IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO ESTOCÁSTICO Y DINÁMICO PARA FONDO DE PENSIONES

Oscar Espín Maldonado[1], Fernando Sandoya Sánchez[2]

[1] Ingeniero en Estadística Informática 2004
[2] Director de Tesis, Magíster en Investigación de Operaciones, Escuela Politécnica Nacional de Quito, Profesor de ESPOL desde 1994

RESUMEN

El presente estudio tiene por finalidad el diseñar e implementar una aplicación informática que permita a una institución que administre fondos de pensiones tener una herramienta de apoyo para tratar de prever una posible desestabilización financiera de la institución mediante el monitoreo y la constante actualización de los datos de los miembros del fondo en custodia. Para esto se necesitará proyectar los valores que la administradora de fondos deberá asumir en cualquier instante de acuerdo a los sucesos que se vayan presentando y las contribuciones futuras para de esta manera evaluar el balance actuarial de acuerdo a la población a lo largo de la proyección basada en el algoritmo de simulación bajo incertidumbre de Monte Carlo.

Para este estudio se simuló una población y se formularon algunos supuestos para la valoración actuarial y los cálculos financiero – actuariales. También se obtuvieron gráficos para reflejar el monitoreo al final de las proyecciones.

ABSTRACT

This research has for purpose to design and to implement a computer application that allows to a Manageress Funds of Pensions Institution have a support tool to try to foresee a possible financial uncertainty of the institution through of pursuit and constant bring up to date of the data of the members of the fund in custody.
For this we will need to project the values that the administrating of funds will assume in any instant according to the events that leave presenting and the future contributions for this way to evaluate the actuarial balance according to the population along the projection based on the algorithm of simulation under uncertainty of Monte Carlo.

For this study a population was simulated and some suppositions were formulated for the actuarial valuation and the calculations financier - actuarial. Graphics were also obtained to reflect the pursuit at the end of the projections.

INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de salvaguardar el bienestar económico futuro de las personas han sido establecidos los fondos de pensiones, en los cuales se ven involucradas las denominadas Administradoras de fondos de pensiones o AFP's.
En la administración de los fondos de pensiones existen dos factores muy importantes como lo son la estabilidad y la solidez financiera.

Debido a esto se presenta la necesidad de desarrollar un sistema que mediante la retroalimentación de los sucesos que acaezcan en el futuro permita de esta manera prever la posible desestabilización financiera, permitiendo así poder establecer políticas adecuadas de evaluación de presupuesto y la planeación financiera que le competen exclusivamente a cada entidad particularmente.

Este estudio se basa en la estimación de la tasa de contribución que tienen que realizar todos los aportantes del fondo, considerado para este caso como un todo, es decir, que todos realizan la misma aportación. Es clave desarrollar un modelo estocástico que permita relacionar la mano de obra y los flujos de dinero en las proyecciones para así establecer los posibles pagos que esta entidad debe asumir en cualquier instante.

Existen dos tipos de riesgos considerados en este estudio principalmente relacionados con la estabilidad y la seguridad del fondo, los cuales son: el riesgo de de la tasa de aportación y el riesgo de solvencia.

1. FACTORES A CONSIDERAR

Para la realización de este sistema es necesario considerar ciertos factores demográficos y económicos que permitan obtener de manera aproximada los valores actuariales de la población que va a ser sujeta a las proyecciones que realiza el sistema.

1.1. FACTORES DEMOGRAFICOS

Factores demográficos como las probabilidades de transición, la suposición de nuevas entradas al fondo, entre otras.
Para este caso se define un espacio finito el cual alberga todos los posibles estados laborales que un miembro del plan pueda tener en cualquier momento. Cabe mencionar que cualquier individuo puede moverse dentro de estos estados laborales y así producir un impacto económico en los estados financieros.

1.2. FACTORES ECONOMICOS

Otros factores claves en la valoración jubilatoria los factores económicos tales como las tasas de interés y las tasas de inflación.
Para este modelo se considera una suposición general con respecto a las tasas de interés, el cual radica principalmente en que sean diferentes en cada instante, es decir, si definimos

la tasa de interés como $r_{(t)}$ debemos asumir que $r_{(t)} \neq r_{(t+1)}$ para todo *t*. De la misma manera se considera las tasas de inflación.

2. VALORACION ACTUARIAL

Con los factores anteriormente detallados puede llegarse a definir un esquema de beneficios que generalmente se debate entre los administradores y los patrocinadores del plan de pensiones. Este esquema es importante para la correspondiente valoración de los planes jubilatorios. En este esquema se ven incluidos los años y crédito de servicio, escala salarial y la fórmula de beneficio. El crédito de servicio va directamente proporcional a los años de servicio, es decir, a más años mayor es el crédito de servicio. La escala salarial se ve influenciada por la promoción laboral y por la incertidumbre de la inflación, es por esto que debe ser definida para una mayor precisión en la estimación de los beneficios futuros.

El método utilizado para calcular las aportaciones anuales es el denominado Método del Costo Agregado **(AGG)** el cual se resume en la estimación de las tasas de contribución del fondo con la ventaja de que solo debemos encontrar la tasa de contribución y no los costos normales ni obligaciones consolidadas.

Esta tasa se calcula en base al valor presente de los beneficios futuros **(PVFB)**, el valor presente de los salarios futuros **(PVFS)** y el recurso del fondo al tiempo t $F_{(t)}$. Usando la tasa de contribución se puede simular las aportaciones para años futuros.

3. DISEÑO DEL SISTEMA

Con el modelo matemático que se cuenta podremos realizar el diseño del sistema que se propone, el cual va a contar con una base de datos de 4 tablas que representan las entidades principales las cuales son:

- Miembro
- Estado laboral
- Años de servicio
- Transacción

En las cuales se encontrará la información necesaria para evaluar las proyecciones.

Este sistema va a estar implementado en una interfaz visual (Visual Basic 6.0) y con acceso a un motor de base de datos (SQL Server 7.0) con un tipo de búsqueda de datos lineal.

4. SUPUESTOS REALIZADOS

Los supuestos que se realizaron para la implementación del mismo son los detallados a continuación:

Para empezar la población puede ser simulada o ingresada manualmente por el usuario, para este estudio se simuló una población de tamaño 50, cuyas edades están distribuidas uniformemente entre 18 y 40 años. Los estados laborales correspondientes están distribuidos uniformemente entre 1 y 3, que son los códigos de los estados laborales activos: asistente, jefe y gerente respectivamente.

Se escogió como límite inferior 18 años y 40 años como límite superior para lograr una cantidad real de aportaciones hechas por estos miembros. También se estableció que la edad obligatoria de jubilación es de **65** años y la edad máxima de supervivencia es de **70** años.

Las tasas de interés están distribuidas en forma aleatoria en el tiempo, uniformemente entre el 4% y 8% anual. Las tasas de inflación no fueron consideradas para este estudio, es decir, fue asumida igual a 1 en todo instante. La escala salarial para efectos de prueba se asumió constante al 8% anual.

La fórmula de beneficio que se definió es general para todos los tipos de beneficiarios y es igual sueldo en el momento ***t*** a la edad ***x*** multiplicado por el crédito de servicio a la edad ***x.***

4.1. TIPOS DE BENEFICIO

Hay 2 tipos de beneficio en este estudio y son: el pago de beneficios en una sola suma o el pago de beneficios en anualidades hasta la muerte del beneficiario. De estos beneficios solo el miembro que tenga más de 15 años de servicio podrá escoger entre uno de ellos, en cambio los miembros que tengan menos de 15 años de servicio solo podrán recibir el beneficio de una sola suma.

Los fondos disponibles al inicio de la proyección serán ingresados por el usuario del sistema e ira capitalizándose de acuerdo a los retornos aleatorios dados por la función de interés.

5. RESULTADOS NUMERICOS

Una vez realizadas las simulaciones se obtuvieron los siguientes resultados numéricos:

La edad promedio de los miembros del fondo fue de 40.14 años y el promedio de años de servicio fue de 24.42 años. La fuerza de incremento de la edad cae un poco a parir del 8 año.

Gráfico 1
Edad promedio de los partícipes del fondo durante las proyecciones

De acuerdo a los valores proyectados se obtuvo que el fondo caía bajo cero después de 15 años, es decir, si tomamos como fecha de inicio de proyección el 2004, la desestabilización llegaría en el 2019, además se observó una recuperación a partir del año 27, es decir, para el año 2031, esto se debe a que los beneficios pagados disminuyeron y a la vez los retornos de las inversiones aumentaron.

El siguiente gráfico muestra lo dicho anteriormente.

Gráfico 2
Balance Actuarial proyectado a 30 años

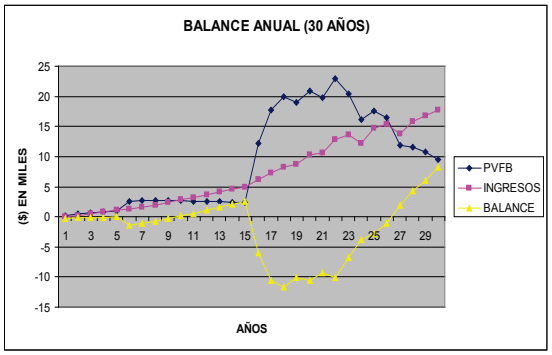
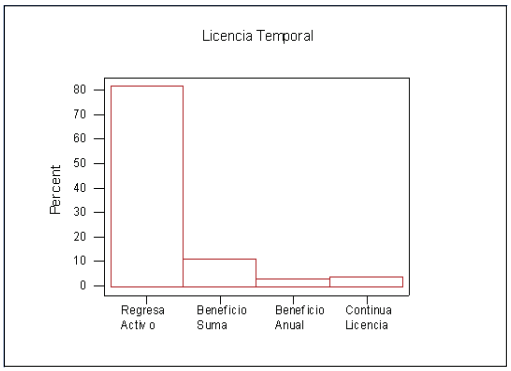


Gráfico 3
Histograma de frecuencias de los partícipes en Licencia Temporal

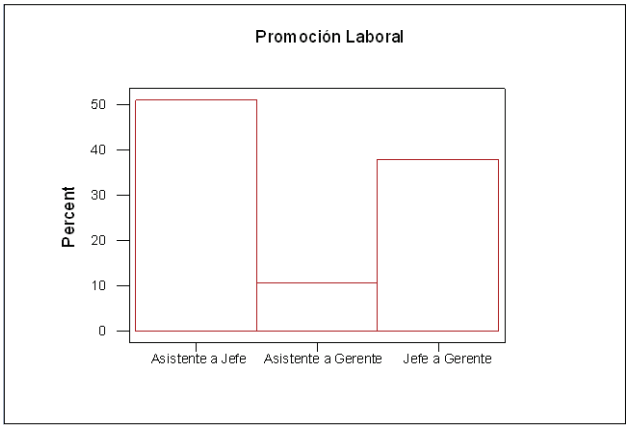


A continuación tenemos los gráficos que reflejan el monitoreo de los cambios de estados laborales realizado en las proyecciones:

En el siguiente gráfico se aprecia el histograma de frecuencias de los cambios de estados a licencia temporal, del total de cambios de estado el 17.32% fueron cambios de miembros activos a estado de licencia temporal. De estos miembros el 82.50% volvió al estado laboral en que se encontraban anteriormente.
El 10% de estos pasó a invalidez permanente y escogieron el beneficio de una sola suma. El 3.33% pasó a invalidez permanente y escogió el beneficio anual. El porcentaje restante (4.17%) al final de la proyección se quedó en el estado de licencia temporal.

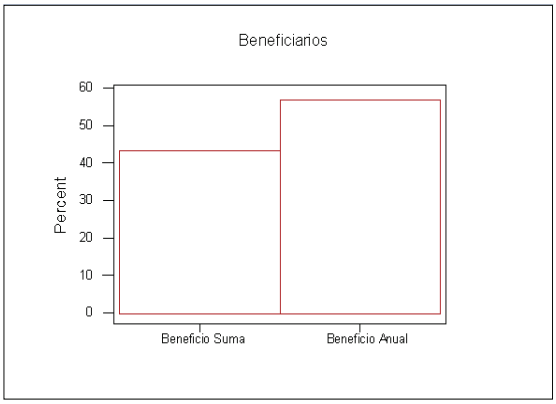
En el gráfico a continuación se muestra que el 33.04% de los cambios resultó ser promociones, de los cuales, el 51.09% fueron promociones de Asistentes a Jefes, el 10.92% de Asistentes a Gerentes y el 37.99% de Jefes a Gerentes. Cabe recalcar que estos cambios afectan los valores en las proyecciones, ya que una promoción implica un aumento de sueldo.

Gráfico 4
Histograma de Frecuencias de la promoción laboral en la proyección



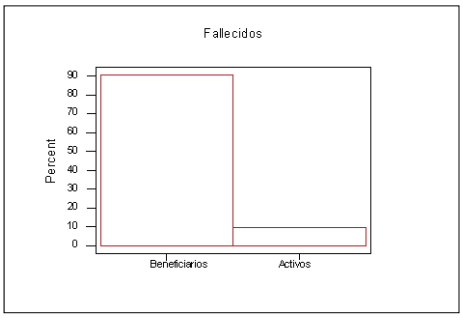
En el siguiente gráfico se observa el histograma de frecuencias porcentuales de los cambios registrados a Beneficiarios, los cuales representaron un porcentaje de 26.98% de total de cambios de estado laboral. De estos, el 43.32% de los miembros tomó el tipo de beneficio que es de una sola suma, lo cual no afectaba significativamente al valor presente de los beneficios futuros. El 56.68% resultaron cambios de miembros activos a beneficiarios anuales.

Gráfico 5
Histograma de Frecuencias de los miembros beneficiarios en la proyección



El 6.06% de los cambios se produjo por fallecimiento de miembros del fondo, el 90.48% de estos fueron miembros que pasaron de beneficio anual a fallecimiento. Esta cantidad de miembros que fallecieron, significó la reducción de los beneficios pagados, a esto se debe la recuperación del balance a partir del año 27 de proyección. El 9.52% correspondió a miembros activos que fallecieron, este último porcentaje no influye en los pagos realizados debido a que no se consideró el fallecimiento como un estado de beneficio, sino más bien el estado de detención del pago de beneficios, exclusivo para los miembros que escogían el tipo de beneficio pagado anualmente, es decir que en cuanto los miembros con beneficio anual fallecían ya no se les pagaba más, este porcentaje únicamente influye en la disminución de las contribuciones anuales.

Gráfico 6
Histograma de frecuencias de los miembros que fallecieron durante la proyección



6. CONCLUSIONES

1. La versatilidad de este sistema hace que la gran cantidad de cálculos y análisis financiero – actuariales involucrados en el modelo sean fáciles de realizar por parte de usuarios no expertos en el tema. Este programa puede ser el núcleo para la generación del software de tipo comercial que podría ser de utilidad como herramienta de apoyo para la toma de decisiones.

2. Debido a la cantidad de afiliados con los que se realizó las proyecciones (50 miembros) hubo años en que la tasa de contribución resultaba negativa, esto quiere decir que los fondos disponibles en ese instante eran mayores que los pagos de beneficios futuros a realizarse, en consecuencia se reemplazó esas tasas de contribución negativas por tasas de contribuciones iguales a cero (0).

3. Después de realizadas las proyecciones se tuvo que la edad promedio de los miembros del fondo en los 30 años de proyección fue de 40.14 años y el promedio de años de servicio fue de 24.42 años. Cabe recalcar que esto influye en las contribuciones anuales y en los beneficios futuros proyectados, ya que en promedio representa 24 años de aportaciones por parte de los afiliados.

4. Se pudo observar en los resultados numéricos que el balance cae en pérdidas al cabo de 16 años, tomando como fecha de inicio de proyección el 2004 se puede decir que la fecha de desestabilización sería en el 2020, además comienza a verse una recuperación del valor del balance a partir de los 27 años, es decir, al año 2031, esto se debe a que los beneficios pagados disminuyeron y a la vez los retornos aumentaron.

5. En los años de proyección en promedio se registraron 69.3 cambios en los estados laborales, de los cuales el 17.32% fueron cambios de miembros activos a estado de licencia temporal. De estos miembros el 82.50% volvió al estado laboral en que se encontraban anteriormente. El 10% de estos pasó a invalidez permanente y escogieron el beneficio de una sola suma. El 3.33% pasó a invalidez permanente y escogió el beneficio anual. Estos cambios afectan el valor proyectado de los beneficios futuros así como el valor presente de los salarios futuros. El porcentaje restante (4.17%) al final de la proyección se quedó en el estado de licencia temporal. El 26.99% de los cambios correspondieron a miembros que pasaron a estado de beneficio. El 11.69% de los miembros tomó el tipo de beneficio que es de una sola suma, lo cual no afectaba significativamente al valor presente de los beneficios futuros. El 15.30% resultaron cambios de miembros activos a beneficiarios anuales. El 33.04% de los cambios resultó ser promociones, de los cuales, el 16.88% fueron promociones de Asistentes a Jefes, el 3.61% de asistentes a Gerentes y el 12.55% de Jefes a Gerentes. Cabe recalcar que estos cambios afectan los valores en las proyecciones, ya que una promoción laboral implica un aumento de sueldo. El 6.06% de los cambios se produjo por fallecimiento de miembros del fondo, el 90.48% de estos fueron miembros que pasaron de beneficio anual a muerte. Esta cantidad de

miembros que fallecieron, significó la reducción de los beneficios pagados, a esto se debe la recuperación del balance a partir del año 27 de proyección. El 9.52% correspondió a miembros activos que fallecieron. Este último porcentaje no influye en los pagos realizados debido a que no se consideró el fallecimiento como un estado de beneficio, sino más bien el estado de detención del pago de beneficios, exclusivo para los miembros que escogían el tipo de beneficio pagado anualmente, este porcentaje únicamente influían en la disminución de las contribuciones anuales.

6. El tipo de búsqueda de los datos requeridos en la base es Lineal, es decir, que la búsqueda se realiza línea por línea hasta encontrar el registro que se quiere lo que vuelve al sistema un poco lento al momento de realizar los cálculos.

REFERENCIAS

1. **ESPIN M. OSCAR,** "Implementación de un sistema de monitoreo estocástico y dinámico para fondo de pensiones" (Tesis, Instituto de Ciencias Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004)

2. **ÁNGEL VEGA PÉREZ,** Estadística – Aplicaciones Econométricas y Actuariales.

3. **M. AYUSO, H. CORRALES, M. GUILLÉN, A. M. PÉREZ MARÍN, J. L. ROJO**, Estadística Actuarial Vida.

4. **JULIO G. VILLALÓN,** Operaciones clásicas y modernas de seguros, Ediciones Pirámide, España.

5. **The Journal of Risk and Insurance**, Pension Valuation Under Uncertainties, Vol.69, No. 2, 2002.