

Análisis del Supuesto de Rotación

Ana Ma. del Pilar Montes Sánchez^{*,1}, César Adrián Hernández Viveros^{*,2}, Carmen Licona Barajas^{*,3}, José Miguel Hernández Martínez^{*,4}, and Roberto Ángel Rocha López^{*,4}

*Grupo de trabajo de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores

RESUMEN Las tasas de rotación y jubilación influyen considerablemente en los costos de los planes de pensiones y médicos para jubilados. En México, hasta hace poco, no existía una tabla propia de rotación laboral, por lo que se adaptaban modelos extranjeros. Para subsanar esta carencia, la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores creó el Grupo de Trabajo Tabla de Rotación, encargado de recopilar y analizar datos recientes sobre la rotación (por despido o separación voluntaria) y jubilación de empleados en empresas mexicanas de distintos tamaños, sectores y regiones, manteniendo la confidencialidad de la información. Entre los hallazgos destacan: no hay diferencias claras entre la rotación de hombres y mujeres; los despidos se mantienen estables hasta los 57 años, edad a partir de la cual aumentan, mientras que las separaciones voluntarias disminuyen hasta esa edad y luego se incrementan a los 60 y 65 años o más. El sector primario presenta menor rotación, a diferencia de los sectores de transporte y construcción, donde es más alta. Finalmente, no se observan diferencias significativas en la rotación entre empresas con y sin plan de pensiones.

Palabras clave

Estructura de la base de datos, verificación de hipótesis, diseño de código de entidades, análisis estadístico



Derechos reservados © 2025 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 28 de mayo de 2025
Artículo formateado por Oliver Iñiguez Castilla, elaborado bajo la asesoría de Carlos Fernando Lozano Nathal (QEPD) y Francisco Fernando Morales Castro, y comunicado por Claudia Feria Cuevas. Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

1. INFORMACIÓN SOLICITADA

Se solicitó a los miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores presentar información de empleados activos referida a inicios de año, de los últimos siete años, identificando las causas de salida de los empleados que dejan la empresa en cada año. Con la finalidad de tener una muestra diversa, se solicitó a los miembros proporcionar información de preferencia de empresas con diversas características en cuanto al número de colaboradores en cada una, su sector, localización, si tenían plan de pensiones o no. Con la finalidad de guardar los requerimientos de seguridad y confidencialidad de la información no se solicitaron: nombre de la compañía, nombre de los empleados, fechas de nacimiento ni fechas de ingreso. El requerimiento de información del personal activo al cierre de cada año consideró los siguientes campos:

1. Año de reporte de la información,
2. Identificador para la empresa,
3. Identificador del empleado,
4. Edad truncada,
5. Años de servicio (antigüedad truncada),
6. Sexo (Hombre, Mujer),
7. Tipo de empleado (sindicalizado, no sindicalizado),
8. Industria (Comercio, Construcción, Gobierno, Industrias Manufactureras, Sector primario (agricultura, minería y energía), Servicios y Transporte),
9. Entidad Federativa,
10. Tipo de Plan de Pensiones (Beneficio Definido, Contribución Definida, Híbrido, No existencia de un plan),
11. Requisitos de Jubilación (Combinación de edad y antigüedad, sólo condición de edad, sólo condición de antigüedad, no aplica—no hay plan).
12. Edad anticipada
13. Antigüedad anticipada
14. Edad normal

¹ Correo electrónico: ana.montes@lockton.com

² Correo electrónico: cesar.hernandez@lockton.com

³ Correo electrónico: carmen.licona@aon.com

⁴ Correo electrónico: miguel.hernandez@aon.com

⁵ Correo electrónico: roberto.rocha@asarom.com

15. Antigüedad normal

Adicionalmente para la información de bajas se requirieron los siguientes campos:

1. Año de reporte de la información
2. Identificador para la empresa
3. Identificador del empleado
4. Edad a la fecha de baja
5. Años de servicio a la fecha de baja
6. Fecha de baja (dd/mm/aaaa)
7. Causa de baja (Fallecimiento, Invalidez, Despidos y/o salidas negociadas, Separación voluntaria, Jubilación y Otros, como reestructuras)

2. INTEGRACIÓN DE LA BASE DE INFORMACIÓN

Entre Abril y Mayo de 2023 se recibió la información por parte de 26 miembros de la AMAC correspondiente a 210 empresas. El primer análisis de información se centró en validar que hubiera cierto nivel de consistencia entre el identificador de la empresa y del empleado del reporte de activos, de un año a otro así como con el reporte de bajas. La base de datos se integró a partir de registros anuales. Es decir, si el empleado de una empresa aparece reportado como activo en cinco años, de los siete años observados, se tienen cinco registros de ese empleado. Se identificaron los registros donde el id del empleado y las características demográficas relacionadas con ese id, tenían congruencia de un año a otro, en la base de activos. A partir de esta identificación, se descartaron 67,077 registros que no guardaban consistencia de un año a otro, provenientes de 21 empresas. A partir de esta primera validación, se integró una base de 1,316,248 registros correspondiente a 439,010 empleados activos entre el periodo Diciembre 2016 a Diciembre 2022, provenientes de 189 empresas (las 210 originales menos las 21 descartadas por inconsistencias de un año a otro). Considerando la información proporcionada entre los años 2016 y 2022 y que en lo general, la información era consistente, las estadísticas globales de la información recibida se presenta en las Tablas 1-5.



Registros	1,316,248
Empleados	439,010
Empresas	189

■ **Tabla 1** Base de empleados activos. Descripción general.

Hombres	824,765
Mujeres	473,846
Sin clasificación	17,637

■ **Tabla 2** Base de empleados activos. Clasificación por sexo.

Sindicalizado	507,786
No Sindicalizado	776,325
Sin clasificación	32,137

■ **Tabla 3** Base de empleados activos. Clasificación por tipo de empleado.

Comercio	27
Comercio y Servicios	1
Construcción	3
Construcción y sector primario	1
Gobierno	7
Ind Manufacturera	70
Sector primario	6
Servicios	60
Transporte	14

■ **Tabla 4** Base de empleados activos. Clasificación por tipo de industria (vea [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática \(2024\)](#)).



Aguascalientes	2
Baja California	3
Baja California Sur	1
Chiapas	1
Chihuahua	15
Coahuila	3
Ciudad de México	78
Guanajuato	3
Hidalgo	3
Jalisco	3
Estado de México	27
Michoacán	1
Morelos	1
Nayarit	1
Nuevo León	10
Puebla	4
Querétaro	9
San Luis Potosí	3
Tamaulipas	4
Tlaxcala	1
Veracruz	3
Yucatán	1
Baja California y CDMX	2
Baja California y México	1
CDMX y Nuevo León	2
Estado de México y Nuevo León	1
Jalisco, México y Puebla	2
Distribución en más de 6 estados	1
Distribución en más de 10 estados	1
Sin reporte de entidad	2

■ **Tabla 5** Base de empleados activos. Clasificación por ubicación del personal en cada Entidad Federativa.

Base de bajas

De la información de bajas se identificó que no todas las causas de bajas fueron estandarizadas. Hubo bases de datos que se recibieron con múltiples causas de baja y fue necesario que el GTR AMAC tuviera que clasificarlas de acuerdo con el catálogo reportado. Atendiendo a lo anterior, incluimos dos nuevas categorías de causa de baja: transferencias y rotación (vea el Anexo A).

La clasificación de *rotación* se consideró para aquellas causas de baja en las que no fue posible identificar si era separación voluntaria o despido y/o salida negociada. Número de empleados identificados con una fecha o causa de baja: 194,000. La distribución de las causas de bajas que sí fueron reportadas aparece en la Tabla 6.

Separación voluntaria	132,934	68.50 %
Despidos y/o salidas negociadas	43,825	22.60 %
Otros como reestructuras	9,092	4.70 %
Jubilación	5,215	2.70 %
Fallecimiento	1,285	0.70 %
Invalidez	850	0.40 %
Rotación	556	0.30 %
Transferencia	242	0.10 %

■ **Tabla 6** Distribución de las causas de bajas.

De igual manera se analizó la fecha de baja en función al mes para identificar si había algún periodo donde se haya presentado un mayor número de bajas. Se identificó que el 57 % de las bajas se reportan en el primer semestre del año, siendo enero el mes donde se reporta el mayor número de bajas (14 %).

Relación de información de activos y bajas

Al revisar la información de las bajas con relación a la base de activos se encontraban más de un reporte de baja por cada empleado o había fechas de baja que no coincidían con el año en que dejaba de ser reportado un empleado activo. Por tal motivo, se decidió analizar la información de las bajas a partir del reporte de empleados activos, es decir, la información reportada de las bajas se supeditó a que el id de la baja correspondiera a un id de un empleado activo reportado en el periodo de Dic 2016 a Dic 2022. De igual manera, si se reportaba una fecha de baja en un determinado año pero al final del año el colaborador seguía siendo reportado como activo, se omitió la fecha de baja de dicho año.

De los registros de empleados identificados como bajas, 1,952 presentaron más de una fecha de baja. En estos casos se consideró la regla:

1. Si cualquiera de las fechas de baja reportada era anterior al 1º de julio de 2016, se omitió la fecha de baja
2. Si se tenían dos fechas de baja posteriores al 1º de julio de 2016, se consideraba la primer fecha de baja y se omitía la segunda.

Adicionalmente se consideró que si la fecha de baja reportada era mayor al 1º de noviembre del año de registro y el empleado fue reportado como activo en ese año de registro, se consideró que su fecha de baja sería el 1º de enero del año siguiente. Este criterio se consideró tomando en consideración que cuando el actuario recibe la base de información para generar la valuación actuarial, muchas veces se recibe la información hasta con tres meses de anticipación, por lo que es posible que se considere como activo al momento de elaborar el reporte y aparezca el registro de su baja hasta el siguiente año.

En virtud de que en varios casos, la fecha de baja no coincidía con el año en que dejaba de ser reportado el empleado como activo, se tomó la decisión de tomar como fecha de baja el año en que dejaba de ser reportado el colaborador como activo. Si la diferencia entre el año de desaparición y la fecha de baja era menor a un año, se asociaba la fecha de baja reportada en la información de bajas, en caso contrario, a dicha baja se le asociaba la causa de rotación (sin distinguir entre separación voluntaria o despido y/o salida negociada). Se definió lo anterior, debido a que el 91 % de las causas de baja en la información reportada corresponde a separación voluntaria o despido y/o salida negociada.

Se identificó un grupo de empleados provenientes de ocho empresas que fueron reportados como activos en Diciembre de 2020 y que pertenecían a empresas de las cuales ya no se compartió información a partir de 2021. Estos empleados fueron clasificados como bajas, con la causa de “Indefinida”.

3. REVISIÓN DEL CONJUNTO DE INFORMACIÓN RECADADA

Antes de realizar el proceso de cálculo de la rotación fue importante realizar una validación a la información para revisar la consistencia de la misma. Se revisó la información referida en la Tabla 7, identificando el número de empleados que tenían dicha condición.



Tipo de revisión	Número de empleados	Porcentaje del total de empleados
Antigüedades no reportadas o negativas	1,525	0.35 %
Cambio de edades de un año a otro distintas a uno	44,463	10.13 %
Cambio de antigüedades de un año a otro distintas a uno	43,251	9.85 %
Edad reportada menor a 15 años de edad	230	0.05 %
Edad reportada mayor a 69 años de edad	375	0.09 %
Antigüedad mayor a 1 y que son nuevos ingresos	114,686	26.12 %
Edad de ingreso menor a 15 años de edad	1,487	0.34 %
Sexo no reportado	8,208	1.87 %
Bajas mayores a 60 con tipo de baja diferente de Jubilación	4,095	0.93 %
IDs con plan de pensiones	276,257	62.93 %
IDs con fecha de baja reportada distinta en más de un año con respecto al año en que ya no fue reportado como activo	5,548	1.26 %
IDs sin causa de baja	29,232	6.66 %
IDs con inconsistencia de sexo (ambos sexos reportados para un mismo ID)	9,689	2.21 %
IDs cuya causa de baja fue renombrada conforme al catálogo	11,287	2.57 %

■ **Tabla 7** Revisiones.

4. INTEGRACIÓN DE LA MUESTRA DEFINITIVA

Se tomó la decisión en el grupo de eliminar del análisis los registros de aquellos empleados que tuvieran las siguientes características, derivadas de la revisión de la sección 3.

1. Cambio de edades de un año a otro distintas a uno,
2. Edad reportada menor a 15 años de edad,
3. Edad reportada mayor a 69 años de edad,
4. IDs con inconsistencia de sexo (ambos sexos reportados para un mismo ID),
5. IDs con fecha de baja reportada distinta en más de un año con respecto al año en que ya no fue reportado como activo.

De los 1,316,248 registros originales se eliminaron 227,235 que cumplen una o más de las cinco inconsistencias mencionadas anteriormente, dando como resultado una muestra definitiva con 1,089,013 registros, para procesar en R con los siguientes campos:

- Llave_conteo (identificador empresa / identificador empleado)
- Llave_activos (año reporte / identificador empresa / identificador empleado)
- Año reporte
- Identificador para la empresa
- Identificador del empleado
- Edad inicio año
- Año servicio
- Sexo
- Tipo de empleado



- Industria
- Entidad Federativa
- Tipo de Plan de Pensiones
- Requisitos de Jubilación
- Edad anticipada
- Antigüedad anticipada
- Edad normal
- Antigüedad normal
- Año baja final
- Causa de baja del siguiente año
- Causa de baja del año siguiente
- Estatus para el siguiente año (P, R, RD, C)

Los valores de la variable estatus para el siguiente año corresponden a: P (empleado que permanece el siguiente año), R (empleado que es baja el siguiente año por rotación), DR (empleado que es baja el siguiente año por causa distinta de rotación), C (empleado reportado activo al 31 de Diciembre de 2022).

Empresas Consideradas

La Tabla 8 muestra la clasificación del total de 175 empresas, que resultan de eliminar de la muestra a los empleados que tienen una o varias de las cinco inconsistencias mencionadas anteriormente. La base se integra por 390,544 registros de Mujeres (35.86 %) correspondiente a 135,213 empleadas y 682,018 registros de Hombre (62.63 %) correspondiente a 247,944 empleados. En la base de datos se tienen 16,451 registros sin información relativa al sexo del empleado (1.51 %).

5. MODELO DE SUPERVIVENCIA

Descripción del modelo y las variables

El modelo elegido para determinar la función de supervivencia empírica que modela la rotación fue el estimador **Kaplan y Meier (1958)**, el cual en el contexto de la rotación, se resume como un estimador que mide las salidas por diferentes causas (rotación) entre el número de empleados expuestos durante un determinado periodo. La elección de este estimador se debe a su practicidad tanto en el cálculo como en la información necesaria para éste.

Las causas de baja consideradas son:

1. Distintas a rotación
 - a) Fallecimiento
 - b) Invalidez
 - c) Transferencias
 - d) Otros, como reestructuras
 - e) Indefinida

2. Por rotación

- a) Separación voluntaria
- b) Despidos y/o salidas negociadas
- c) Rotación (engloba separaciones voluntarias y despidos o salidas negociadas)

Dadas las diferencias observadas entre el año de desaparición del listado de activos y la fecha de baja reportada así como la distribución de las bajas a lo largo de los meses, se tomó el criterio de suponer que las bajas en cada año se daban al 30 de junio, es decir, las bajas, por cualquier causa, aportarían medio año de vida, en el año que hayan sido baja. Los empleados que fueron reportados como activos a Diciembre de 2022, fueron clasificados como datos censurados.

En esta primera etapa, se determinó una Tabla de rotación por edad. Para generar el estimador de Kaplan Meier se consideraron los registros de cada año con la siguiente información:

1. llave_conteo (id entidad+id empleado),
2. ano_reporte,
3. edad_inicio,
4. status_sig_ano.

La subsección siguiente describe el proceso para la determinación de la Tabla de rotación propuesta.

Conteo por estatus

Para cada edad x , se calculan los registros totales asociados a un estatus para el año siguiente.

Permanencias:

$$P_x = \sum \text{estatus_sig_ano}_x^P \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

Censurados:

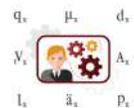
$$C_x = \sum \text{estatus_sig_ano}_x^C \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

Bajas por Rotación:

$$R_x = \sum \text{estatus_sig_ano}_x^R \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

Bajas Distinta a Rotación:

$$DR_x = \sum \text{estatus_sig_ano}_x^{DR} \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$



	Micro	Pequeña	Mediana	Grande	TOTAL
Comercio	0	0	6	22	28
Construcción	0	0	0	3	3
Gobierno	0	1	2	3	6
Ind. Manufacturera	1	1	23	36	61
Sector Primario	0	0	1	6	7
Servicios	2	1	26	28	57
Transporte	0	1	4	8	13
Comercio y Servicios	0	0	0	0	0
Construcción y Sector Primario	0	0	0	0	0
TOTAL	3	4	62	106	175

■ **Tabla 8** Clasificación de empresas por sector y tamaño. Se considera *Micro* una empresa hasta con diez empleados; *Pequeña*, una empresa de entre 11 y 51 empleados para Industria y Servicios, y de 11 a 30 empleados para Comercio; *Mediana* es una empresa hasta de entre 51 y 250 empleados para industria y Servicios, de 31 a 100 empleados para Comercio; asimismo, *Grande* es una empresa hasta con más de 250 empleados para Industria y Servicios, y más de 100 empleados para Comercio.

Tasas Centrales de Rotación

Para cada edad, se calcularon las tasas centrales de rotación. Defina Tasa $[0, t]$ como el número de veces que ocurre un evento entre 0 y t años, entre los años-persona vividos por la población entre 0 y t años. La tasa central de salida o tasa específica de salida representa la frecuencia con que ocurren salidas en una determinada edad o grupo de edades con respecto al total de la población de esta edad o grupo. La tasa central de salida se obtiene como:

$${}_n m_x = \frac{{}_n D_x(t, t+k)}{k \cdot {}_n \bar{N}_x(t, t+k)}, \quad (1)$$

donde x es la edad, k es la unidad de tiempo, ${}_n D_x(t, t+k)$ son las defunciones ocurridas entre t y $t+k$ en el n -ésimo período, y ${}_n \bar{N}_x(t, t+k)$ es la población a mitad del período entre t y $t+k$ en el n -ésimo período.

De esta manera se determinó

$$tasa_{R_x} = \frac{R_x}{P_x + \frac{1}{2}(R_x + DR_x + C_x)}$$

para $15 \leq x \leq 69$, donde k es de un año.

Cálculo de las funciones de rotación general

Considerando el método de [Greville \(1943\)](#) y [Chiang \(1968\)](#), tenemos que la probabilidad de salida a edad x , en un plazo de



n años, y su complemento a la unidad están dados, respectivamente por:

$$\begin{aligned} {}_n q_x &= \frac{{}_n m_x}{1 + (1 - {}_n a_x) {}_n m_x}, \\ p_x &= 1 - q_x, \end{aligned}$$

donde ${}_n a_x$ representa los años-persona vividos por los que salieron entre x y $x+n$ y se aproxima como ${}_n a_x = n/2$. Asimismo, tenemos que las personas activas a edad x , $\ell_x = \ell_{x-1} \cdot p_{x-1}$ para $x > 15$, y $\ell_{15} = 1$. Combinando esto con (1), tenemos los resultados de la Tabla 9.

Proporción de separación voluntaria y despido

Para la determinación del porcentaje de separación voluntaria, se consideró que la rotación se compone por las dos causas de salida: separación voluntaria y despido y/o salidas negociadas. En la práctica actuarial, una vez que se determina la probabilidad de rotación, se le suele aplicar a esta probabilidad el porcentaje de despido para obtener la probabilidad de despido y/o salidas negociadas y el porcentaje de separación voluntaria, para obtener la probabilidad de separación voluntaria.

Para obtener la proporción de separación voluntaria y la proporción de despidos y/o salidas negociadas, se realizaron los siguientes cálculos:

- Total de salidas por separación voluntaria a edad x de la

edad	m _x	q _x	p _x	l _x
15	0.153846	0.142857	0.857143	1.000000
16	0.794457	0.568595	0.431405	0.857143
17	0.802593	0.572750	0.427250	0.369776
18	0.737297	0.538704	0.461296	0.157987
19	0.620255	0.473431	0.526569	0.072879
20	0.532690	0.420652	0.579348	0.038376
21	0.470332	0.380785	0.619215	0.022233
22	0.428188	0.352681	0.647319	0.013767
23	0.393498	0.328806	0.671194	0.008912
24	0.352478	0.299666	0.700334	0.005981
25	0.327995	0.281783	0.718217	0.004189
26	0.301741	0.262185	0.737815	0.003009
27	0.285937	0.250170	0.749830	0.002220
28	0.273901	0.240908	0.759092	0.001664
29	0.251915	0.223734	0.776266	0.001263
30	0.241975	0.215859	0.784141	0.000981
31	0.229248	0.205673	0.794327	0.000769
32	0.220545	0.198640	0.801360	0.000611
33	0.207390	0.187905	0.812095	0.000490
34	0.194327	0.177118	0.822882	0.000398
35	0.191600	0.174850	0.825150	0.000327
36	0.186081	0.170242	0.829758	0.000270
37	0.177160	0.162744	0.837256	0.000224
38	0.169184	0.155989	0.844011	0.000188
39	0.161080	0.149074	0.850926	0.000158
40	0.156368	0.145029	0.854971	0.000135
41	0.153454	0.142519	0.857481	0.000115
42	0.139785	0.130654	0.869346	0.000099
43	0.136898	0.128128	0.871872	0.000086
44	0.133723	0.125342	0.874658	0.000075
45	0.127853	0.120171	0.879829	0.000065
46	0.126591	0.119056	0.880944	0.000058
47	0.123316	0.116154	0.883846	0.000051
48	0.120657	0.113792	0.886208	0.000045
49	0.112190	0.106231	0.893769	0.000040
50	0.105697	0.100391	0.899609	0.000036
51	0.098760	0.094113	0.905887	0.000032
52	0.094399	0.090144	0.909856	0.000029
53	0.091724	0.087702	0.912298	0.000026
54	0.088938	0.085151	0.914849	0.000024
55	0.090601	0.086675	0.913325	0.000022
56	0.082451	0.079186	0.920814	0.000020
57	0.0916119	0.0875993	0.9124007	1.849E-05
58	0.1226788	0.1155887	0.8844113	1.687E-05
59	0.2026871	0.1840362	0.8159638	1.492E-05
60	0.2738826	0.2408942	0.7591058	1.217E-05
61	0.2194635	0.1977627	0.8022373	9.24E-06
62	0.2169184	0.1956936	0.8043064	7.413E-06
63	0.2065533	0.187218	0.812782	5.962E-06
64	0.251315	0.2232606	0.7767394	4.846E-06
65	0.2664474	0.2351234	0.7648766	3.764E-06
66	0.3462017	0.2951168	0.7048832	2.879E-06
67	0.2739212	0.2409241	0.7590759	2.029E-06
68	0.3384615	0.2894737	0.7105263	1.54E-06
69	0.8644068	0.6035503	0.3964497	1.095E-06

■ **Tabla 9** Cálculo de tasa y funciones de rotación general para edades de 15 a 69 años.

muestra

$$TSV_x = \sum \text{causa baja}_x^{SV} \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

- Total de salidas por despido y/o salida negociada a edad x de la muestra

$$TD_x = \sum \text{causa baja}_x^D \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

- Porcentaje de salidas por separación voluntaria a edad x

$$\%SV_x = \frac{TSV_x}{TSV_x + TD_x} \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

- Porcentaje de salidas por despido y/o salidas negociadas a edad x

$$\%D_x = 1 - \%SV_x.$$

Es importante mencionar que los registros con causa de baja “Rotación” no fueron contabilizados para este porcentaje en virtud de que no se podía identificar si eran separación voluntaria o despido y/o salida negociada. Considerando los porcentajes de Separación Voluntaria y Despido y/o salidas negociadas, se determinaron las correspondientes probabilidades (vea la Figura 1):

$$q_x^{(sv)} = q_x \cdot \%SV_x \text{ para } 15 \leq x \leq 69,$$

$$q_x^{(d)} = q_x \cdot \%D_x \text{ para } 15 \leq x \leq 69.$$

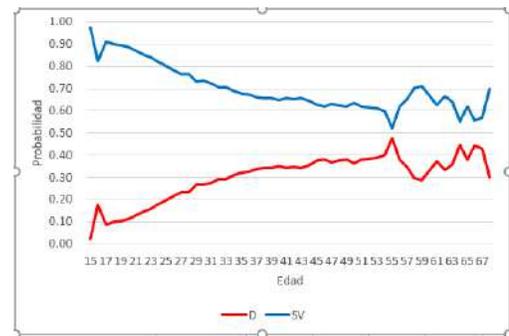


Figura 1 Proporción de salidas por separación voluntaria y Despido y/o salidas negociadas.

La gráfica de las probabilidades correspondientes puede apreciarse en la Figura 2. Note que la tasa bruta de rotación es de 14.07 %, la tasa bruta de despido y/o salidas negociadas es del 3.46 %, y la tasa bruta de separación voluntaria es del 10.61 %.



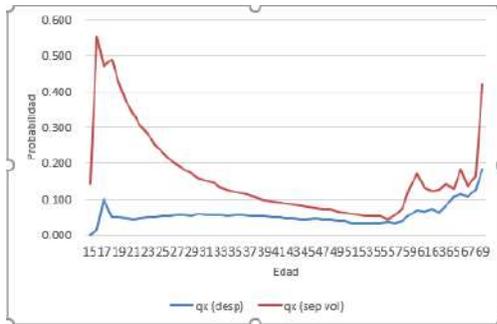


Figura 2 Probabilidad de separación voluntaria y de despido y/o salidas negociadas.

Como referencia adicional, se determinó la tasa bruta de rotación como:

$$TBR = \frac{\text{número de salidas por rotación}}{\text{número de registros en la muestra}}$$

Bajo este mismo criterio se determinaron la tasa bruta de separación voluntaria y la tasa bruta de despido y/o salidas negociada. La Tabla 10 muestra los resultados.

Suavizamiento de la probabilidad de rotación

La Tabla de rotación es el resultado de suavizar o graduar el estimador bruto obtenido en el análisis. Dado que las probabilidades de rotación para las edades menores a 17 años y mayores a 56 años presentaban una tendencia distinta, se decidió suavizar la Tabla por secciones:

1. De la edad 15, a la edad 17, se tomó la decisión de considerar la misma probabilidad que la reportada a edad 18, por ser pocos los casos que se tienen en estas edades.
2. Entre los 18 y los 56 años.
3. Entre los 57 y los 60 años.
4. De 61 a 66 años.
5. De 67 a 69 años.

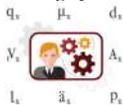
Se utilizó software Risk Simulator⁷ para determinar el análisis de tendencias y ajustes en cada intervalo. Los resultados fueron los siguientes.

1. El suavizamiento de q_x de 18 a 55 años dio la función logarítmica

$$Y(x) = 0.5534 - 0.13 \ln(x)$$

con $R^2 = 0.9978$.

⁷ Es una herramienta de simulación que se integra con Excel para realizar análisis de riesgo y toma de decisiones.



edad_inicia	D	SV	SV_D	prop_SV	prop_D
16	4	151	155	0.97419	0.02581
17	102	472	574	0.82230	0.17770
18	221	2242	2463	0.91027	0.08973
19	468	4131	4599	0.89824	0.10176
20	601	5067	5668	0.89397	0.10603
21	700	5446	6146	0.88610	0.11390
22	866	5695	6561	0.86801	0.13199
23	1021	5896	6917	0.85239	0.14761
24	1134	5984	7118	0.84069	0.15931
25	1320	5930	7250	0.81793	0.18207
26	1431	5824	7255	0.80276	0.19724
27	1595	5724	7319	0.78207	0.21793
28	1645	5350	6995	0.76483	0.23517
29	1593	5146	6739	0.76361	0.23639
30	1727	4753	6480	0.73349	0.26651
31	1595	4403	5998	0.73408	0.26592
32	1554	4051	5605	0.72275	0.27725
33	1516	3661	5177	0.70717	0.29283
34	1390	3329	4719	0.70545	0.29455
35	1374	3045	4419	0.68907	0.31093
36	1344	2841	4185	0.67885	0.32115
37	1219	2531	3750	0.67493	0.32507
38	1180	2296	3476	0.66053	0.33947
39	1095	2089	3184	0.65609	0.34391
40	1007	1931	2938	0.65725	0.34275
41	973	1785	2758	0.64721	0.35279
42	828	1596	2424	0.65842	0.34158
43	797	1495	2292	0.65227	0.34773
44	740	1408	2148	0.65549	0.34451
45	695	1249	1944	0.64249	0.35751
46	686	1144	1830	0.62514	0.37486
47	639	1036	1675	0.61851	0.38149
48	572	979	1551	0.63121	0.36879
49	501	834	1335	0.62472	0.37528
50	439	717	1156	0.62024	0.37976
51	358	624	982	0.63544	0.36456
52	342	554	896	0.61830	0.38170
53	292	465	757	0.61427	0.38573
54	276	432	708	0.61017	0.38983
55	257	385	642	0.59969	0.40031
56	256	282	538	0.52416	0.47584
57	198	323	521	0.61996	0.38004
58	193	361	554	0.65162	0.34838
59	242	571	813	0.70234	0.29766
60	202	499	701	0.71184	0.28816
61	120	241	361	0.66759	0.33241
62	96	161	257	0.62646	0.37354
63	55	110	165	0.66667	0.33333
64	56	99	155	0.63871	0.36129
65	51	63	114	0.55263	0.44737
66	35	57	92	0.61957	0.38043
67	23	29	52	0.55769	0.44231
68	16	21	37	0.56757	0.43243
69	10	23	33	0.69697	0.30303

■ **Tabla 10** Proporción de Separación Voluntaria y de Despido y/o salidas negociadas (16 a 69 años de edad).

2. El suavizamiento de q_x de 57 a 60 años dio la función polinómica de segundo grado

$$Y(x) = 0.0842 - 0.0169x + 0.0098x^2$$

con $R^2 = 0.9910$.

3. El suavizamiento de q_x de 61 a 66 años dio la función polinómica de tercer grado

$$Y(x) = 0.208 - 0.0111x + 0.0005x^2 + 0.0006x^3$$

con $R^2 = 0.9643$.

- Se llevó a cabo una interpolación con trazadores cúbicos interpolantes (vea el capítulo 3.5 en el libro de [Burden et al. \(2015\)](#)) en los nodos correspondientes a los 66, 69 y 70 años. Se consideró que a edad 70, la probabilidad unitaria de rotación. El modelo de interpolación y extrapolación polinómica spline cúbica se utiliza para *rellenar los huecos* de valores faltantes y para pronosticar datos de series de tiempo.

La Figura 3 muestra las probabilidades de rotación con y sin ajuste.

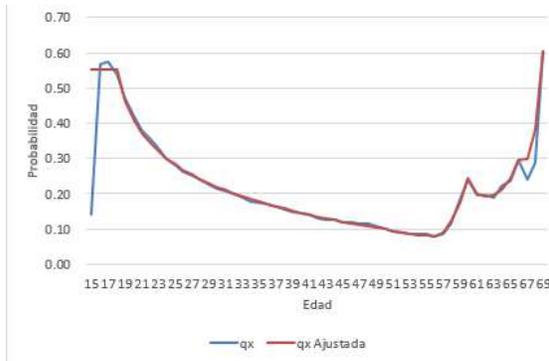


Figura 3 Probabilidades de rotación q_x con y sin ajuste.

La Tabla 11 refiere los resultados del ajuste para los grupos de edades recién referidos.

La línea de tendencia del ajuste de q_x en el grupo de 18 a 56 años de edad aparece en la Figura 4.

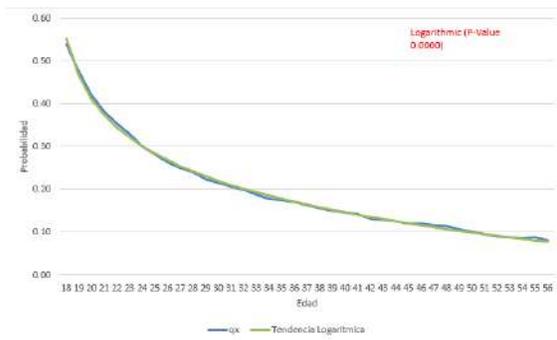


Figura 4 Línea de tendencia para el grupo de 18 a 56 años de edad.

edad	qx	qx ajustada
15	0.14285714	0.55342043
16	0.56859504	0.55342043
17	0.57275021	0.55342043
18	0.53870429	0.55342043
19	0.47343078	0.46331628
20	0.42065184	0.41060874
21	0.38078473	0.37321214
22	0.35268094	0.34420508
23	0.32880571	0.32050459
24	0.29966556	0.30046612
25	0.28178292	0.283108
26	0.26218487	0.26779705
27	0.25017038	0.25410094
28	0.24090849	0.2417113
29	0.22373408	0.23040045
30	0.2158588	0.21999547
31	0.20567279	0.21036197
32	0.19864018	0.2013934
33	0.18790515	0.19300385
34	0.17711783	0.18512309
35	0.17484968	0.17769291
36	0.17024182	0.17066456
37	0.16274396	0.1639968
38	0.15598867	0.15765443
39	0.14907366	0.15160716
40	0.1450292	0.14582875
41	0.14251874	0.14029631
42	0.13065367	0.13498974
43	0.12812813	0.12989133
44	0.12534248	0.12498536
45	0.1201709	0.12025783
46	0.11905552	0.11569621
47	0.11615417	0.11128925
48	0.11379201	0.10702681
49	0.1062312	0.10289971
50	0.10039134	0.09889961
51	0.09411296	0.09501894
52	0.09014427	0.09125077
53	0.08770153	0.08758876
54	0.08515118	0.08402709
55	0.08667488	0.08056041
56	0.07918609	0.07718379
57	0.08759929	0.08966502
58	0.11558868	0.12183978
59	0.18403619	0.17363566
60	0.24089425	0.24505266
61	0.19776268	0.19803316
62	0.19569365	0.19281372
63	0.18721805	0.19603301
64	0.22326064	0.21139057
65	0.23512337	0.24258596
66	0.29511677	0.29511677
67	0.24092409	0.30004844
68	0.28947368	0.37838973
69	0.6035503	0.6035503

Tabla 11 Resultados de la probabilidad rotación sin ajustar, y con ajuste, por edad del empleado.



La línea de tendencia del ajuste de q_x en el grupo de 57 a 60 años de edad aparece en la Figura 5.

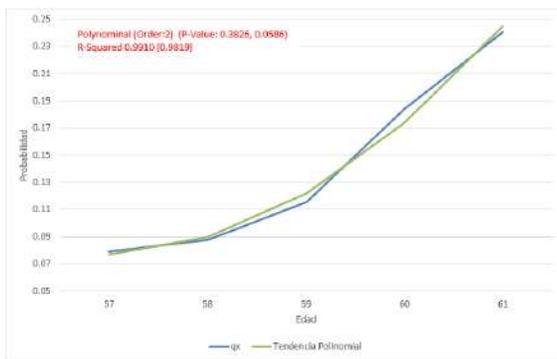


Figura 5 Línea de tendencia para el grupo de 57 a 60 años de edad.

La línea de tendencia del ajuste de q_x en el grupo de 61 a 66 años de edad aparece en la Figura 6.

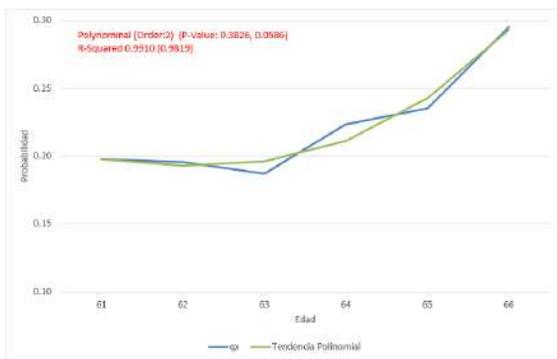


Figura 6 Línea de tendencia para el grupo de 61 a 66 años de edad.

La línea de tendencia del ajuste de q_x en el grupo de 67 a 70 años de edad aparece en la Figura 7.

La probabilidad de rotación con y sin ajuste de 67 a 70 años de edad puede verse en la Figura 8.

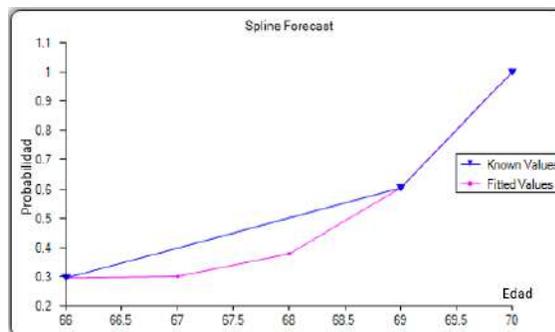
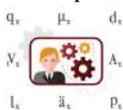


Figura 7 Línea de tendencia para el grupo de 67 a 70 años de edad.

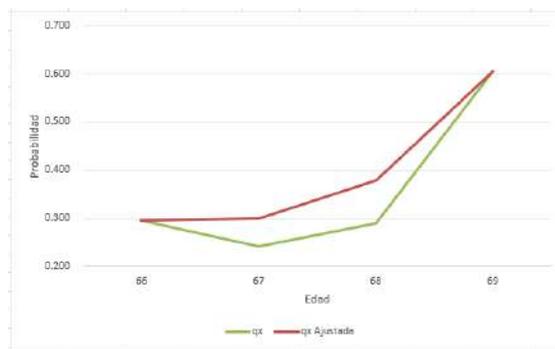


Figura 8 Probabilidad de rotación de 67 a 69 años de edad.

Suavizamiento de la proporción de separación voluntaria y despido

Se decidió suavizar la proporción de separación voluntaria por edad, por secciones:

1. De edad 15 a 17 se tomó la decisión de considerar la misma probabilidad que la reportada a edad 18.
2. De 18 a 55 años de edad.
3. De 56 a 60 años de edad.
4. De 60 a 65 años de edad.
5. De 65 a 69 años de edad.

La función polinomial de orden dos para suavizar la proporción de separación voluntaria de 18 a 55 años de edad fue

$$Y(x) = 0.979 - 0.0175x - 0.0002x^2$$

con $R^2 = 0.9545$.

La función logarítmica para suavizar la proporción de separación voluntaria de 55 a 60 años de edad fue

$$Y(x) = 0.5285 + 0.1185 \ln(x)$$

con $R^2 = 0.9869$.

Dada la pronunciada caída de la proporción de SV a edad 56, se decidió tomar el promedio entre la proporción de separación voluntaria ajustada de 55 a 57 años de edad. Asimismo, se llevó a cabo una interpolación con splines cúbicos utilizando los nodos de 61, 65 y 69 años. Las proporciones de separaciones voluntarias y despido suavizadas se muestran en la Figura 9.

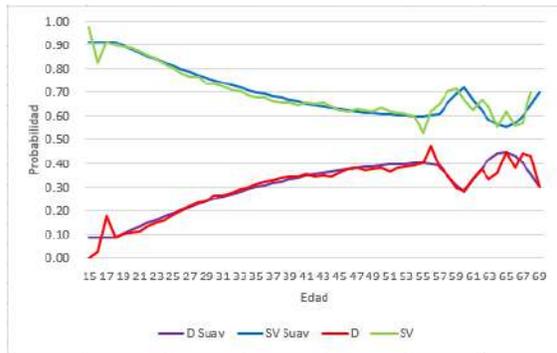
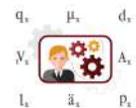


Figura 9 Proporción de salidas por separación voluntaria y despido con y sin ajuste.

edad	SV	D	SV - suavizado	D-suavizado
15	100.00%	0.00%	91.24%	8.76%
16	97.42%	2.58%	91.24%	8.76%
17	82.23%	17.77%	91.24%	8.76%
18	91.03%	8.97%	91.24%	8.76%
19	89.82%	10.18%	89.67%	10.33%
20	89.40%	10.60%	88.15%	11.85%
21	88.61%	11.39%	86.66%	13.34%
22	86.80%	13.20%	85.22%	14.78%
23	85.24%	14.76%	83.81%	16.19%
24	84.07%	15.93%	82.45%	17.55%
25	81.79%	18.21%	81.12%	18.88%
26	80.28%	19.72%	79.83%	20.17%
27	78.21%	21.79%	78.59%	21.41%
28	76.48%	23.52%	77.38%	22.62%
29	76.36%	23.64%	76.22%	23.78%
30	73.35%	26.65%	75.09%	24.91%
31	73.41%	26.59%	74.01%	25.99%
32	72.27%	27.73%	72.96%	27.04%
33	70.72%	29.28%	71.96%	28.04%
34	70.54%	29.46%	70.99%	29.01%
35	68.91%	31.09%	70.07%	29.93%
36	67.89%	32.11%	69.18%	30.82%
37	67.49%	32.51%	68.34%	31.66%
38	66.05%	33.95%	67.53%	32.47%
39	65.61%	34.39%	66.77%	33.23%
40	65.72%	34.28%	66.04%	33.96%
41	64.72%	35.28%	65.36%	34.64%
42	65.84%	34.16%	64.71%	35.29%
43	65.23%	34.77%	64.11%	35.89%
44	65.55%	34.45%	63.54%	36.46%
45	64.25%	35.75%	63.02%	36.98%
46	62.51%	37.49%	62.53%	37.47%
47	61.85%	38.15%	62.09%	37.91%
48	63.12%	36.88%	61.68%	38.32%
49	62.47%	37.53%	61.32%	38.68%
50	62.02%	37.98%	60.99%	39.01%
51	63.54%	36.46%	60.71%	39.29%
52	61.83%	38.17%	60.46%	39.54%
53	61.43%	38.57%	60.25%	39.75%
54	61.02%	38.98%	60.09%	39.91%
55	59.97%	40.03%	59.96%	40.04%
56	52.42%	47.58%	60.52%	39.48%
57	62.00%	38.00%	61.07%	38.93%
58	65.16%	34.84%	65.87%	34.13%
59	70.23%	29.77%	69.28%	30.72%
60	71.18%	28.82%	71.92%	28.08%
61	66.76%	33.24%	66.76%	33.24%
62	62.65%	37.35%	62.37%	37.63%
63	66.67%	33.33%	58.58%	41.42%
64	63.87%	36.13%	56.01%	43.99%
65	55.26%	44.74%	55.26%	44.74%
66	61.96%	38.04%	56.74%	43.26%
67	55.77%	44.23%	60.05%	39.95%
68	56.76%	43.24%	64.57%	35.43%
69	69.70%	30.30%	69.70%	30.30%

■ **Tabla 12** Proporciones suavizadas de separaciones voluntarias y despido.



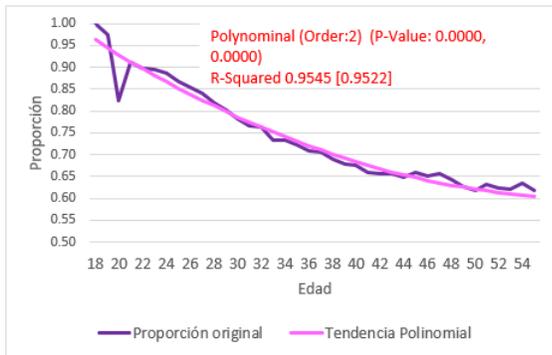


Figura 10 Línea de tendencia de las proporciones de separación voluntaria de 18 a 55 años de edad.

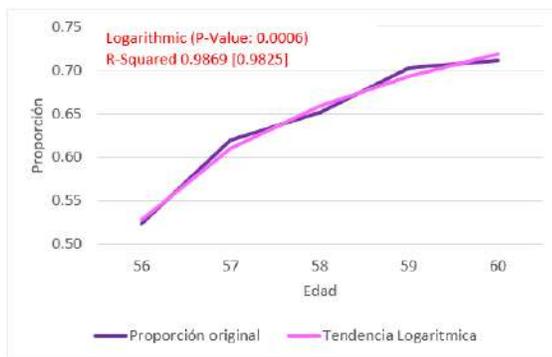


Figura 11 Línea de tendencia de las proporciones de separación voluntaria de 56 a 60 años de edad.

Desglose de probabilidad de rotación por categorías

Para obtener las probabilidades de rotación por sexo, industria, región y por existencia o no de un plan de pensiones por jubilación, se segmentó la población conforme a la cualidad por analizar y se desarrollaron los primeros cuatro pasos mencionados con anterioridad. En el caso de la localidad, se agruparon las entidades federativas de la siguiente forma:

- Noroeste - Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora.
- Noreste - Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.
- Centro norte - Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, Zacatecas y Querétaro
- Centro sur - Morelos, Estado de México y Ciudad de Méx.
- Occidente - Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán de Ocampo.

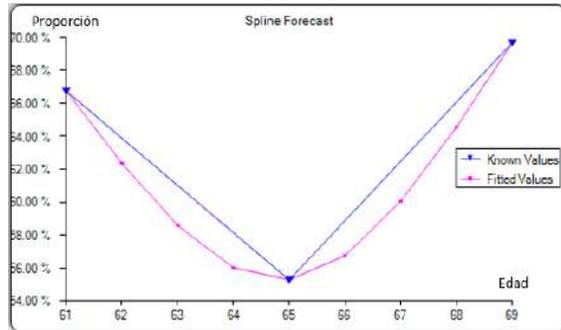


Figura 12 Línea de tendencia de las proporciones de separación voluntaria de 61 a 69 años de edad.

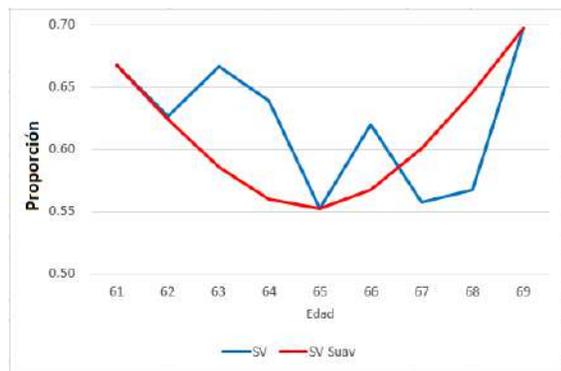


Figura 13 Proporción SV con y sin ajuste 61 a 69 años de edad.

- Suroeste - Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
- Oriente - Puebla, Veracruz, Tlaxcala e Hidalgo.
- Sureste - Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán

En el caso del tipo de plan de pensiones, se agruparon las categorías de la siguiente forma:

- Con plan de pensiones: Beneficio Definido, Contribución Definida e Híbrido.
- Sin plan de pensiones: No existencia de un plan y dato en blanco.

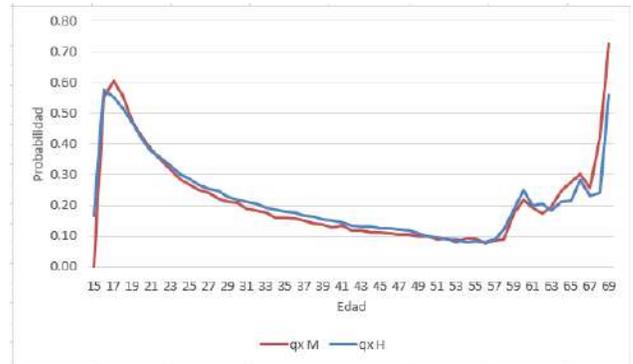
La probabilidad de rotación por sexo puede verse en la Figura 14 y en la Tabla 13.

La probabilidad de rotación por sector puede verse en la Figura 15 y en la Tabla 14.

La probabilidad de rotación por región puede verse en la Figura 16 y en la Tabla 15.

edad	qx M	qx H
15	-	0.16666667
16	0.55339806	0.57644110
17	0.60282916	0.55380398
18	0.55960957	0.51794872
19	0.47060159	0.47009990
20	0.41997376	0.41538385
21	0.38136786	0.37400041
22	0.34559194	0.35219689
23	0.31726488	0.32933479
24	0.28554908	0.30261710
25	0.26565547	0.28657208
26	0.24958896	0.26459179
27	0.23990904	0.25193698
28	0.22265319	0.24832714
29	0.21275499	0.22663358
30	0.20674590	0.21825055
31	0.18984381	0.21218352
32	0.18299904	0.20498382
33	0.17723800	0.19154063
34	0.15996443	0.18485013
35	0.16087963	0.18036435
36	0.15552971	0.17685009
37	0.15079007	0.16726600
38	0.14213672	0.16218136
39	0.13615023	0.15438377
40	0.12878208	0.15188674
41	0.13468402	0.14458579
42	0.11960060	0.13583454
43	0.11897307	0.13208047
44	0.11100659	0.13154289
45	0.11043845	0.12424734
46	0.10836034	0.12354400
47	0.10419982	0.12170768
48	0.10521682	0.11724366
49	0.09933775	0.10878101
50	0.09974802	0.09956357
51	0.09071111	0.09540419
52	0.09354672	0.08788912
53	0.08023505	0.09015364
54	0.09122203	0.08109674
55	0.09174810	0.08314343
56	0.07632184	0.07978445
57	0.08489431	0.08843482
58	0.08904934	0.12252891
59	0.17288802	0.18639125
60	0.21737523	0.24889741
61	0.19325329	0.19870410
62	0.17197452	0.20600500
63	0.19517544	0.18296893
64	0.24808576	0.21127879
65	0.27649770	0.21359223
66	0.30075188	0.28139183
67	0.25806452	0.23214286
68	0.41904762	0.24000000
69	0.72727273	0.56000000

■ **Tabla 13** Probabilidades de rotación por sexo.



■ **Figura 14** Probabilidad de rotación por sexo.

edad	qx Comercio	qx Construcción	qx Gobierno	qx Manufactura	qx Sector Primario	qx Servicios	qx Transporte
15	-	-	-	-	-	0.14285714	-
16	-	-	-	0.53900709	-	0.63736264	-
17	0.64975340	-	-	0.53778559	-	0.60813706	0.46625000
18	0.51129728	-	-	0.46344959	1.00000000	0.62216495	0.47417840
19	0.42021339	0.44444444	0.50000000	0.42750302	0.58333333	0.55268959	0.42708969
20	0.38111972	0.44705882	-	0.38679245	0.32352941	0.47925057	0.42426850
21	0.34309330	0.30252101	0.18181818	0.35002103	0.27868852	0.43550165	0.37732095
22	0.31367830	0.37068966	0.17647059	0.32476156	0.19631902	0.39781209	0.36518686
23	0.28644872	0.32515337	0.26086957	0.30330901	0.19852941	0.36726188	0.35487179
24	0.25856616	0.33734940	0.24761905	0.27935293	0.16564417	0.32969639	0.32229124
25	0.25959562	0.31485588	0.19736842	0.26261082	0.15754923	0.29531358	0.31860776
26	0.23629161	0.31330472	0.29015544	0.24217266	0.16438356	0.27518473	0.29821674
27	0.23109803	0.31055901	0.25510204	0.22682064	0.13574661	0.25939871	0.29478870
28	0.24452935	0.28631579	0.17167382	0.21808125	0.16152717	0.24125884	0.28305258
29	0.22266875	0.29387755	0.18637993	0.20948309	0.13394216	0.22282437	0.26331554
30	0.20568443	0.31264368	0.17391304	0.19924338	0.11816839	0.21732349	0.26415602
31	0.19699639	0.29729730	0.19076923	0.18919283	0.14349776	0.20490021	0.26275159
32	0.20213800	0.29186603	0.14857143	0.18210555	0.10064935	0.19331710	0.26140426
33	0.18252861	0.25181598	0.15085158	0.17557040	0.14723926	0.18367911	0.24388758
34	0.17499261	0.21000000	0.18340611	0.15589514	0.13270142	0.17534153	0.23964868
35	0.17079834	0.21728395	0.13963039	0.15846763	0.11821086	0.17158097	0.24369332
36	0.17093654	0.25178147	0.14989293	0.16171071	0.10377358	0.16485485	0.22729882
37	0.16221789	0.25257732	0.16157205	0.15188182	0.14147910	0.15655097	0.22019660
38	0.16507553	0.17142857	0.15319149	0.14847821	0.09523810	0.14812078	0.20837848
39	0.15087397	0.25519288	0.11157025	0.13824169	0.09904153	0.14492148	0.19869582
40	0.14669250	0.22222222	0.18461538	0.13518059	0.10625000	0.13821876	0.20247423
41	0.14099526	0.18685121	0.15384615	0.13480919	0.12874511	0.13879271	0.18446181
42	0.13247729	0.21455939	0.12307285	0.12192441	0.08736349	0.12625865	0.17972880
43	0.12485472	0.17968750	0.13526570	0.12017688	0.10802920	0.12397499	0.17808524
44	0.12822765	0.24031008	0.15847861	0.11556033	0.07272727	0.11786341	0.18896072
45	0.11931394	0.12017167	0.16913214	0.11374986	0.07221350	0.11457426	0.17707212
46	0.13032985	0.26566017	0.11558982	0.10717069	0.05279503	0.11395232	0.17282075
47	0.11624809	0.15486275	0.14308426	0.11129098	0.06567164	0.11039647	0.16975966
48	0.12830147	0.18536585	0.13149847	0.09798843	0.06501548	0.10994369	0.17052702
49	0.12068497	0.09523810	0.14618974	0.08483290	0.04694836	0.10644953	0.15856395
50	0.11304092	0.17931034	0.13201320	0.08221892	0.05220228	0.09708401	0.16895369
51	0.10825083	0.22058224	0.12736661	0.07485630	0.05821918	0.09066272	0.16203260
52	0.09230769	0.19200000	0.12611955	0.06619116	0.06500956	0.09085515	0.15966387
53	0.09040512	0.15238095	0.09775967	0.06456644	0.02845528	0.08787771	0.17647059
54	0.08983452	0.20408163	0.11522634	0.06557377	0.05095541	0.08376003	0.15756036
55	0.07680000	0.24761905	0.18584071	0.06790353	0.06726457	0.08235967	0.17114569
56	0.0845106	0.19444444	0.13032581	0.06661284	0.06000000	0.07363273	0.15647922
57	0.08033241	0.17241379	0.12967581	0.06835722	0.05154639	0.08356272	0.20353982
58	0.15198060	0.17543860	0.15736041	0.08960483	0.19251337	0.08695428	0.37044745
59	0.22419534	0.32653061	0.20111732	0.13365484	0.31046931	0.17733189	0.40077821
60	0.26266417	0.27777778	0.28363636	0.18181818	0.17218543	0.24642441	0.35521236
61	0.22801303	0.20689655	0.22429907	0.14388489	0.25242718	0.20059524	0.28930818
62	0.16190476	0.46153846	0.21390374	0.15120275	0.22500000	0.20033210	0.29752066
63	0.20359281	0.33333333	0.21556886	0.13299233	0.31372549	0.18736142	0.26470588
64	0.22857143	-	0.20588235	0.20610687	0.43478261	0.22304833	0.30434783
65	0.28571429	0.18181818	0.28301887	0.14723926	0.42857143	0.23236515	0.33333333
66	0.35555556	0.66666667	0.25581395	0.20952381	0.52631579	0.28571429	0.60000000
67	0.20000000	1.00000000	0.16393443	0.18461538	0.42857143	0.25238095	0.28571429
68	0.11111111	-	0.30434783	0.17647059	0.80000000	0.31111111	-
69	0.80000000	-	0.60869565	0.46153846	0.40000000	0.60550459	1.00000000

■ **Tabla 14** Probabilidades de rotación por sector.



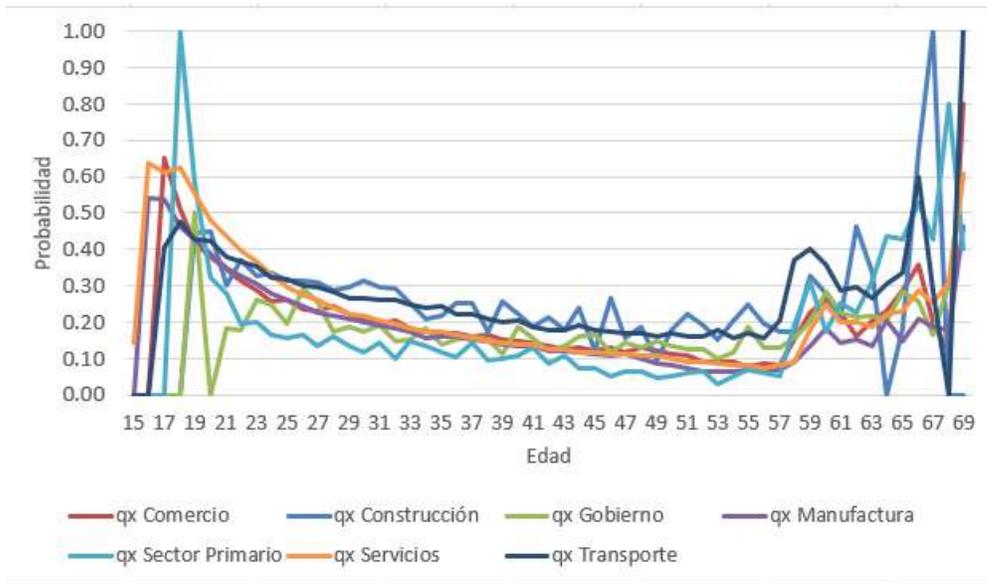


Figura 15 Probabilidades de rotación por sector.

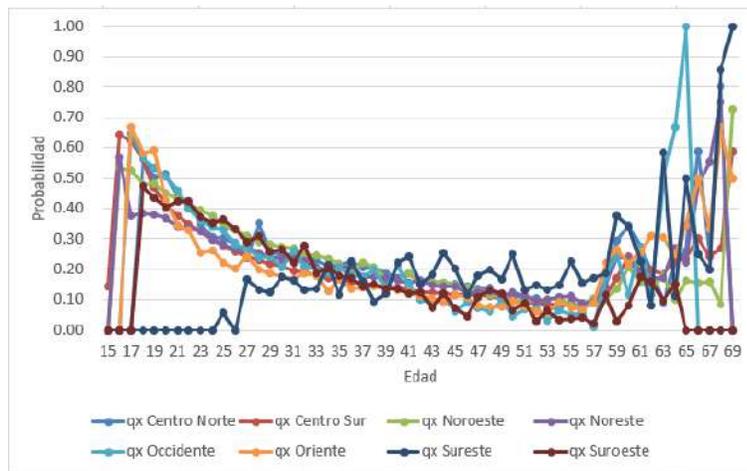


Figura 16 Probabilidad de rotación por región.

La probabilidad de rotación para la población con y sin plan de pensiones por jubilación puede verse en la Figura 17 y en la Tabla 16.

6. RESULTADOS Y COMENTARIOS FINALES

La Tabla de Rotación AMAC 2023 resultante se muestra en la Tabla 17. Asimismo, las probabilidades de rotación q_x con y sin ajuste pueden verse en la Figura 3. De hecho, en la Figura 3 puede apreciarse que la probabilidad de rotación presenta una tendencia decreciente hasta la edad de 56 años. A partir de



edad	qx Centro Norte	qx Centro Sur	qx Noroeste	qx Noreste	qx Occidente	qx Oriente	qx Sureste	qx Suroeste
15	-	0.14285714	-	-	-	-	-	-
16	-	0.64444444	0.53588517	0.57142857	-	-	-	-
17	-	0.62284820	0.52725471	0.37583893	0.64739884	0.66666667	-	-
18	0.57142857	0.56223108	0.47812971	0.38489209	0.56436663	0.58267717	-	0.47619048
19	0.50190114	0.47277403	0.48220065	0.37894737	0.53567735	0.59310345	-	0.43564356
20	0.51268358	0.41324456	0.45040214	0.36982119	0.50774370	0.42748092	-	0.40223464
21	0.43873979	0.37568775	0.43258205	0.33965785	0.45838752	0.34336283	-	0.42533937
22	0.42258652	0.34910102	0.41135840	0.33635308	0.39925094	0.33062331	-	0.42384106
23	0.34756554	0.32691243	0.39424763	0.32445001	0.36182573	0.25431034	-	0.37073171
24	0.30752803	0.29692690	0.37667868	0.29761905	0.33993835	0.26385224	-	0.35159817
25	0.30125863	0.27774552	0.34146341	0.28227109	0.32919847	0.22434368	0.05555556	0.36395147
26	0.28571429	0.25784535	0.32809871	0.26671238	0.28262047	0.20358423	-	0.33333333
27	0.23968566	0.24433983	0.31021999	0.27473124	0.27139640	0.24088542	0.16666667	0.28797468
28	0.35348333	0.23073722	0.29133204	0.25377449	0.23748395	0.19925743	0.13043478	0.30924855
29	0.25786359	0.21703700	0.28106592	0.24087276	0.24281984	0.18858561	0.12500000	0.25993884
30	0.24764992	0.21004583	0.27562446	0.23626312	0.20767494	0.17369093	0.17391304	0.26502311
31	0.25170999	0.19694340	0.27085714	0.23083150	0.26368159	0.16894410	0.16326531	0.22258592
32	0.23716558	0.18977318	0.24811594	0.22863485	0.21149897	0.18773946	0.13043478	0.27677100
33	0.23088456	0.17944413	0.24754193	0.20905476	0.20084567	0.17896175	0.13793103	0.18909091
34	0.21168169	0.17035327	0.23411765	0.19953973	0.18859139	0.12795549	0.21621622	0.20446097
35	0.21350932	0.16634316	0.21915285	0.20551237	0.20722892	0.16890080	0.11494253	0.18146718
36	0.22538553	0.16152081	0.19213697	0.21259030	0.17938420	0.13715047	0.22857143	0.17357002
37	0.20740741	0.15554350	0.22376738	0.17678348	0.17567568	0.14075067	0.15873016	0.14545455
38	0.20833333	0.14779778	0.20763648	0.17418000	0.19921875	0.14470990	0.09411765	0.15291751
39	0.18575851	0.14427667	0.17001647	0.17046038	0.14049587	0.13424658	0.12000000	0.13646055
40	0.17181208	0.13931661	0.16522893	0.16565209	0.21052632	0.13107822	0.22429907	0.13513514
41	0.18887824	0.13580409	0.18603133	0.15430862	0.15075377	0.12580415	0.24074074	0.12060302
42	0.15146986	0.12478128	0.15524806	0.16264674	0.09975062	0.11312849	0.15267176	0.12359551
43	0.15907954	0.12331548	0.16088947	0.14994179	0.08737864	0.10422535	0.18181818	0.07508532
44	0.15516319	0.12108146	0.15679788	0.14324525	0.10786517	0.09305655	0.25563910	0.12186380
45	0.15139442	0.11489776	0.14794521	0.14412955	0.06103286	0.11596278	0.20437956	0.07438017
46	0.14277423	0.11744045	0.14164306	0.12096774	0.09478673	0.10906298	0.11842105	0.04651163
47	0.13511939	0.11541972	0.13010481	0.12335629	0.07246377	0.08261886	0.17808219	0.10762332
48	0.14007782	0.11396315	0.11480363	0.12907752	0.06075949	0.07588933	0.20000000	0.13197970
49	0.10998553	0.10579364	0.10848861	0.11323764	0.09693878	0.07875308	0.16666667	0.11976048
50	0.11415168	0.09927031	0.09668756	0.12284578	0.04736842	0.09727947	0.25165563	0.06711409
51	0.10871441	0.09331273	0.09582543	0.11071610	0.06878307	0.07651246	0.13138686	0.08888889
52	0.10294118	0.08991748	0.09690310	0.09849363	0.06741573	0.06003752	0.14876033	0.03174603
53	0.07007007	0.08858238	0.10080183	0.10026738	0.03105590	0.05773196	0.13223140	0.06451613
54	0.07164179	0.08234711	0.10331633	0.10798479	0.06622517	0.09448819	0.14814815	0.03508772
55	0.09157128	0.08521892	0.08138659	0.11290323	0.05017921	0.07358739	0.22807018	0.03703704
56	0.07272727	0.07887795	0.08578638	0.08823529	0.05809129	0.06824926	0.15652174	0.04040404
57	0.08951708	0.08731222	0.10418605	0.09274673	0.00892857	0.08919383	0.17241379	0.02127660
58	0.17134831	0.10675469	0.10210877	0.14285714	0.17621145	0.22357724	0.18691589	0.11627907
59	0.29445507	0.17310037	0.13467049	0.24444444	0.25174825	0.26512968	0.37647059	0.03030303
60	0.34432234	0.24215247	0.20895522	0.23456790	0.11538462	0.21698113	0.34146341	0.08163265
61	0.27272727	0.19719695	0.15822785	0.18446602	0.27586207	0.25974026	0.22857143	0.17647059
62	0.19672131	0.19872867	0.13953488	0.17142857	0.11764706	0.30769231	0.08000000	0.16000000
63	0.09090909	0.18341825	0.18000000	0.17142857	0.50000000	0.30555556	0.58333333	0.09523810
64	0.22222222	0.23101067	0.10218978	0.27027027	0.66666667	0.25000000	0.11111111	0.15384615
65	0.26086957	0.23425022	0.16513761	0.22222222	1.00000000	0.34482759	0.50000000	-
66	0.58823529	0.30012937	0.15584416	0.48000000	-	0.50000000	0.25000000	-
67	0.25000000	0.24340771	0.16000000	0.55555556	-	0.33333333	0.20000000	-
68	0.80000000	0.27129338	0.08333333	0.75000000	-	0.66666667	0.85714286	-
69	-	0.58741259	0.72727273	-	-	0.50000000	1.00000000	-

■ **Tabla 15** Probabilidades de rotación por región.



edad	Población con Plan de Pensiones qx con PP	Población sin Plan de Pensiones qx sin PP
15		0.14285714
16	0.70588235	0.49500998
17	0.61414141	0.49503546
18	0.54965035	0.39708214
19	0.47145488	0.35532102
20	0.41017195	0.33576947
21	0.37137695	0.30995162
22	0.34665953	0.29498786
23	0.31958371	0.27883651
24	0.28749511	0.26447074
25	0.26935586	0.24865380
26	0.24821819	0.23542979
27	0.23459826	0.23273690
28	0.22899164	0.21779582
29	0.20965251	0.20495296
30	0.20096211	0.20469565
31	0.19219254	0.18825847
32	0.18133045	0.18525659
33	0.17132477	0.17494936
34	0.16307340	0.15805029
35	0.15913828	0.15760843
36	0.15590038	0.15564745
37	0.14805575	0.14087654
38	0.14149312	0.13447494
39	0.13859354	0.12327236
40	0.13595468	0.11302059
41	0.13529567	0.10923494
42	0.12282928	0.10331909
43	0.12195437	0.09878127
44	0.11839038	0.09275932
45	0.11372091	0.09087788
46	0.11141498	0.09211067
47	0.10891520	0.08694050
48	0.10678114	0.08740559
49	0.10119129	0.07973747
50	0.09358432	0.07671521
51	0.08659276	0.07202261
52	0.08525955	0.06610703
53	0.07874016	0.06717703
54	0.07838464	0.06539453
55	0.07720352	0.06625352
56	0.07198504	0.06053755
57	0.07765830	0.07040046
58	0.08500292	0.10052641
59	0.17445712	0.16524338
60	0.22222222	0.26376989
61	0.17836812	0.20158103
62	0.18274543	0.18232819
63	0.17746643	0.17550627
64	0.22489960	0.21862348
65	0.24330357	0.21643287
66	0.29629630	0.30030030
67	0.24802111	0.23469388
68	0.27586207	0.26229508
69	0.58252427	0.62962963

■ **Tabla 16** Probabilidades de rotación para la población con y sin plan de pensiones por jubilación.

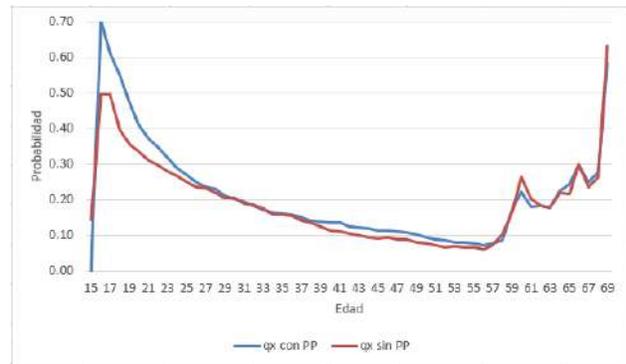


Figura 17 Probabilidad de rotación para la población con y sin plan de pensiones por jubilación.

edad 57 se aprecia una tendencia creciente hasta los 60 años. Es necesario recordar que estas bajas fueron clasificadas como rotación y no como jubilación. Pudiera ser que la cercanía a la edad en la que podría una persona promedio obtener una pensión por parte del Seguro Social sea lo que incentive a las personas cercanas a los 60 años a separarse voluntariamente de la empresa. Entre edades de 61 a 65 se aprecia una disminución de la probabilidad y vuelve a repuntar a edad 64 y 65. Esto pudiera deberse a que las personas opten por separarse de la empresa a edad 60 y jubilarse ante el Seguro Social o en caso contrario esperarse hasta los 64 ó 65 años para hacerlo. Partiendo de este comportamiento observado, valdría la pena replantear y analizar los supuestos de rotación que se consideran en las valuaciones actuariales para validar si es necesario rectificar una tendencia decreciente en la rotación para edades superiores a los 56 años de edad.

La Figura 18 y la Tabla 18 muestran las probabilidades ajustadas de despido y separación voluntaria. Éstas nos llevan a reflexionar si al considerar un supuesto constante de proporción de separación voluntaria y despido tiene algún fundamento y cuál pudiera ser el impacto de modificarlo conforme a la tendencia observada.

edad	qx Ajustada
15	0.55342043
16	0.55342043
17	0.55342043
18	0.55342043
19	0.46331628
20	0.41060874
21	0.37321214
22	0.34420508
23	0.32050459
24	0.30046612
25	0.28310800
26	0.26779705
27	0.25410094
28	0.24171130
29	0.23040045
30	0.21999547
31	0.21036197
32	0.20139340
33	0.19300385
34	0.18512309
35	0.17769291
36	0.17066456
37	0.16399680
38	0.15765443
39	0.15160716
40	0.14582875
41	0.14029631
42	0.13498974
43	0.12989133
44	0.12498536
45	0.12025783
46	0.11569621
47	0.11128925
48	0.10702681
49	0.10289971
50	0.09889961
51	0.09501894
52	0.09125077
53	0.08758876
54	0.08402709
55	0.08056041
56	0.07718379
57	0.08966502
58	0.12183978
59	0.17363566
60	0.24505266
61	0.19803316
62	0.19281372
63	0.19603301
64	0.21139057
65	0.24258596
66	0.29511677
67	0.30004844
68	0.37838973
69	0.60355030

■ **Tabla 17** Tabla de rotación.

edad	%SV- suav	q_x	μ_x (año)	Ajustada	q_x	μ_x (año)	Ajustada
15	0.91236	0.04850346	0.50491596				
16	0.91236	0.04850346	0.50491596				
17	0.91236	0.04850346	0.50491596				
18	0.91236	0.04850346	0.50491596				
19	0.89671	0.04785783	0.41545845				
20	0.88145	0.04857567	0.36193307				
21	0.86660	0.04978509	0.32342705				
22	0.85215	0.05088981	0.29331527				
23	0.83810	0.05138922	0.26861538				
24	0.82445	0.05274674	0.24771937				
25	0.81120	0.05345106	0.22965693				
26	0.79835	0.05400188	0.21379517				
27	0.78590	0.05440392	0.19969702				
28	0.77385	0.05466421	0.18704710				
29	0.76219	0.05479069	0.17560976				
30	0.75094	0.05479159	0.16520389				
31	0.74009	0.05467503	0.15568695				
32	0.72964	0.05444888	0.14694452				
33	0.71959	0.05412066	0.13888319				
34	0.70994	0.05369753	0.13142556				
35	0.70068	0.05318625	0.12450665				
36	0.69183	0.05259323	0.11807133				
37	0.68338	0.05192450	0.11207230				
38	0.67533	0.05118578	0.10646865				
39	0.66768	0.05038247	0.10122469				
40	0.66043	0.04951970	0.09630905				
41	0.65357	0.04860232	0.09169399				
42	0.64712	0.04763493	0.08735482				
43	0.64107	0.04662190	0.08326943				
44	0.63542	0.04556742	0.07941794				
45	0.63017	0.04447544	0.07578239				
46	0.62531	0.04334977	0.07234644				
47	0.62086	0.04219401	0.06909524				
48	0.61681	0.04101165	0.06601517				
49	0.61316	0.03980599	0.06309372				
50	0.60991	0.03858023	0.06031939				
51	0.60705	0.03733741	0.05768153				
52	0.60460	0.03608050	0.05517028				
53	0.60255	0.03481230	0.05277646				
54	0.60090	0.03353555	0.05049154				
55	0.59964	0.03225288	0.04830753				
56	0.60515	0.03047577	0.04670802				
57	0.61066	0.02849099	0.04575511				
58	0.65871	0.04158322	0.08025656				
59	0.69279	0.05334216	0.12029350				
60	0.71923	0.06880284	0.17624982				
61	0.66759	0.05582820	0.13220496				
62	0.62366	0.07256405	0.12024968				
63	0.58580	0.08119653	0.11483648				
64	0.56010	0.09299055	0.11840002				
65	0.55263	0.10852530	0.13406066				
66	0.56745	0.12765403	0.16746274				
67	0.60049	0.11987188	0.18017656				
68	0.64569	0.13406651	0.24432323				
69	0.69697	0.18289403	0.42065627				

■ **Tabla 18** Probabilidades ajustadas de despido y separación voluntaria.

En la Figura 19 no se observa una tendencia constante a lo largo de las distintas edades. Más bien se observa una tendencia decreciente en la proporción de salidas por separación voluntaria, con algunos cambios en la pendiente a partir de edad 57.

En las Figuras 20 y 21 se destaca que no se observa una constante a lo largo de las distintas edades.

Un comportamiento que se analizó de forma muy general fue el comportamiento que tiene la rotación en la población que cuenta con un plan de pensiones por jubilación y una que no. En la Tabla 16 la Figura 17 se muestra el comportamiento



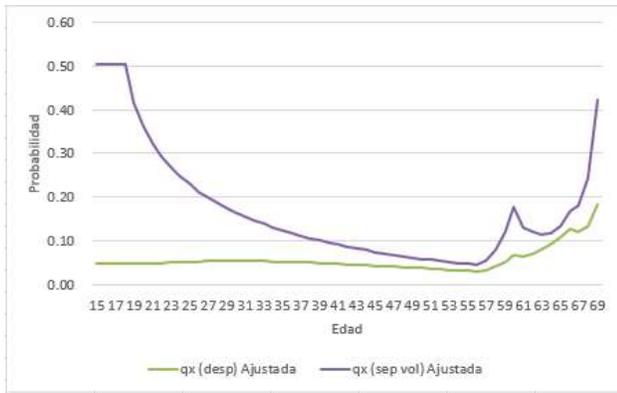


Figura 18 Probabilidades ajustadas de separación voluntaria y despido.

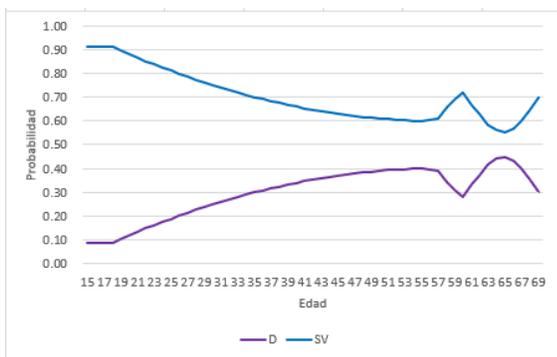


Figura 19 Proporciones ajustadas de separación voluntaria y despido y/o salidas negociadas.

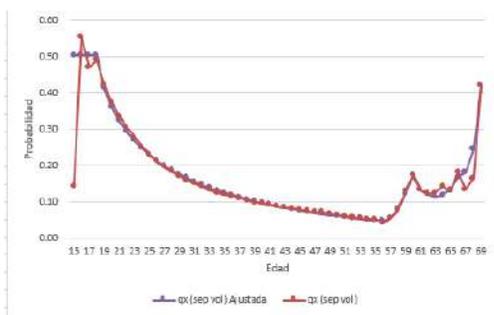


Figura 20 Probabilidades de separación voluntaria con y sin ajuste.

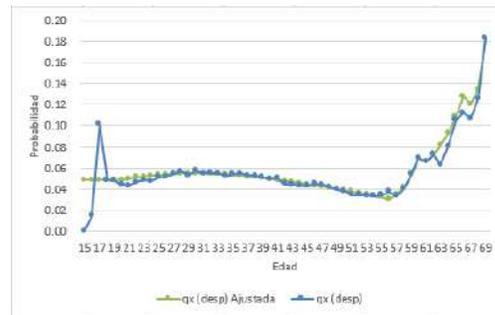


Figura 21 Probabilidades de despido con y sin ajuste.

de la rotación comparada en estos dos grupos de poblaciones. De hecho, se observa que para algunas edades, la probabilidad de rotación es mayor en el grupo de empleados con Plan de Pensiones.

Dados los resultados observados en el presente documento, no se puede concluir que la existencia de un plan de pensiones por jubilación contribuya a la disminución de la rotación.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la actuario Yaneth Itzel Díaz Juárez, pues les brindó el apoyo para la programación de las validaciones y determinación de las tasas y probabilidades en R.

A. ESTANDARIZACIÓN DE CAUSAS DE BAJA

Las causas de bajas que se identificaron y se tuvieron que estandarizar fueron:

- Abandono (Separación voluntaria) Abandono de Trabajo (Separación voluntaria)
- Abandono/Rescisión (Separación voluntaria)
- Accidente clave D (Invalidez)
- Actos inmorales (Despido y/o salida negociada)
- Aliento alcohólico (Despido y/o salida negociada)
- Ausencia de corrida (Separación voluntaria)
- Asentismo (Separación voluntaria)
- Despido (Despidos y/o salidas negociadas)
- Renuncia voluntaria (Separación voluntaria)
- Cambio a comarca (Transferencia)
- Cambio a líneas panamericanas (Transferencia)
- Cambio a personal administrativo (Transferencia)
- Cambio de empresa (Transferencia)
- Cambio de escuela a conductor (Transferencia)
- Cambio de puesto (Transferencia)
- Cambio de sucursal (Transferencia)

- Cuidado de hijos (Separación voluntaria)
- Defuncion (Fallecimiento)
- Defusion (Fallecimiento)
- Dejó de presentarse (Separación voluntaria)
- Despido injustificado (Despidos y/o salidas negociadas)
- Despido justificado (Despidos y/o salidas negociadas)
- Dictamen de invalidez (Invalidez)
- Falta honradez (Despidos y/o salidas negociadas)
- Faltantes en corte (Despidos y/o salidas negociadas)
- Fin de contrato (Rotación)
- Indisciplina (Despidos y/o salidas negociadas)
- Jubilacion (Jubilación)
- Justificado Despido (Despidos y/o salidas negociadas)
- Muerte (Fallecimiento)
- Motivos personales (Separación voluntaria)
- No honesto (Despidos y/o salidas negociadas)
- No renovación de contrato (Rotación)
- Otro empleo (Separación voluntaria)
- Otros (Otros, como reestructura)
- Pensión (Jubilación)
- Pensión médica (Invalidez)
- Positivo en antidoping (Despidos y/o salidas negociadas)
- Proyecto de reducción de personal (Otros, como reestructura)
- Recisión de contrato (Despidos y/o salidas negociadas)
- Reestructura (Otros, como reestructura)
- Reestructuración (Otros, como reestructura)
- Remoción (Despidos y/o salidas negociadas)
- Renuncia (Separación voluntaria)
- Renuncia voluntaria (Separación voluntaria)
- Rescisión de contrato (Despidos y/o salidas negociadas)
- Rescisión de contrato, abuso de confianza (Despidos y/o salidas negociadas)
- Rescisión laboral (Despidos y/o salidas negociadas)
- Retiro (Jubilación)
- Retiro voluntario (Separación voluntaria)
- Separacion voluntaria (Separación voluntaria)
- Separación voluntaria. (Separación voluntaria)
- Separacion voluntario (Separación voluntaria)
- Sin información (Rotación)
- Terminacion de contrato (Rotación)
- Terminación de contrato (Rotación)
- Término de contrato (Rotación)
- Transferencia a otra empresa (Transferencia)
- Trasferencia (Transferencia)

B. RESGUARDO DE LA INFORMACIÓN

La información utilizada para el análisis se encuentra bajo resguardo de la AMAC y estará disponible para todos los

miembros. La información se puede encontrar en [esta ruta](#). En la carpeta original de información se encuentra la información tal cual se recibió de parte de cada uno de los equipos de los miembros de la AMAC. La carpeta bases para programación contiene la información que se estandarizó para compartir a la programadora y se pudiera integrar una sola base de datos para programar en R y proceder con su análisis. La carpeta programadora contiene la información que fue generando la programadora que nos apoyó en el proyecto. En esta carpeta se encuentran algunas validaciones y Tablas. De igual manera se tiene un folder en esta carpeta con las Tablas que se reprodujeron al correr el código en R. En la carpeta documentos finales se encuentran:

- Las bases en R.
- Los resultados de la programación generados con los últimos ajustes en la información procesada.
- El código de las validaciones de la información y del modelo para la Tabla de rotación
- Los cuadros resumen con los resultados y los análisis de suavizamientos.

REFERENCIAS

- Burden, R. L., J. D. Faires, y A. M. Burden, 2015 *Numerical Analysis*. Cengage Learning, Canada.
- Chiang, C. L., 1968 *An Introduction to Stochastic Processes in Biostatistics*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Greville, T. N. E., 1943 Short methods of constructing life tables. Record from the American Institute of Actuaries **32**: 29–42.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2024 *Indicador Mensual de la Actividad Industrial*. Sistema de Cuentas Nacionales de México, Aguascalientes.
- Kaplan, E. L. y P. Meier, 1958 Nonparametric estimation from incomplete observations. Journal of the American Statistical Association **53**: 457–481.





Ana Ma. del Pilar Montes Sánchez cuenta con más de 20 años de experiencia como consultor actuarial en diseño y valuación beneficios a empleados, atendiendo compañías privadas e internacionales. Tiene amplia experiencia en la definición de estrategias para optimizar impactos en costos por cambios en la remuneración total, la implementación de

beneficios flexibles, el diseño de planes de jubilación y otros beneficios de largo plazo, el desarrollo y la auditoría de valuaciones actuariales de pasivos laborales de acuerdo con USGAAP, IFRS y MEXGAAP, la definición de encuestas de beneficios para sectores determinados. Se graduó como actuario en el ITAM en 1998, es Maestra en Administración de Negocios, también por el ITAM, cuenta con dos Diplomados, y es actuario certificada por el Colegio Nacional de Actuarios en Pasivos Contingentes Laborales desde 2010. Además, fue miembro del Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores de 2012 a 2018, y de 2022 a la fecha.

César Adrián Hernández Viveros cuenta con 18 años de experiencia como Consultor actuarial; ocho de ellos en temas de pasivos; y los últimos diez, desarrollando aplicaciones para la Administración Integral de Riesgos en las empresas del sector asegurador, y de los sectores público y privado. Tiene amplia experiencia en valuaciones actuariales de pasivos laborales y diseño de planes de

retiro, valuaciones actuariales estocásticas, así como modelos para la gestión conjunta de activos y pasivos relacionados con planes de beneficio definido. Está a cargo del área de modelos analíticos para riesgos asegurables para la región de Latinoamérica. Fue docente de la materia de Pensiones Privadas en la Facultad de Ciencias de 2006 a 2020. Egresó de la licenciatura en Actuaría de la Universidad Nacional Autónoma de México, hizo una Maestría en Finanzas Bursátiles y Corporativas en la Universidad Marista, es actuario certificado por el Colegio Nacional de Actuarios en pasivos contingentes laborales desde 2016, así como Certified Risk Management Professional por The Risk Management Society y está certificado en administración cuantitativa del riesgo por el International Institute of Professional Education and Research. Está Diplomado en Administración de riesgos financieros en el ITESM. Miembro del Colegio Nacional de Actuarios y de The Risk Management Society.



Carmen Licon Barajas estudió Actuaría en la UNAM. Cuenta con 26 años de experiencia en Valuaciones Actuariales. Ha participado en diversos proyectos de consultoría para instituciones de Seguridad Social y empresas paraestatales, entre las que destacan: IMSS, ISSSTE, PEMEX, CFE, Banrural, Luz y Fuerza del Centro, Infonavit, Consejo de la

Judicatura. En estos proyectos ha efectuado la Valuación Actuarial y Financiera de las instituciones referidas, para efectuar el diagnóstico que permite determinar el grado de suficiencia de los recursos establecidos para garantizar la cobertura de las prestaciones que se otorgan. Como Jefa de Actuarios en Wealth LatAm para América Latina ha liderado proyectos de automatizaciones en procesos actuariales, consultoría en pensiones, asesorías actuariales, capacitaciones para la región y ha extendido su conocimiento de pasivos laborales para América Latina. Actualmente continúa con sus labores de Jefa de Actuarios y liderea proyectos relacionados con análisis de datos.

José Miguel Hernández Martínez es Actuario por la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuenta con cinco años de experiencia realizando valuaciones actuariales para diversos clientes de distintos sectores con diferentes tamaños. Ha participado en valuaciones locales e internacionales, principalmente en América Latina. A lo largo de su carrera, ha participado en distintos

proyectos, entre los que destacan, la automatización de procesos actuariales, el análisis de supuestos en distintos clientes para identificar posibles cambios y/o actualizaciones, la implementación de simuladores de costos por reformas implementadas en los últimos años y las proyecciones a tres, cinco y diez años del Pasivo Laboral de algunos clientes.

Actualmente se desempeña como Consultor Senior en Aon, donde continúa realizando valuaciones de Pasivos Laborales para clientes de América Latina.



Roberto Ángel Rocha López es Director de Asesoría Actuarial ROM, con 28 años dedicados a la valuación actuarial de obligaciones laborales contingentes y al diseño, valuación, administración y comunicación de planes beneficios al retiro para el personal. Ha sido consultor de Petróleos Mexicanos, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, del Foro Consultivo de CONACYT, Cartier, Revlon, Schneider Electric y otras compañías nacionales y extranjeras, en el desarrollo de esquemas pensionarios privados y de compensación al personal. Es actuario por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y estudió la Maestría en Dirección de Empresas en el Instituto Panamericano de Alta Dirección y diplomados en el área financiera en la UNAM y el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Es Actuario Certificado por el Colegio Nacional de Actuarios y por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro para la valuación de planes privados de pensiones. Fue presidente del Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores de 2016 a 2018.

consultivo de CONACYT, Cartier, Revlon, Schneider Electric y otras compañías nacionales y extranjeras, en el desarrollo de esquemas pensionarios privados y de compensación al personal. Es actuario por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y estudió la Maestría en Dirección de Empresas en el Instituto Panamericano de Alta Dirección y diplomados en el área financiera en la UNAM y el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Es Actuario Certificado por el Colegio Nacional de Actuarios y por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro para la valuación de planes privados de pensiones. Fue presidente del Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores de 2016 a 2018.

