t$	$V_0$	$V_T$
2029	550,389,143.39	695,103,726.65	9,356,615.44	829,170,079.92	675,098,881.22
2030	578,624,680.72	785,144,096.19	9,836,619.57	829,170,079.92	612,814,044.87
2031	602,486,633.95	873,161,216.46	10,242,272.78	829,170,079.92	548,253,224.64
2032	622,539,196.17	958,255,972.25	10,583,166.33	829,170,079.92	482,870,137.51
2033	639,301,012.55	1,039,804,478.35	10,868,117.21	829,170,079.92	417,798,496.90
2034	653,214,612.67	1,117,303,811.74	11,104,648.42	829,170,079.92	353,976,232.43
2035	664,721,560.91	1,190,266,231.58	11,300,266.54	829,170,079.92	292,325,142.71
2036	674,190,120.02	1,258,100,180.19	11,461,232.04	829,170,079.92	233,798,787.71
2037	681,967,241.69	1,320,192,886.64	11,593,443.11	829,170,079.92	179,350,991.86
2038	688,357,075.66	1,376,026,356.57	11,702,070.29	829,170,079.92	129,798,728.72
2039	693,615,733.71	1,425,305,085.68	11,791,467.47	829,170,079.92	85,689,260.47
2040	697,959,629.09	1,468,056,684.01	11,865,313.69	829,170,079.92	47,207,711.31
2041	701,551,606.55	1,504,617,245.22	11,926,377.31	829,170,079.92	14,178,063.94
2042	704,543,834.66	1,535,565,904.04	11,977,245.19	829,170,079.92	-13,829,234.65
2043	707,033,141.32	1,561,556,064.52	12,019,563.40	829,170,079.92	-37,372,406.68
2044	709,113,549.36	1,583,229,926.25	12,054,930.34	829,170,079.92	-57,001,227.31
2045	710,852,759.35	1,601,152,988.84	12,084,496.91	829,170,079.92	-73,214,646.47
2046	712,296,730.44	1,615,799,286.39	12,109,044.42	829,170,079.92	-86,441,520.45
2047	713,492,007.04	1,627,615,685.02	12,129,364.12	829,170,079.92	-97,082,962.18
2048	714,492,133.40	1,637,033,443.39	12,146,366.27	829,170,079.92	-105,517,596.34
2049	715,318,146.05	1,644,455,687.05	12,160,408.48	829,170,079.92	-112,127,869.56
2050	715,991,639.96	1,650,254,374.05	12,171,857.88	829,170,079.92	-117,264,512.04
2051	716,524,410.79	1,654,742,698.30	12,180,914.98	829,170,079.92	-121,229,122.58
2052	716,944,365.73	1,658,197,812.28	12,188,054.22	829,170,079.92	-124,271,420.84
2053	717,265,421.84	1,660,849,215.95	12,193,512.17	829,170,079.92	-126,607,226.36
2054	717,508,906.51	1,662,882,090.88	12,197,651.41	829,170,079.92	-128,400,755.85
2055	717,690,784.00	1,664,421,843.24	12,200,743.33	829,170,079.92	-129,761,722.65
2056	717,822,231.83	1,665,544,482.27	12,202,977.94	829,170,079.92	-130,755,148.47
2057	717,919,252.98	1,666,319,677.25	12,204,627.30	829,170,079.92	-131,434,971.66
2058	717,988,785.61	1,666,815,649.99	12,205,809.36	829,170,079.92	-131,862,593.81
2059	718,038,120.35	1,667,110,891.97	12,206,648.05	829,170,079.92	-132,109,339.75
2060	718,070,739.32	1,667,275,284.64	12,207,202.57	829,170,079.92	-132,241,667.97

Tabla B.26: Aportes en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Aporte personal	Aporte patronal	Aporte total
	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	$\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	41,584,217.45	51,980,271.81	93,564,489.25
2022	79,252,430.48	99,065,538.10	178,317,968.58
2023	113,021,639.04	141,277,048.81	254,298,687.85
2024	143,024,457.65	178,780,572.07	321,805,029.72

continúa...

Año	Aporte personal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{per}$	Aporte patronal $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{pat}$	Aporte total $\sum_{t=0}^T v^t A_t^{tot}$
2025	169,466,440.49	211,833,050.61	381,299,491.10
2026	192,568,813.55	240,711,016.94	433,279,830.50
2027	212,604,247.66	265,755,309.57	478,359,557.22
2028	229,858,252.89	287,322,816.12	517,181,069.01
2029	244,617,397.06	305,771,746.33	550,389,143.39
2030	257,166,524.76	321,458,155.95	578,624,680.72
2031	267,771,837.31	334,714,796.64	602,486,633.95
2032	276,684,087.19	345,855,108.99	622,539,196.17
2033	284,133,783.36	355,167,229.19	639,301,012.55
2034	290,317,605.63	362,897,007.04	653,214,612.67
2035	295,431,804.85	369,289,756.06	664,721,560.91
2036	299,640,053.34	374,550,066.68	674,190,120.02
2037	303,096,551.86	378,870,689.83	681,967,241.69
2038	305,936,478.07	382,420,597.59	688,357,075.66
2039	308,273,659.43	385,342,074.28	693,615,733.71
2040	310,204,279.60	387,755,349.50	697,959,629.09
2041	311,800,714.02	389,750,892.53	701,551,606.55
2042	313,130,593.18	391,413,241.48	704,543,834.66
2043	314,236,951.70	392,796,189.62	707,033,141.32
2044	315,161,577.49	393,951,971.87	709,113,549.36
2045	315,934,559.71	394,918,199.64	710,852,759.35
2046	316,576,324.64	395,720,405.80	712,296,730.44
2047	317,107,558.69	396,384,448.36	713,492,007.04
2048	317,552,059.29	396,940,074.11	714,492,133.40
2049	317,919,176.02	397,398,970.03	715,318,146.05
2050	318,218,506.65	397,773,133.31	715,991,639.96
2051	318,455,293.68	398,069,117.10	716,524,410.79
2052	318,641,940.33	398,302,425.41	716,944,365.73
2053	318,784,631.93	398,480,789.91	717,265,421.84
2054	318,892,847.34	398,616,059.17	717,508,906.51
2055	318,973,681.78	398,717,102.22	717,690,784.00
2056	319,032,103.03	398,790,128.79	717,822,231.83
2057	319,075,223.55	398,844,029.43	717,919,252.98
2058	319,106,126.94	398,882,658.67	717,988,785.61
2059	319,128,053.49	398,910,066.86	718,038,120.35
2060	319,142,550.81	398,928,188.51	718,070,739.32

Tabla B.27: Beneficios en el balance actuarial dinámico  
Valores actuariales presentes acumulados en cada año

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

continúa...

B Balances de escenarios de sensibilidad

Año	Beneficios cesantía $\sum_{t=0}^T v^t B_t^3$	Beneficios muertos en servicio $\sum_{t=0}^T v^t B_t^4$	Beneficios muertos otras causas $\sum_{t=0}^T v^t B_t^5$	Beneficios por invalidez $\sum_{t=0}^T v^t B_t^6$	Beneficios totales $\sum_{t=0}^T v^t B_t$
2021	56,169,076.17	599,704.52	626,433.82	9,042.49	57,404,257.01
2022	117,401,035.31	1,236,851.21	1,246,903.01	19,050.93	119,903,840.46
2023	184,223,761.15	1,904,237.82	1,862,766.42	30,155.64	188,020,921.02
2024	256,864,940.31	2,585,755.65	2,474,987.93	42,429.04	261,968,112.92
2025	335,133,969.56	3,273,647.55	3,082,328.03	55,872.87	341,545,818.01
2026	418,256,586.29	3,959,660.55	3,678,338.29	70,383.79	425,964,968.91
2027	505,041,754.26	4,640,464.64	4,255,258.12	85,778.87	514,023,255.89
2028	594,032,733.28	5,310,087.49	4,805,771.28	101,814.85	604,250,406.90
2029	683,694,886.20	5,966,855.19	5,323,768.38	118,216.89	695,103,726.65
2030	772,593,340.17	6,611,388.66	5,804,659.06	134,708.30	785,144,096.19
2031	859,522,355.29	7,242,500.45	6,245,323.90	151,036.82	873,161,216.46
2032	943,583,501.47	7,861,219.41	6,644,254.25	166,997.12	958,255,972.25
2033	1,024,150,346.73	8,470,412.23	7,001,285.66	182,433.74	1,039,804,478.35
2034	1,100,732,681.87	9,056,672.35	7,317,236.32	197,221.20	1,117,303,811.74
2035	1,172,832,822.55	9,628,557.89	7,593,614.28	211,236.87	1,190,266,231.58
2036	1,239,866,418.11	10,176,958.65	7,832,460.02	224,343.40	1,258,100,180.19
2037	1,301,216,286.58	10,703,849.67	8,036,352.51	236,397.88	1,320,192,886.64
2038	1,356,358,092.89	11,212,615.19	8,208,371.84	247,276.66	1,376,026,356.57
2039	1,404,993,958.00	11,702,268.51	8,351,956.11	256,903.07	1,425,305,085.68
2040	1,447,143,747.14	12,176,926.30	8,470,743.84	265,266.72	1,468,056,684.01
2041	1,483,146,113.63	12,630,279.17	8,568,428.17	272,424.25	1,504,617,245.22
2042	1,513,569,702.88	13,069,160.45	8,648,559.34	278,481.36	1,535,565,904.04
2043	1,539,070,961.64	13,487,248.33	8,714,290.65	283,563.91	1,561,556,064.52
2044	1,560,283,514.50	13,890,389.54	8,768,227.17	287,795.05	1,583,229,926.25
2045	1,577,772,422.34	14,276,849.51	8,812,431.48	291,285.51	1,601,152,988.84
2046	1,592,017,400.03	14,639,295.36	8,848,461.20	294,129.80	1,615,799,286.39
2047	1,603,461,802.69	14,979,879.21	8,877,587.46	296,415.67	1,627,615,685.02
2048	1,612,526,363.01	15,307,950.67	8,900,903.06	298,226.66	1,637,033,443.39
2049	1,619,618,221.48	15,618,412.56	8,919,409.21	299,643.80	1,644,455,687.05
2050	1,625,109,086.67	15,910,551.63	8,933,994.54	300,741.21	1,650,254,374.05
2051	1,629,317,498.79	16,178,216.90	8,945,400.20	301,582.41	1,654,742,698.30
2052	1,632,522,285.51	16,419,025.56	8,954,278.14	302,223.07	1,658,197,812.28
2053	1,634,955,967.31	16,629,354.46	8,961,184.55	302,709.62	1,660,849,215.95
2054	1,636,804,204.16	16,808,226.83	8,966,580.73	303,079.16	1,662,882,090.88
2055	1,638,187,330.77	16,960,402.92	8,970,753.84	303,355.71	1,664,421,843.24
2056	1,639,180,380.87	17,086,691.18	8,973,855.95	303,554.28	1,665,544,482.27
2057	1,639,845,349.84	17,194,636.34	8,976,003.82	303,687.25	1,666,319,677.25
2058	1,640,249,158.61	17,285,376.68	8,977,346.69	303,768.00	1,666,815,649.99
2059	1,640,466,903.25	17,362,088.56	8,978,088.62	303,811.55	1,667,110,891.97
2060	1,640,567,681.64	17,425,331.51	8,978,439.79	303,831.70	1,667,275,284.64

## B.5.2 Balance corriente y evolución de la reserva

Tabla B.28: Proyección del balance corriente  
Valores corrientes en cada año

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	829,170,079.92
2021	629,703,864.18	99,178,358.61	60,848,512.43	1,686,032.10	36,643,814.08	915,564,098.80
2022	604,628,630.92	95,229,009.37	70,224,531.96	1,618,893.16	23,385,584.25	993,883,528.97
2023	574,566,681.55	90,494,252.34	81,128,532.82	1,538,402.29	7,827,317.23	1,061,343,857.94
2024	541,112,389.01	85,225,201.27	93,356,626.03	1,448,828.42	-9,580,253.19	1,115,444,236.23
2025	505,504,824.98	79,617,009.93	106,492,920.35	1,353,489.17	-28,229,399.58	1,154,141,490.82
2026	468,159,396.19	73,735,104.90	119,750,178.99	1,253,496.78	-47,268,570.88	1,176,121,409.40
2027	430,369,785.24	67,783,241.17	132,407,104.87	1,152,315.10	-65,776,178.79	1,180,912,515.17
2028	392,860,900.39	61,875,591.81	143,808,370.90	1,051,885.06	-82,984,664.15	1,168,782,601.93
2029	356,218,050.40	56,104,342.94	153,494,772.08	953,773.83	-98,344,202.97	1,140,565,355.07
2030	321,051,091.92	50,565,546.98	161,248,588.39	859,614.30	-111,542,655.71	1,097,456,620.67
2031	287,600,707.48	45,297,111.43	167,082,772.51	770,050.89	-122,555,711.98	1,040,748,305.93
2032	256,188,539.36	40,349,694.95	171,227,367.37	685,944.81	-131,563,617.23	971,629,587.05
2033	226,995,249.77	35,751,751.84	173,937,113.24	607,779.78	-138,793,141.18	891,134,221.09
2034	199,728,974.87	31,457,313.54	175,218,549.42	534,774.33	-144,296,010.21	800,306,264.15
2035	175,092,514.85	27,577,071.09	174,858,685.06	468,810.21	-147,750,424.18	700,574,215.82
2036	152,720,444.95	24,053,470.08	172,322,085.62	408,908.99	-148,677,524.53	593,931,144.24
2037	132,965,216.50	20,942,021.60	167,201,550.14	356,014.37	-146,615,542.91	482,951,469.98
2038	115,801,608.07	18,238,753.27	159,367,659.26	310,058.81	-141,438,964.80	370,489,593.38
2039	101,019,639.22	15,910,593.18	149,097,698.25	270,480.08	-133,457,585.16	259,261,383.82
2040	88,453,720.54	13,931,460.99	137,110,167.50	236,834.84	-123,415,541.35	151,401,525.51
2041	77,531,148.01	12,211,155.81	124,289,953.11	207,589.65	-112,286,386.94	48,199,230.09
2042	68,460,990.15	10,782,605.95	111,524,650.03	183,304.30	-100,925,348.39	-49,834,164.49
2043	60,371,608.11	9,508,528.28	99,275,906.72	161,644.98	-89,929,023.42	-142,753,237.78
2044	53,482,134.42	8,423,436.17	87,756,049.56	143,198.41	-79,475,811.81	-230,794,243.86
2045	47,393,425.15	7,464,464.46	76,923,467.52	126,895.90	-69,585,898.95	-314,227,797.44
2046	41,709,063.11	6,569,177.44	66,631,616.57	111,676.02	-60,174,115.15	-393,255,580.44
2047	36,597,062.21	5,764,037.30	56,982,761.96	97,988.63	-51,316,713.30	-468,167,628.56
2048	32,459,254.54	5,112,332.59	48,140,630.18	86,909.65	-43,115,207.24	-539,372,893.52
2049	28,416,869.56	4,475,656.96	40,216,595.23	76,086.17	-35,817,024.44	-607,552,291.58
2050	24,560,040.28	3,868,206.34	33,304,707.57	65,759.51	-29,502,260.74	-673,507,689.81
2051	20,594,046.96	3,243,562.40	27,325,369.77	55,140.56	-24,136,947.94	-738,055,099.13
2052	17,207,184.97	2,710,131.63	22,297,186.52	46,072.24	-19,633,127.13	-801,971,532.21
2053	13,944,210.75	2,196,213.19	18,137,165.15	37,335.62	-15,978,287.58	-866,068,111.72
2054	11,209,609.51	1,765,513.50	14,740,427.47	30,013.73	-13,004,927.71	-931,037,126.13
2055	8,875,721.41	1,397,926.12	11,834,670.26	23,764.74	-10,460,508.88	-997,359,862.58
2056	6,799,610.07	1,070,938.59	9,146,423.14	18,205.96	-8,093,690.51	-
						1,065,295,144.85
2057	5,319,892.80	837,883.12	6,694,651.40	14,244.01	-5,871,012.30	-
						1,135,083,865.84

continúa...

Año	Masa Salarial	Aportes	Beneficios	Gasto administrativo	Balance corriente	Balance capitalizado
$t$	$M_t$	$A_t$	$B_t$	$G_t$	$V_t^{cor}$	$V_t^{cap}$
2058	4,041,392.35	636,519.29	4,540,259.55	10,820.83	-3,914,561.08	-
2059	3,039,492.16	478,720.02	2,864,882.82	8,138.24	-2,394,301.04	1,207,103,458.87
2060	2,130,218.96	335,509.49	1,690,896.65	5,703.66	-1,361,090.82	-
						1,281,923,967.44
						1,360,200,496.31

Tabla B.29: Flujos corrientes de aportes  
Valores corrientes en cada año

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2020	0.00	0.00	0.00
2021	44,079,270.49	55,099,088.12	99,178,358.61
2022	42,324,004.16	52,905,005.21	95,229,009.37
2023	40,219,667.71	50,274,584.64	90,494,252.34
2024	37,877,867.23	47,347,334.04	85,225,201.27
2025	35,385,337.75	44,231,672.19	79,617,009.93
2026	32,771,157.73	40,963,947.17	73,735,104.90
2027	30,125,884.97	37,657,356.21	67,783,241.17
2028	27,500,263.03	34,375,328.78	61,875,591.81
2029	24,935,263.53	31,169,079.41	56,104,342.94
2030	22,473,576.43	28,091,970.54	50,565,546.98
2031	20,132,049.52	25,165,061.90	45,297,111.43
2032	17,933,197.76	22,416,497.19	40,349,694.95
2033	15,889,667.48	19,862,084.35	35,751,751.84
2034	13,981,028.24	17,476,285.30	31,457,313.54
2035	12,256,476.04	15,320,595.05	27,577,071.09
2036	10,690,431.15	13,363,038.93	24,053,470.08
2037	9,307,565.15	11,634,456.44	20,942,021.60
2038	8,106,112.56	10,132,640.71	18,238,753.27
2039	7,071,374.75	8,839,218.43	15,910,593.18
2040	6,191,760.44	7,739,700.55	13,931,460.99
2041	5,427,180.36	6,783,975.45	12,211,155.81
2042	4,792,269.31	5,990,336.64	10,782,605.95
2043	4,226,012.57	5,282,515.71	9,508,528.28
2044	3,743,749.41	4,679,686.76	8,423,436.17
2045	3,317,539.76	4,146,924.70	7,464,464.46
2046	2,919,634.42	3,649,543.02	6,569,177.44
2047	2,561,794.35	3,202,242.94	5,764,037.30
2048	2,272,147.82	2,840,184.77	5,112,332.59
2049	1,989,180.87	2,486,476.09	4,475,656.96
2050	1,719,202.82	2,149,003.52	3,868,206.34
2051	1,441,583.29	1,801,979.11	3,243,562.40

continúa...

Año	Aportes personal	Aportes patronal	Aporte total
$t$	$A_t^{per}$	$A_t^{pat}$	$A_t^{tot}$
2052	1,204,502.95	1,505,628.69	2,710,131.63
2053	976,094.75	1,220,118.44	2,196,213.19
2054	784,672.67	980,840.83	1,765,513.50
2055	621,300.50	776,625.62	1,397,926.12
2056	475,972.70	594,965.88	1,070,938.59
2057	372,392.50	465,490.62	837,883.12
2058	282,897.46	353,621.83	636,519.29
2059	212,764.45	265,955.56	478,720.02
2060	149,115.33	186,394.16	335,509.49

Tabla B.30: Flujos corrientes de pagos de beneficios  
Valores corrientes en cada año

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	59,539,220.75	635,686.79	664,019.85	9,585.04	60,848,512.43
2022	68,800,229.28	715,898.02	697,159.18	11,245.47	70,224,531.96
2023	79,586,935.63	794,868.12	733,503.17	13,225.89	81,128,532.82
2024	91,707,815.04	860,400.57	772,915.55	15,494.88	93,356,626.03
2025	104,741,616.88	920,554.54	812,758.06	17,990.88	106,492,920.35
2026	117,911,020.50	973,122.54	845,451.94	20,584.02	119,750,178.99
2027	130,492,804.59	1,023,677.64	867,474.12	23,148.52	132,407,104.87
2028	141,838,100.56	1,067,277.09	877,434.34	25,558.91	143,808,370.90
2029	151,482,320.77	1,109,595.21	875,145.20	27,710.90	153,494,772.08
2030	159,203,591.52	1,154,261.28	861,201.97	29,533.62	161,248,588.39
2031	165,017,224.08	1,198,038.60	836,513.44	30,996.40	167,082,772.51
2032	169,147,541.77	1,244,984.11	802,726.23	32,115.26	171,227,367.37
2033	171,843,301.07	1,299,364.58	761,522.39	32,925.19	173,937,113.24
2034	173,145,304.47	1,325,477.82	714,334.09	33,433.04	175,218,549.42
2035	172,792,182.86	1,370,556.98	662,355.86	33,589.35	174,858,685.06
2036	170,288,907.43	1,393,130.80	606,752.17	33,295.21	172,322,085.62
2037	165,201,256.22	1,418,797.79	549,036.17	32,459.96	167,201,550.14
2038	157,393,416.71	1,452,189.34	491,001.50	31,051.73	159,367,659.26
2039	147,152,649.26	1,481,494.84	434,428.50	29,125.66	149,097,698.25
2040	135,180,083.91	1,522,291.86	380,968.35	26,823.38	137,110,167.50
2041	122,392,334.66	1,541,201.91	332,084.07	24,332.46	124,289,953.11
2042	109,632,542.21	1,581,525.12	288,755.67	21,827.04	111,524,650.03
2043	97,408,424.49	1,596,991.01	251,077.17	19,414.05	99,275,906.72
2044	85,888,240.12	1,632,292.41	218,385.43	17,131.60	87,756,049.56
2045	75,060,131.47	1,658,636.24	189,719.19	14,980.62	76,923,467.52
2046	64,805,858.83	1,648,904.97	163,913.00	12,939.77	66,631,616.57
2047	55,188,868.68	1,642,413.17	140,456.88	11,023.24	56,982,761.96
2048	46,335,192.41	1,676,998.52	119,182.05	9,257.20	48,140,630.18

continúa...

B Balances de escenarios de sensibilidad

Año	Beneficios cesantía	Beneficios muertos en servicio	Beneficios muertos otras causas	Beneficios por invalidez	Beneficios totales
$t$	$B_t^3$	$B_t^4$	$B_t^5$	$B_t^6$	$B_t$
2049	38,426,440.13	1,682,202.91	100,273.53	7,678.66	40,216,595.23
2050	31,536,735.77	1,677,898.17	83,770.72	6,302.92	33,304,707.57
2051	25,621,236.52	1,629,573.15	69,438.78	5,121.32	27,325,369.77
2052	20,681,727.94	1,554,031.35	57,292.80	4,134.43	22,297,186.52
2053	16,647,819.13	1,438,773.81	47,243.89	3,328.31	18,137,165.15
2054	13,401,612.09	1,297,008.05	39,127.85	2,679.49	14,740,427.47
2055	10,630,831.14	1,169,638.66	32,074.84	2,125.62	11,834,670.26
2056	8,090,629.42	1,028,902.21	25,273.72	1,617.79	9,146,423.14
2057	5,742,729.97	932,223.88	18,549.19	1,148.36	6,694,651.40
2058	3,696,567.40	830,659.96	12,292.97	739.22	4,540,259.55
2059	2,112,886.73	744,374.26	7,199.29	422.54	2,864,882.82
2060	1,036,578.11	650,499.14	3,612.10	207.30	1,690,896.65

## C Bases de información

---



## D Lista de acrónimos y abreviaturas

---

### D.1 Acrónimos

**SCPN:** Servicio de Cesantía de la Policía Nacional.

**OIT:** Organización Internacional del Trabajo.

**MDT:** Ministerio de Trabajo.

**SB:** Superintendencia de Bancos.

**LSS:** Ley de Seguridad Social.

### D.2 Abreviaturas y símbolos

**PEA:** Población económicamente activa.

**MEAN:** promedio aritmético de una variable numérica.

**SD:** desviación estándar de una variable numérica.

**MIN:** valor mínimo de una variable numérica.

**MAX:** valor máximo de una variable numérica.

**SBU:** salario básico unificado establecido por el Ministerio de Trabajo.

**RBU:** remuneración básica unificada.

**USD:** dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, como unidad monetaria.

**VAP:** valor actuarial presente.

**pb:** puntos básicos ( $1pb = 1\%/100$ )



## Referencias bibliográficas

---

- [1] Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, 20 de oct. de 2008.
- [2] Asamblea Nacional. *Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público*. Quito, 21 de jun. de 2017.
- [3] Asamblea Nacional de la República del Ecuador. *Ley de Fortalecimiento a los regímenes especiales de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional*. En el Capítulo I reforma la Ley de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas. Quito, 21 de oct. de 2016.
- [4] Newton L. Bowers, Hans U. Gerber, James C. Hickman, Donald A. Jones y Cecil J. Nesbitt. *Actuarial Mathematics*. Illinois–USA: The Society of Actuaries, 1997. ISBN: 0-938959-46-8.
- [5] Congreso Nacional. *Ley del Servicio de Cesantía de la Policía Nacional*. Quito, 13 de sep. de 2002.
- [6] Congreso Nacional del Ecuador. *Ley de Seguridad Social*. (Incluidas todas las reformas vigentes.) Quito, 30 de nov. de 2001.
- [7] Congreso Nacional del Ecuador. *Ley de Seguridad Social de la Policía Nacional*. (Incluidas todas las reformas vigentes.) Quito, 1 de jun. de 1995.
- [8] Antoine Delwarde y Michel Denuit. *Construction de tables de mortalité périodiques et prospectives*. Paris: Economica, 2006.
- [9] Michel Denuit y Christian Robert. *Actuariat des assurances de personnes*. Assurance Audit Actuariat. Economica, 2007. ISBN: 978-2-7178-5329-2.
- [10] David Dickson, Mary Hardy y Howard Waters. *Actuarial Mathematics For Life Contingent Risks*. International Series on Actuarial Science. Cambridge University Press, 2013. ISBN: 978-1-107-04407-4.
- [11] Jan H. Hoem. “Markov Chain Models in Life Insurance”. En: *Blätter der Deutschen Gesellschaft für Versicherungs und Finanzmathematik* (1969), págs. 91-107.
- [12] Nathan Keyfitz y Hal Caswell. *Applied Mathematical Demography*. Statistics for Biology and Health. Springer, 2013. ISBN: 0-387-22537-4.

- [13] P. H. Leslie. “On the Use of Matrices in Certain Population Mathematics”. En: *Biometrika* 33.3 (1945), págs. 183-212. ISSN: 00063444.
- [14] Johnny Li y Andrew Ng. *ACTEX MLC Study Manual*. ACTEX Publications, Inc, 2013. ISBN: 978-1-62542-115-9.
- [15] Henrik Madsen. *Time Series Analysis*. 1.<sup>a</sup> ed. 6000 Broken Sound Parkway, Suite 300: Chapman & Hall, CRC, 2008. ISBN: 978-1-4200-5967-0.
- [16] Ministerio de gobierno. *Acuerdo No. 184: Disposiciones pertinentes aplicables al nuevo sistema remunerativo policial y al régimen transitorio para su implementación en el período 2006–2010*. Quito, 25 de jul. de 2006.
- [17] Ragnar Norberg. *Basic Life Insurance Mathematics*. Copenhagen University, 2002, págs. 1-374.
- [18] Presidencia de la República. *Decreto ejecutivo 370: Reglamento a la Ley de Servicio de Cesantía de la Policía Nacional*. Quito, 13 de mayo de 2003.
- [19] Presidencia de la República. *Decreto Ejecutivo No. 18: Equiparación de remuneraciones al personal policial*. Quito, 20 de jul. de 2006.
- [20] Presidencia de la República del Ecuador. *Reglamento General a la Ley de Seguridad Social de la Policía Nacional*. Quito, 18 de mayo de 2017.
- [21] Robert Schoen. *Modeling Multigroup Populations*. The Plenum Series on Demographic Methods and Population Analysis. Springer, 1987. ISBN: 978-1-4899-2057-7.
- [22] David P. Smith y Nathan Keyfitz. *Mathematical Demography, Selected Papers*. Demographic Research Monographs, A Series of the Max Planck Institute for Demographic Research. Springer, 2013. ISBN: 978-3-642-35857-9.
- [23] Superintendencia de Bancos del Ecuador. *Norma para la calificación de los profesionales que realizan estudios actuariales y requisitos técnicos que deben constar en sus informes*. Quito, 1 de jun. de 2006.
- [24] Peter Thullen. *Técnicas Actuariales de la Seguridad Social*. Madrid: Organización Internacional del Trabajo, 1995. ISBN: 84-7434-869-2.
- [25] Ruey Tsay. *Multivariate Time Series Analysis*. 1.<sup>a</sup> ed. Hoboken, New Jersey, United States: John Wiley & Sons, Inc, 2014. ISBN: 978-1-118-61790-8.