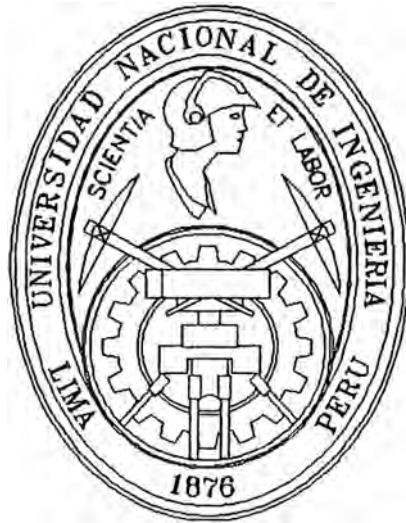


Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



Aplicaciones del Cálculo Actuarial en los Sistemas de Pensiones

INFORME DE INGENIERIA

Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERO DE SISTEMAS

FRANCISCO MARINO VALERIANO CUBA

PROMOCION 1991-2

Lima - Perú
1996

A Margarita y

a mis padres

INDICE

	Pag.
Descriptores Temáticos	vii
Sumario	viii
I. Introducción	1
II. Los Sistemas de Pensiones	5
Los planes de reparto	6
Planes ocupacionales	6
Planes de ahorro personales y rentas vitalicias	6
Los Sistemas de Pensiones en el Perú	7
Sistema Nacional de Pensiones	7
Sistema de Pensiones de Trabajadores a Cargo del Estado (Ley 20530)	10
La Oficina de Normalización Previsional (ONP)	11
El Sistema Privado de Pensiones	12
Pensión de Jubilación	14
El Retiro Programado	14
La Renta Vitalicia Personal	15
La Renta Vitalicia Familiar	15
La Renta Temporal con Renta Vitalicia Diferida	15
El Seguro de Invalidez, Supervivencia y Gastos de Sepelio	15
III. Las Matemáticas Actuariales	17
IV. Herramientas de software para cálculos actuariales	23

V.	Proyección y cálculo de una pensión	25
	Planteamiento del Problema	25
	Formulación de la Solución	26
	Desarrollo del Software	27
VI.	Cálculo de reservas por seguro de invalidez y sobrevivencia	32
	Planteamiento del Problema	32
	Formulación de la Solución	33
	Desarrollo del Software	35
VII.	Transferencia de fondos por cajas pensionarias	39
	Planteamiento del Problema	39
	Formulación de la Solución	40
	Desarrollo del Software	41
VIII.	Evaluación de los proyectos desarrollados	44
	La Calidad en los proyectos	44
	Factores de Calidad	46
	Utilidad	46
	Confiabilidad	47
	Claridad	47
	Eficiencia	48
	Análisis Costo-Beneficio	49
	Proyecto 1: Proyección de pensiones	49
	Proyecto 2: Cálculos de Reservas de la Cía. de Seguros	51
	Proyecto 3: Transferencias por Fondos Pensionarios	53
IX.	Conclusiones	56
	Desarrollo de software	56

Evaluación de los proyectos desarrollados	57
Cálculos actuariales	57
Sistemas de Pensiones	58
IX. Recomendaciones	59
Para quienes desarrollan software	59
Para la comunidad académica	60
Para la normatividad	60
Para las políticas previsionales	61
Para los usuarios de los sistemas de pensiones	61
IX. Bibliografía	63

Descriptores Temáticos

Cálculo Actuarial

El cálculo actuarial es una disciplina que combina las matemáticas básicas, las probabilidades, la estadística y la teoría del riesgo con la finalidad de resolver problemas financieros de la vida real que involucran incertidumbre futura.

Sistemas de Pensiones

Son sistemas formales creados por un Estado con el objetivo de brindar seguridad económica al trabajador durante la última etapa de su vida, en la cual, por la pérdida de productividad, es muy posible que no pueda generar los ingresos necesarios para su subsistencia.

Desarrollo de Software

Proceso mediante el cual se especifica, diseña, construye, valida e implementa productos de software para computadoras. Entendiéndose el software como los programas, procedimientos, reglas y documentación asociados con los sistemas de computación, así como los datos para su funcionamiento.

SUMARIO

El presente informe muestra un conjunto de aplicaciones prácticas de los cálculos actuariales en los sistemas de pensiones en el Perú, a través de proyectos de desarrollo de software. Se describen tres sistemas que fueron contruidos para resolver problemas concretos en empresas dedicadas a la administración de sistemas de pensiones.

Los objetivos del informe son dos: por un lado, el mostrar el uso que se le está dando actualmente a esta rama de las matemáticas, poco difundidas en el país; y por otro lado, el rescatar las experiencias más valiosas que se han podido presentar en estos proyectos, de manera que sean de utilidad a personas que enfrenten proyectos similares en el campo actuarial o en algún otro tipo de desarrollo de software.

El informe comienza con un análisis de las características de los sistemas de pensiones en el Perú, poniendo énfasis en las aplicaciones actuariales de los mismos. A continuación se describe, de manera introductoria, las formulaciones matemáticas que son base de las aplicaciones descritas.

Se realiza una descripción de cada una de las aplicaciones, incluyendo para cada caso la formulación del problema a resolver, el enfoque que se planteó para la su solución y la descripción de la implementación de la solución mediante el desarrollo del software.

Como punto final se realiza una evaluación de los proyectos enfocándolos como trabajos de desarrollo de software, en la cual se analiza la calidad de los productos y se esboza un análisis costo beneficio para cada uno de ellos.

I. Introducción

El presente Informe de Titulación Profesional recoge la experiencia del autor en el desarrollo de software para realizar cálculos actuariales dentro de distintas empresas que tienen a su cargo la función de administración de sistemas pensionarios en nuestro país.

Los sistemas pensionarios en el Perú han pasado a tener en los últimos años un rol protagónico dentro de la vida de una gran parte de la población. Casi todos los trabajadores han aportado en algún momento a algún sistema de pensiones con el objetivo de, posteriormente, gozar de una pensión; y una gran mayoría de ellos se han visto involucrados, y a veces confundidos, por las múltiples reformas que se han realizado en materia previsional en el Perú en estos últimos años.

Podemos citar entre las más importantes reformas en este campo a la creación de las administradoras privadas de fondos de pensiones o AFP; la transferencia de la administración del Sistema Nacional de Pensiones del Instituto Peruano de Seguridad Social a la Oficina de Normalización Previsional (ONP); la emisión de bonos de reconocimiento; la homogeneización de condiciones entre el Sistema Nacional de Pensiones y el Sistema Privado; y, más recientemente, el conjunto de reformas a la Ley 20530. Todas estas reformas han sido realizadas en un período relativamente corto de tiempo; más aún, teniendo en cuenta que las normas que rigen a un sistema de pensiones deben tener la suficiente estabilidad para que se mantengan durante toda la vida laboral activa de los trabajadores, incluso en su vida como pensionistas. Cabe preguntarse entonces ¿Que motivó todo esto?.

Si nos remontamos en el tiempo y analizamos el deterioro del servicio que el IPSS brindaba a la población de pensionistas, llegando a tener en algún

momento una crisis financiera tan grave que se ponía en riesgo el cumplimiento de las obligaciones de esta institución con los pensionistas, podríamos ir encontrando una respuesta a la interrogante.

Por otro lado, el manejo que se le dio al Sistema Nacional de Pensiones en los distintos regímenes nos muestra una conducción poco técnica del problema, reflejada en hechos como la disminución de los años de aportación necesarios para optar por una jubilación, el uso indebido de los fondos del Sistema o las pésimas inversiones que se realizaban con los mismos, por citar sólo algunas. Este tipo de medidas son las que llevaron a la dilapidación de los fondos de los aportantes y a que en un momento dado el IPSS se convirtió en una entidad deficitaria, debiendo cubrirse la brecha del pasivo para el pago de las pensiones con transferencias del tesoro público.

Por este tipo de desbalances se explica la urgencia en la realización de los cambios. Podemos observar que, además del manejo político que siempre se da en este tipo de reformas, en la mayoría de casos, el espíritu de las nuevas normas es que cada sol en el pasivo que constituye el pago de pensiones presentes y futuras esté respaldado por la cantidad adecuada en el activo de fondos intangibles o reservas presupuestarias que garanticen la estabilidad económica tanto nacional como individual para cada pensionista.

A raíz de estas reformas, las entidades encargadas de administrar los sistemas de pensiones se ven en la necesidad de realizar cálculos de sus pasivos pensionarios. Es aquí donde los cálculos actuariales juegan un papel importante para la determinación del valor presente esperado de todos los desembolsos futuros que se puedan producir por efecto de las pensiones que han de pagarse hasta que se extingan los derechos de los pensionistas y sus beneficiarios. A este valor para el caso de un aportante, se denomina Capital Requerido.

Las aplicaciones de los cálculos actuariales en los sistemas de pensiones son múltiples. Dentro de este informe se describe el uso de las mismas para la resolución de tres de los problemas a los que se enfrentan las Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones o AFP , al igual que la Oficina de Normalización Previsional en su función de administrar los sistemas de pensiones a cargo del Estado.

El primero de ellos, dentro del Sistema Privado de Pensiones, consiste en la proyección de una pensión en base a un esquema de aportes basado en los ingresos de la persona, a los datos de su grupo familiar y al capital de su cuenta individual y/o bono de reconocimiento.

La segunda aplicación, también dentro del Sistema Privado de Pensiones, consiste en la determinación de los costos de la Compañía de Seguros por concepto de cobertura de siniestros de invalidez y sobrevivencia, para efectos de la fijación del porcentaje de la remuneración asegurable a cobrar como prima.

La tercera aplicación está referida a la transferencia de fondos que el Estado debe realizar a la Oficina de Normalización Previsional (ONP), por concepto de pago de pensiones dentro de los regímenes que la ONP tiene a su cargo.

Las matemáticas actuariales involucran una mezcla de estadística y matemática financiera. Están basadas en tablas de vida, que miden la probabilidad media de que una persona de una edad dada fallezca dentro del próximo año.

El manejo que se dio a los cálculos actuariales en las décadas pasadas estaba referido principalmente al uso de las llamadas tablas de conmutadores, que eran tablas de entrada múltiple que reducían los numerosos cálculos para hallar los llamados capitales requeridos, pero que introducían un factor de imprecisión en dichos valores.

A consecuencia de la masificación del uso de computadoras, estos cálculos pueden ser realizados con una precisión mucho mayor y agregándose factores de complejidad que hubiesen sido casi imposibles de manejar con los cálculos manuales. Sin embargo, en la gama de posibles aplicaciones dentro de los Sistemas de Pensiones aún se tienen algunas tareas no resueltas para abordar de manera más eficiente la administración de dichos sistemas.

II. Los Sistemas de Pensiones

Los sistemas de pensiones son sistemas formales que tienen como objetivo brindar seguridad económica al trabajador durante la última etapa de su vida. Existen diferentes maneras de lograr este objetivo, produciéndose de esta manera distintos tipos de sistemas pensionarios.

Las alternativas de sistemas de pensiones tratan de responder de una u otra manera a las siguientes interrogantes:

¿El sistema debería ser voluntario u obligatorio? ¿A qué nivel?

¿Cuál debería ser el énfasis relativo al ahorro frente a la redistribución de ingresos? ¿Conviene combinar estas funciones o establecer sistemas separados para su financiamiento y administración?

¿Sobre quién debería recaer el riesgo de los resultados imprevistos? ¿Sobre los jubilados o sobre otros miembros de la sociedad?

¿Debe establecerse un sistema totalmente financiado o un sistema de pagos con ingresos corrientes?

¿Debe el sistema tener una administración central, o ser descentralizado y competitivo?; etc.

Hay muchas combinaciones que responden a estas interrogantes, pero desde el punto de vista del financiamiento y la administración hay tres tipos de planes que son los más comunes: los planes públicos de pagos con ingresos corrientes (planes públicos de reparto), los planes auspiciados por los empleadores (planes ocupacionales), y los planes de ahorro personales y rentas vitalicias.

Los planes de reparto

Es el sistema formal más común, obligatorio para los trabajadores en la mayoría de los países. La cobertura es casi total en los países de ingreso alto y muy amplia en los países de ingreso mediano. La responsabilidad mayor recae en el gobierno, que financia, administra y asegura las pensiones públicas. Estos planes ofrecen beneficios definidos que no están vinculados actuarialmente con los aportes, en general se financian con un impuesto sobre la nómina (a veces complementado con ingresos generales del gobierno), y funcionan con el principio de efectuar los pagos con ingresos corrientes. Permiten redistribuir el ingreso real, tanto entre generaciones como dentro de una misma generación.

Planes ocupacionales

Estos son fondos de pensiones de administración privada ofrecidos por los empleadores para atraer y retener a los trabajadores. Estos planes, a menudo facilitados por concesiones tributarias y reglamentados por los gobiernos, en el pasado solían tener beneficios definidos y estaban financiados parcialmente. Tanto el número de planes con aportes definidos (es decir, en los cuales los aportes están especificados y los beneficios quedan determinados por los aportes más la rentabilidad de las inversiones) como el grado de financiamiento han aumentado en los últimos años, con distintos resultados. En Alemania, Estados Unidos, Japón, Países Bajos, Reino Unido y Suiza más del 40% de los trabajadores están acogidos a planes ocupacionales, pero la proporción es mucho menor en los países en desarrollo.

Planes de ahorro personales y rentas vitalicias

Estos son planes totalmente financiados y con aportes definidos. Los trabajadores ahorran durante la etapa de su vida productiva para asegurarse una pensión de jubilación. Dado que los beneficios no están definidos por

anticipado, los trabajadores y los jubilados asumen el riesgo de la inversión de sus ahorros. El ahorro personal voluntario es común en todos los países y a menudo se fomenta con incentivos tributarios, pero algunos países han establecido recientemente el ahorro obligatorio. Hay una diferencia fundamental entre los planes de ahorro obligatorios administrados por el gobierno (como en varios países africanos, Malasia y Singapur) y los administrados por diversas compañías privadas sobre una base competitiva (Chile, Perú, Argentina y Colombia).

Se ha realizado una polémica sobre las ventajas y desventajas de cada uno de los distintos tipos de sistemas de pensiones. Sin embargo, la eficacia de cada mecanismo depende principalmente de la forma en que se administre el sistema y de la forma en que se afronten las distorsiones que siempre se presentan en este tipo de sistemas, producto de las reacciones individuales sobre las reglas de juego planteadas.

Los Sistemas de Pensiones en el Perú.

Sistema Nacional de Pensiones

El Sistema Nacional de Pensiones fue creado por el D.L. 19990 el año 1973, integrando a los antiguos sistemas pensionarios de la Caja Nacional de Seguro Social Obrero y del Seguro Social del Empleado, así como del Fondo Especial de Jubilación de Empleados Particulares (FEJEP).

En este régimen de pensiones se abarca los beneficios de pensiones de jubilación, de invalidez, de sobrevivencia y pago de capital por defunción.

Tienen derecho a pensión de jubilación los trabajadores al cumplir los 65 años de edad (anteriormente se consideraba 55 años para las mujeres y 60 para los varones), salvo aquellos tipos de trabajador que están sujetos a condiciones de

trabajo particularmente penosas o riesgosas, quienes tienen la posibilidad de acceder a jubilaciones adelantadas.

Adicionalmente, los trabajadores para poder jubilarse deben acreditar haber cumplido como mínimo con 20 años de aportaciones.

El cálculo de la pensión se realiza en base a una remuneración de referencia, la cual es el promedio de las últimas remuneraciones asegurables que el trabajador haya percibido, pero sin la aplicación de ningún ajuste por devaluación. El número de meses a promediar varía entre 60 y 36 meses, dependiendo del número de años de aportación que haya acreditado, siendo más alto el número de meses a considerar para los casos en que los años de aportación sea menor.

Adicionalmente en el cálculo de la pensión hay incrementos por hijos menores y/o cónyuge.

El Sistema Nacional de Pensiones considera una pensión de sobrevivencia para los beneficiarios del asegurado fallecido en las siguientes condiciones:

- Para las mujeres viudas de un asegurado fallecido.
- Para los varones viudos cuando es inválido o tiene más de 60 años.
- Para los hijos menores de 18 años.
- Para los hijos hasta los 21 años siempre que sigan ininterrumpidamente estudios.
- Los hijos inválidos mayores de 18 años .

- Los padres del asegurado fallecido siempre que tengan más de 60 años para el padre y 55 años para la madre, hayan dependido económicamente del asegurado y no perciban rentas mayores a la pensión que recibirían y además exista un saldo disponible de la pensión del causante, deducidas las pensiones de viudez y orfandad.

En caso que un afiliado cumpla las condiciones para tener una pensión de sobrevivencia pero al fallecer no dejara ningún beneficiario con derecho a esta pensión, los deudos del afiliado tendrán derecho a un pago por única vez como capital de defunción.

Adicionalmente, el Sistema Nacional de Pensiones reconoce la pensión de invalidez a aquellos asegurados que por diversas circunstancias han visto reducidas su capacidad para el trabajo.

Para pagar la pensión de invalidez deben cumplirse ciertos requisitos en cuanto a aportaciones realizadas antes de la ocurrencia del siniestro y además ser declarado inválido por una comisión médica.

De acuerdo a su norma constitutiva, las fuentes de financiamiento del Sistema Nacional de Pensiones son:

- Las aportaciones de los empleadores y asegurados;
- El rendimiento de sus inversiones;
- Los intereses de sus capitales y reservas; y
- Las donaciones y el cobro de multas y recargos.

La tasa de aportaciones al Sistema Nacional de Pensiones debía ser ajustada de tal modo que se garantice el equilibrio financiero del Sistema, sin embargo esto no se llegó a aplicar.

En los últimos años en la administración del SNP, el IPSS enfrentó crecientes dificultades para solventar los pagos de pensiones. Una de las razones para esta situación estuvo en el hecho que mientras el número de pensionistas, entre 1986 - 1990 aumentó en un 39%, las aportaciones con respecto al PBI decrecieron substantivamente: en 1986 constituían el 2% del PBI y en 1990 eran sólo el 0.7%.

Al crearse el Sistema Privado de Pensiones, la situación de desequilibrio del Sistema Nacional de Pensiones se agudizó debido a la caída en la recaudación. Esta razón obligó al Estado a asumir el pago de las pensiones otorgadas por este sistema de pensiones, para cuyo efecto debe efectuar anualmente las respectivas provisiones presupuestales. Es en este marco que nace la Oficina de Normalización Previsional (ONP).

Sistema de Pensiones de Trabajadores a Cargo del Estado (Ley 20530)

El régimen de pensiones del sector público fue creado por el Decreto Ley 20530 del 26 de febrero de 1974 con el nombre de Régimen de Pensiones Civiles.

En este sistema de pensiones, que fue creado para los trabajadores que prestaban servicios para el Estado, se determina la jubilación obligatoria de los trabajadores a los 70 años, sin embargo no se determina una edad mínima para la jubilación.

Se introduce el concepto de Pensiones Nivelables, en las cuales el pensionista tiene derecho a que su pensión de jubilación se modifique equivalentemente a todo incremento en la remuneración del trabajador activo.

Para acceder a las pensiones nivelables los trabajadores deben acumular por lo menos 20 años de servicio a cargo del Estado, tiempo en el que se consideraban los años de estudio y otros posibles periodos en instituciones determinadas por las normas del Sistema 20530. En caso de que un trabajador solicitara su cesantía antes de cumplir los 20 años de servicios al Estado, la Ley considera una pensión no nivelable siempre que cuente con más de 15 años de servicio en el caso de los varones y de 12 años y medio para el de las mujeres

El dispositivo legal estipula que si el trabajador acumula un total de 30 años de servicio para el caso de los varones o 25 para las mujeres, la pensión a la que tendrán derecho será calculada en base al 100% de la última remuneración recibida. Bajo algunas condiciones, anteriormente, esta remuneración para la nivelación podía ser la del nivel remunerativo más alto que el trabajador haya alcanzado.

Este sistema reconoce pensiones de invalidez y sobrevivencia con el mismo carácter de nivelables bajo las condiciones que se fijan en las normas respectivas.

Recientemente, se han establecido topes máximos y mínimos en las pensiones correspondientes a este sistema.

La Oficina de Normalización Previsional (ONP)

La creación de la Oficina de Normalización Previsional se efectiviza por el Art. 7 de D.L. 25967 como una dependencia orgánica y funcionalmente subordinada al Ministerio de Economía y Finanzas, a semejanza del Instituto de Normalización Previsional, creado en Chile.

La función principal que se le asigna a este organismo es la de administrar el Sistema Nacional de Pensiones a que se refiere el D.L. 19990.

A la ONP se le dio también la responsabilidad de la emisión de los Bonos de Reconocimiento que se otorgan a los trabajadores que , habiendo realizado aportes al Sistema Nacional de Pensiones, optan por trasladarse a una AFP, cumpliendo ciertos requisitos.

Asimismo, se asigna a la ONP la responsabilidad de la administración de los sistemas pensionarios a cargo del Estado, entre los que se encuentra el establecido por el D.L. 20530 o "cédula viva", y otras cajas pensionarias, algunas de las cuales de manera efectiva aún no son administrados por la ONP.

El Sistema Privado de Pensiones

El Sistema Privado de Pensiones fue creado mediante el D.L. 25897 y reglamentado por el D.S. 206-92-EF y las normas modificatorias respectivas. Esta conformado por:

- La Superintendencia de Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (SAFP), que es un ente autónomo que, en nombre del Estado, determina la normatividad, fiscaliza y controla a las AFP, con el objeto de permitir el funcionamiento adecuado del Sistema.
- Las Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (AFP) ; empresas cuya finalidad es administrar los fondos provenientes de las aportaciones periódicas de los afiliados, de tal manera que sea posible solventar las pensiones de jubilación, invalidez, sobrevivencia y los gastos de sepelio.
- Los Trabajadores afiliados al sistema.

En el Sistema Privado de Pensiones, el afiliado es el único propietario de sus aportes, los que son acumulados en una "cuenta de capitalización individual" que es, más o menos, similar a una libreta de ahorros. De esta cuenta se tomarán los fondos necesarios para el pago de las pensiones a las que tenga

derecho el trabajador en el momento de su jubilación. Obligatoriamente las AFP deben informar a sus afiliados sobre los movimientos y saldos de sus cuentas individuales.

El fondo de pensiones está constituido por las aportaciones de los trabajadores afiliados y los rendimientos que la inversión de dichos fondos generen.

La AFP no es propietaria del fondo de pensiones, sólo lo administra, por lo que toda AFP debe llevar dos contabilidades: la que corresponde a los fondos y la que corresponde a su propio capital y recursos. Es por esta razón que en el hipotético caso de que una AFP quebrara, los fondos de los aportantes no estarían comprometidos, ya que éstos están separados del patrimonio de la AFP; aún más, en esta posible situación, los fondos de los aportantes pasarían a otra AFP.

El rendimiento de los recursos del fondo provendrá de la inversión en activos financieros: acciones, depósitos bancarios, bonos etc. Estas operaciones son fiscalizadas por la SAFP, en tanto las AFP emiten un reporte diario sobre las inversiones hechas.

Las AFP están facultadas a cobrar comisiones como retribución por la administración de los fondos de pensiones. Los montos de estas retribuciones son fijadas por cada AFP considerando los siguientes tipos de comisión: una comisión fija, una comisión porcentual sobre la remuneración asegurable del afiliado y una comisión expresada en porcentaje sobre los saldos administrados en el fondo.

El bono de reconocimiento es un documento al que un trabajador tiene derecho en el momento en que, habiendo realizado aportes al Sistema Nacional de Pensiones con anterioridad al mes de diciembre de 1992, decide trasladarse al Sistema Privado de Pensiones. Para tener derecho a bono de reconocimiento,

deben cumplirse ciertos requisitos sobre las aportaciones realizadas. El valor nominal del bono de reconocimiento está fijado en soles de diciembre de 1992, pero su valor real es constante al estar este monto indexado por las variaciones al índice de precios al consumidor.

Las prestaciones que otorga el Sistema Privado de Pensiones son: jubilación, invalidez, sobrevivencia y gastos de sepelio.

Pensión de Jubilación:

Tienen derecho a percibir una pensión de jubilación los trabajadores afiliados al cumplir la edad de 65 años. Esta pensión se calcula sobre la base del monto acumulado en la cuenta de capitalización individual del afiliado más el valor producto de la redención del bono de reconocimiento.

Es posible para un afiliado jubilarse antes de cumplir los 65 años, siempre que obtenga una pensión no menor que el 50% del promedio de las remuneraciones mensuales percibidas y declaradas durante los últimos 5 años anteriores a la fecha de jubilación adelantada.

Existen cuatro tipos de pensión, que pueden elegirse dentro del SPP

El Retiro Programado:

Consiste en que el trabajador, manteniendo la propiedad sobre los fondos de su cuenta individual de capitalización, realiza retiros periódicos cuyos montos son fijados anualmente en base al saldo acumulado de su cuenta individual. Esta anualidad es fijada de tal modo que el valor esperado del capital requerido para el pago de las pensiones de jubilación que cobre esta persona y las pensiones de sobrevivencia que cobren sus beneficiarios a partir del momento en que el pensionista fallezca, sea igual al monto acumulado de la cuenta individual del afiliado.

La Renta Vitalicia Personal:

En esta modalidad el trabajador contrata con una AFP, una pensión mensual reajutable según las variaciones al índice de precios al consumidor, hasta su fallecimiento. La AFP financia el pago de estas pensiones mediante la constitución de un fondo especial, formando una especie de auto-seguro. La forma del cálculo del monto de la pensión que la AFP otorgará aún no ha sido reglamentada, por lo cual este tipo de pensiones no se están otorgando todavía.

La Renta Vitalicia Familiar:

Consiste en que el afiliado contrata, directamente con las empresas de seguros de su elección, el otorgamiento de una renta mensual hasta su deceso y el posterior pago de pensiones de sobrevivencia en favor de sus beneficiarios. La Compañía de Seguros realiza el cálculo de esta pensión en base al valor esperado del capital requerido para pagar las pensiones, de las comisiones que cobre por concepto de la función operativa del pago y el lucro.

La Renta Temporal con Renta Vitalicia Diferida

Esta modalidad de pensión es una mezcla entre un retiro programado y una renta vitalicia familiar. El trabajador realiza retiros de su cuenta de capitalización individual por un período determinado, luego del cual el saldo de la cuenta de capitalización individual sirve para financiar una pensión vitalicia que se contrata con una compañía de seguros según su elección.

El Seguro de Invalidez, Sobrevivencia y Gastos de Sepelio

Este seguro es contratado por cada AFP para el total de sus afiliados y cubre a los trabajadores aportantes en caso de invalidez o fallecimiento. En el caso de invalidez total o parcial, el seguro aporta a la AFP del trabajador la diferencia

entre el saldo de la cuenta de capitalización del afiliado y el monto de dinero necesario para sufragar una pensión vitalicia al aportante y una pensión de sobrevivencia a sus beneficiarios. En caso de fallecimiento, el seguro paga un monto por única vez como gasto de sepelio a los deudos y realiza el aporte adicional a la cuenta de capitalización del afiliado para cubrir una pensión de sobrevivencia a sus beneficiarios, en el caso de que tuvieran derecho.

III. Las Matemáticas Actuariales

Los actuarios son profesionales que aplican sus conocimientos a la solución de problemas financieros de la vida real que involucran incertidumbre futura. Las matemáticas actuariales son parte de estos conocimientos y abarcan principalmente matemáticas básicas, probabilidades, estadística y teoría del riesgo.

El rango de problemas que cae dentro del campo de acción de los actuarios incluye aquellos que tienen que ver con los seguros de vida, los seguros de propiedad, algunos otros tipos de seguros, anualidades, pensiones, otros planes de beneficios, valoración de pérdidas de lucro futuras y otros.

En el presente informe, centraremos nuestra atención en aquella parte de las matemáticas actuariales que son usadas para los cálculos relacionados a los sistemas de pensiones. De esta manera se irán desarrollando cada uno de los conceptos matemáticos que serán luego utilizados como marco teórico de las aplicaciones.

Dentro de los sistemas de pensiones el principal problema que se plantea es el cálculo de la valorización en dinero de hoy de todos los pagos que habrá que hacer a una persona y sus beneficiarios, hasta que las condiciones para la finalización de sus beneficios se presenten. Estas condiciones podrían involucrar el fallecimiento de la persona o el cumplimiento de la mayoría de edad para el caso de los hijos.

Ya que el fondo a calcular deberá estar valorizado en soles de hoy, los pagos que se realizarán en el futuro también deben ser llevados a montos de hoy, es decir, que será necesario calcular el Valor Actual de dichos pagos. De las fórmulas de interés compuesto, asumiendo una tasa de descuento i , se tiene:

$VA = P/(1+i)^n$ donde:

VA : valor actual del pago futuro.

P : pago que se realizará dentro de n años.

i : tasa de interés real del dinero.

Para facilidad se define v como:

$$v = 1 / (1 + i)$$

donde reemplazando en la formula correspondiente tenemos:

$$VA = Pv^n$$

Como se puede observar, el capital requerido actualizado para realizar un pago futuro P es menor que P , lo que nos lleva a pensar que este capital será invertido de manera que genere un rendimiento de i sobre dicha inversión. La interpretación que se le da a la tasa de interés i es la de una tasa de interés real, estando los valores de VA y P medidos en términos reales, lo cual nos exige de conocer o estimar el valor de la inflación en este período.

Como el momento en que se presentará alguna de las condiciones de finalización de las pensiones es una variable aleatoria, los montos de los fondos que se calculen deberán ser valores esperados.

La variable aleatoria más importante que se debe tomar en cuenta es la fecha de fallecimiento de un pensionista. Esta variable es estudiada en poblaciones determinadas por sexo, condiciones de vida, ocupación, etc. durante períodos largos, siendo finalmente los resultados de este estudio reflejados en tablas de vida.

En estos estudios se plantean modelos sobre el comportamiento de las poblaciones en lo que a mortalidad se refiere. Uno de ellos es el conocido como modelo de Makeham que se expresa por:

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

Donde:

q_x : probabilidad de que una persona de x años muera dentro de 1 año.

c, g, s : parámetros poblacionales

Las tablas de vida autorizadas para el Perú son las que se construyen a partir de la ecuación anterior, en base a los parámetros poblacionales de Chile. Estos parámetros están diferenciados por rango de edad, existiendo tablas de vida para personas inválidas, sobrevivientes y trabajadores con rentas vitalicias; diferenciadas para varones y para mujeres.

se define p_x como la probabilidad de que una persona de x años permanezca viva después de 1 año.

$$p_x = 1 - q_x \quad (2)$$

y para facilitar los cálculos se define la función de sobrevivencia l_x mediante:

$$l_1 = 1000000$$

$$l_{x+1} = p_x \cdot l_x \quad (3)$$

donde l es la primera de las entradas para la tabla de vida

Esta función puede ser interpretada de la siguiente manera: de una población de un millón de personas que están vivas a la edad I , l_x representa el valor esperado del número de personas que permanecerán vivas a la edad x , para $x > I$

Definimos ${}_t p_x$ como la probabilidad de que una persona de edad x se mantenga viva t años más.

A partir de las definiciones anteriores es fácil determinar que

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \quad (4)$$

Por lo tanto si asumimos que los pagos de pensiones se realizan una vez por año mientras el pensionista esta vivo, el valor esperado del monto actualizado de los pagos que se realizarán está dado por:

$$F = A + A \cdot v \cdot {}_1 p_x + A \cdot v^2 \cdot {}_2 p_x + A \cdot v^3 \cdot {}_3 p_x + \dots \quad (5)$$

donde A es el monto anual de la pensión.

Reemplazando (4) en (5) obtenemos:

$$F = A \sum_{i=0}^{\infty} v^i \cdot \frac{l_{x+i}}{l_x} \quad (6)$$

Aquí podemos definir los conmutadores D_x y N_x como:

$$D_x = l_x v^x$$

y

$$N_x = \sum_{i=0} D_{x+i}$$

y reemplazando en la ecuación (6) tenemos

$$F = A \cdot \frac{N_x}{D_x}$$

Esta es la expresión matemática para el cálculo del capital requerido en el modelo simplificado en el que se pagan pensiones solamente al titular y éstas son anuales.

Si quisiéramos averiguar el capital requerido para el caso de pensiones pagadas mensualmente, debemos asumir alguna distribución para la tabla de vida entre los valores anuales, lo que nos daría una tabla de vida mensual. La más usada de estas hipótesis es la de asumir la linealidad de los valores de q_x para aquellos x que estuviesen entre dos valores enteros.

En base a esta hipótesis se llega a:

$$F = A \cdot \left(\frac{N_x}{D_x} - \frac{11}{24} \right)$$

donde F es el capital requerido para el caso de pensiones mensuales

Para calcular el capital requerido de pensiones de sobrevivencia se debe definir los siguientes conmutadores:

$$l_{xy} = K l_x l_y$$

donde $K = 10^8$

Además:

$$D_{xy} = v^{(x+y)/2} l_{xy}$$

y

$$N_{xy} = \sum_{i=0}^{\infty} D_{x+i, y+i}$$

De donde se obtiene la fórmula del capital requerido para el pago de pensiones de un sobreviviente con derecho a pensión vitalicia desde el momento en que el titular fallece.

$$F = A \cdot \left(\frac{N_x}{D_x} - \frac{N_{xy}}{D_{xy}} \right)$$

Otra fórmula de gran utilidad es la del capital requerido para el pago de pensiones de un sobreviviente con derecho a una pensión desde el momento en que fallece el titular hasta el momento en que cumpla la edad de z años:

$$F = A \cdot \left\{ \left[\frac{N_h - N_z - \frac{11}{24}(D_h - D_z)}{D_h} \right] - \left[\frac{N_{xh} - N_{x+z-h, z} - \frac{11}{24}(D_{xh} - D_{x+z-h, z})}{D_{xh}} \right] \right\}$$

IV. Herramientas de software para cálculos actuariales

El software para cálculos actuariales se basa en un conjunto de rutinas matemáticas que implementan las principales funciones usadas en las fórmulas de los sistemas de pensiones. Estas rutinas de software se pueden agrupar en librerías que son fácilmente invocadas desde un programa final.

La primera de estas funciones que debe ser implementada es la tabla de vida. Para ello debe tenerse en cuenta que los valores de la función de sobrevivencia l_x son demasiado pequeños para los valores de x mayores a 110. Por esta razón se considera este valor como el límite de la tabla, asumiendo los valores de l_x para $x > 110$, iguales a cero. Esto simplifica las operaciones con sumatorias, ya que éstas también se evaluarán hasta $x=110$.

La precisión con la que se trabajan los cálculos constituye una decisión importante, ya que debido a la gran cantidad de operaciones matemáticas que se realizan sobre las mismas variables, la precisión con la que se trabaja puede llevar a resultados diferentes. En el caso de las aplicaciones desarrolladas se optó por utilizar la más alta precisión con la que se podía trabajar en el lenguaje de programación, que eran valores reales de doble precisión.

En las aplicaciones desarrolladas se usó el lenguaje de programación BASIC para la confección de las rutinas, siendo el ambiente de desarrollo el VISUAL BASIC, que permitió crear las diferentes interfaces de uso de las rutinas. Este lenguaje de programación visual fue de bastante ayuda ya que permitió desarrollar rápidamente las interfaces de los sistemas con poco esfuerzo. Contrariamente, en los casos donde se requieren el procesamiento en masa de cálculos en base a información previamente grabada en archivos y por el hecho de manejar una interface visual obligatoria, los cálculos son más lentos que en el caso de usar Pascal o C por ejemplo.

Dentro de las rutinas que implementan las funciones matemáticas, se tiene que las fórmulas son ejecutadas en un orden jerárquico: las fórmulas más elaboradas llaman un número finito de veces a otras fórmulas más simples, las cuales a su vez llaman también un cierto número de veces a fórmulas más simples aún. Esta jerarquía de fórmulas podía llegar a tener hasta cuatro o cinco niveles, siendo el número de llamadas entre un nivel y otro en algunos casos mayor a 100. Esto produce que los cálculos computacionales sean tantos que el tiempo de procesamiento de los mismos dificulta que sea aplicable para fines prácticos.

Ante este inconveniente se optó por disminuir el número de niveles de la jerarquía mediante el cálculo previo de todas las posibilidades que pueden presentarse a un cierto nivel; una vez realizado este cálculo por única vez, se procede a guardar la información en disco, para ser recuperada a posteriori, llevada a memoria y usada a partir de allí en las fórmulas de nivel superior.

Dada la complejidad de los cálculos y la variedad de los casos que se presentan, no es fácil realizar las validaciones a los cálculos realizados; en caso de producirse errores, éstos no pueden ser detectados ya que no existe manera de realizar los mismos cálculos en forma manual y no existían otros sistemas que nos generen la información correcta.

Todas estas fórmulas son empaquetadas en lo que pasa a ser una biblioteca de funciones para cálculos actuariales. Esta biblioteca de funciones se utilizó con ligeras variaciones en cada una de las aplicaciones desarrolladas, construyendo para cada una de éstas la parte del sistema que servía para el uso específico de las rutinas, de acuerdo a los objetivos del sistema.

V. Proyección y cálculo de una pensión

Planteamiento del Problema

En el proceso de difusión y promoción del Sistema Privado de Pensiones, una herramienta que las AFP utilizan es la comparación de los niveles de pensión proyectados que una persona obtendría en el Sistema Privado de Pensiones contra los que la misma persona podría obtener en el Sistema Nacional.

Para la proyección de la pensión de un aportante o posible aportante, se parte de algunos supuestos que, dada la naturaleza promocional de esta herramienta, están regulados por la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones (SAFP). Entre estos supuestos se tienen:

- Se asume que los aportes futuros de esta persona se realizan en base a la remuneración actual, lo que para efectos prácticos significa que se considera que la remuneración real (i.e. la remuneración de una persona en soles reales) se mantiene constante. También se asume como un parámetro constante el número de sueldos que la persona recibe al año.
- Se considera una tasa de interés i para la rentabilidad de las inversiones que las AFP realicen sobre los fondos administrados. Esta es una tasa de interés real de los fondos en el tiempo.
- Se considera que el grupo familiar de esta persona no cambiará en su composición hasta el momento de la jubilación. Esta suposición constituye la única forma válida de realizar los cálculos; sin embargo,

dado el largo plazo de la proyección, es poco probable que la composición familiar no cambie.

- El tipo de jubilación en base al cual se calcula el monto de la pensión es el del Retiro Programado. En el caso de utilizar la renta vitalicia familiar, hubiese sido necesario conocer (o estimar) el monto de las comisiones que cobrarán las Compañías de Seguro. Este es un monto que surge de la libre competencia de la oferta y la demanda.
- De manera opcional, se puede considerar un bono de reconocimiento en el cálculo de la pensión.

El objetivo del sistema es determinar la pensión que recibirá esta persona según las normas que regulan el Sistema Privado de Pensiones.

Formulación de la Solución

El sistema para resolver este problema fue dividido en dos: el problema financiero, que consistía en la determinación del monto en la cuenta de capitalización individual en el momento de la jubilación, y el segundo problema que era el actuarial, para determinar el monto de la pensión tomando el fondo calculado en la primera parte y el grupo familiar.

Dentro de la primera parte del problema se usaron las fórmulas de interés compuesto para determinar la rentabilidad real de los aportes. Se utilizó la norma legal sobre el bono de reconocimiento para determinar su valor nominal y la variación del índice de precios al consumidor para actualizar su valor al valor real a la fecha de cálculo.

En la segunda parte, que es el cálculo de la pensión proyectada, desde el punto de vista actuarial, podemos plantear el problema de la siguiente manera:

El monto de la pensión debe ser tal que el valor esperado de los fondos requeridos para el pago de los beneficios pensionarios hasta que se extingan los derechos, actualizados a la fecha de cálculo, debe ser igual al fondo acumulado por esta persona en su Cuenta de Capitalización Individual.

Para resolver este problema fueron usadas las fórmulas desarrolladas en el capítulo anterior. Para cada uno de los beneficiarios de pensión se calcula el Capital Requerido Unitario (CRU), que es el fondo necesario para pagar una pensión de un sol al pensionista hasta su fallecimiento. El CRU familiar es la suma de los CRU para cada persona con derecho a recibir una pensión. Finalmente, para calcular la pensión que recibiría la persona el primer año, se divide el monto acumulado de la cuenta de capitalización entre dicho Capital Requerido Unitario Familiar, lo que constituye un cálculo de una regla de tres simple.

Desarrollo del Software

El desarrollo de este sistema se plantea ante la necesidad de reemplazar un paquete de software que había sido adquirido de Chile, desarrollado para una AFP chilena. El mantenimiento de este anterior sistema era bastante complicado, ya que no se tenía documentación sobre su diseño y programas, combinado con la necesidad de mejorar la interface de usuario en cuanto a presentación y facilidad de uso.

Aquí surge la idea de utilizar el Visual Basic como herramienta de desarrollo, teniendo en cuenta la facilidad que ofrece este lenguaje para crear interfaces de usuario gráficas, intuitivas y presentables, además de permitir de manera sencilla crear un sistema modular en cuanto a programas y rutinas.

La decisión final del desarrollo de este sistema, se vio favorecida por la supervisión de la Superintendencia de Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (SAFP) sobre este tipo de herramientas de mercadeo. La SAFP usaba ciertos datos de prueba para evaluar los resultados de estos sistemas, mediante la comparación con cálculos realizados por ellos en un sistema propio. Esta comparación con cierto nivel de tolerancia, determinaba que la AFP pudiese o no ser autorizada al uso de estas herramientas.

Este sistema puede ser catalogado como un sistema de apoyo dentro de las funciones de la AFP, es decir que la realización de las operaciones principales, como la contabilidad, la recaudación e inclusive las ventas no dependía del funcionamiento de este sistema. Probablemente por esta razón en el desarrollo del mismo no se desempeñaron personas del área de sistemas a tiempo completo.

En el desarrollo del Sistema participaron dos personas, una se encargaba del desarrollo de las rutinas matemáticas necesarias y la otra persona construía la interface de usuario.

El análisis del sistema se fundamentó en las normas publicadas para el tema de beneficios y pensiones de las AFP, teniendo como objetivo el determinar la naturaleza y significado de las fórmulas que se presentaban en dichas normas. Era necesario profundizar en este punto más allá del uso directo que se podía dar a las fórmulas, ya que éstas tienen una importancia gravitante en el Sistema Privado de Pensiones.

En la definición del alcance del sistema, además de abordar el objetivo principal del mismo, se incorporaron algunas funciones asociadas al cálculo de la pensión, como el análisis de la posibilidad de una pensión adelantada y análisis de la sensibilidad de la pensión ante distintas tasas de interés (rentabilidad de los fondos).

El usuario directo de este sistema debía ser el personal de ventas o las informadoras de la AFP, quienes interactuaban directamente con los afiliados o posibles afiliados como es mostrado en la Fig. 1. Para el caso de las visitas a las empresas dentro de las labores de promoción de ventas, se usaba una computadora portátil con el sistema instalado, el cual servía para mostrar las ventajas de la afiliación.

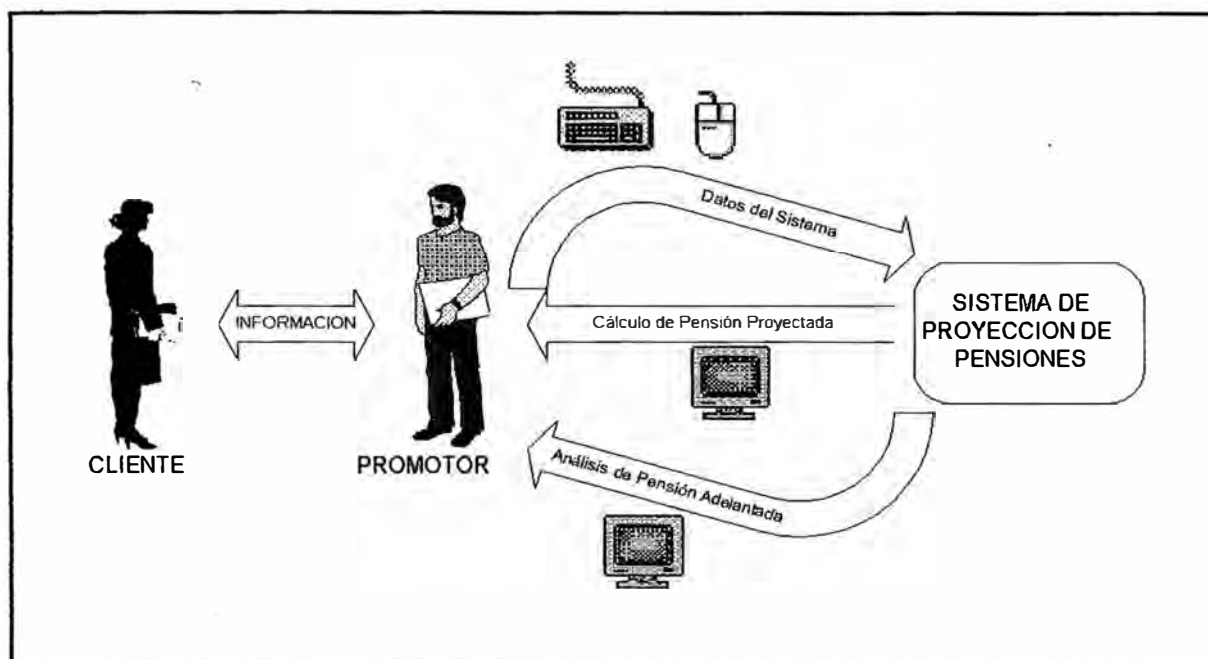


Figura N° 1

Parte de la labor que debía realizar el promotor era explicar a la persona que estaba siendo informada sobre la naturaleza de los cálculos que realizaba el sistema en la determinación de la pensión, la interpretación de los valores de datos como las tasas de rentabilidad de los fondos, los valores de pensión calculados, las implicancias del grupo familiar en la pensión, etc.

La interface de este sistema permite el ingreso de toda la información necesaria para realizar los cálculos de las pensiones proyectadas. No era necesario trabajar con una base de datos, ya que los datos eran almacenados en el

momento del cálculo, siendo descartados en el siguiente proceso de proyección de pensión.

La Fig. 2 nos muestra de manera simplificada la estructura del sistema, con las principales funciones que fueron implementadas.

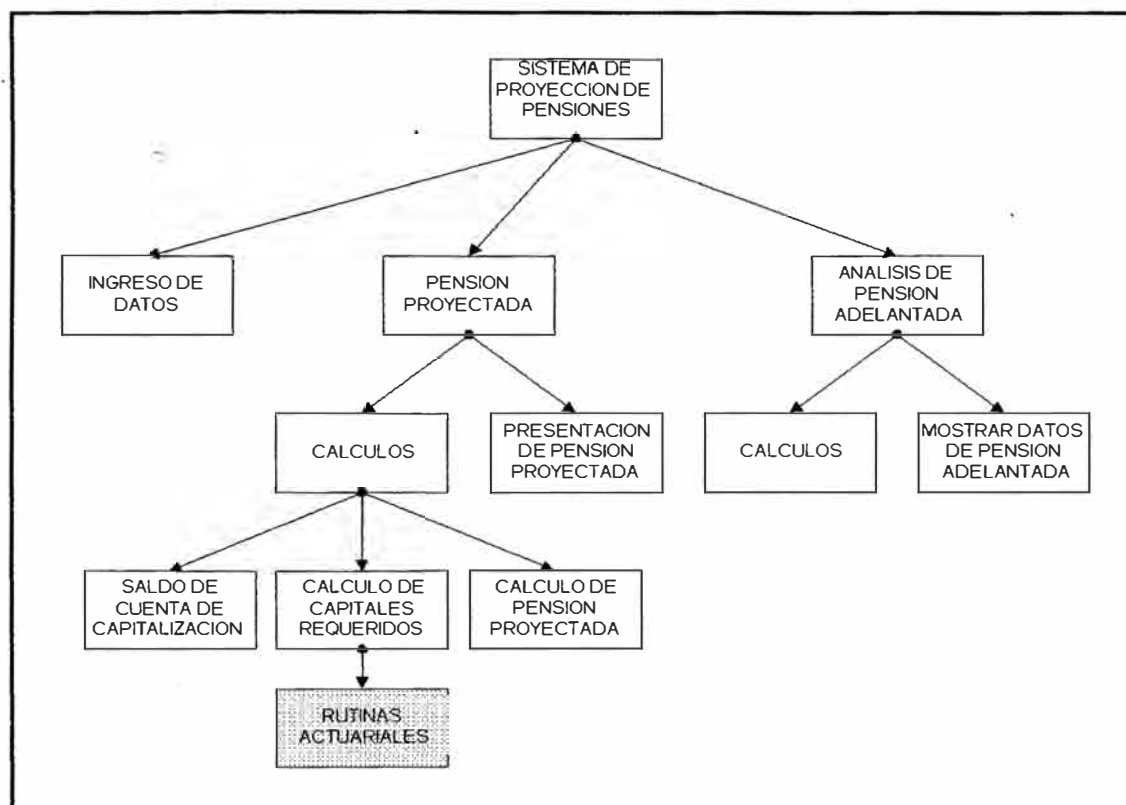


Figura N° 2

En la etapa de implantación resultó difícil hacer entender a los usuarios directos del sistema la lógica que conllevan los cálculos actuariales. Para ellos, el sistema constituía una “caja negra” de la cual se obtienen los montos de pensión.

Otro punto que era mal entendido o mal utilizado era la tasa de interés que se usaba para el cálculo. Esta tasa estaba medida en términos reales, lo cual implicaba que no se podían tomar las tasas comerciales nominales del mercado financiero, sin antes realizar un proceso de ajuste.

Por la interface de usuario gráfico que se utilizó en el desarrollo del sistema, consistente con las aplicaciones populares para MS Windows, la etapa de aprendizaje de uso del sistema fue bastante sencilla. El sistema fue implantado y utilizado por el personal de ventas o promoción con mucha facilidad.

VI. Cálculo de reservas por seguro de invalidez y sobrevivencia

Planteamiento del Problema

El seguro de invalidez, sobrevivencia y gastos de sepelio que los afiliados a las AFP están obligados a tomar, es prestado por Compañías de Seguros que son contratadas por cada AFP para el total de sus afiliados.

El pago que reciben las compañías de seguros por cada persona que aporta a la AFP es calculado como un porcentaje de la remuneración asegurable del afiliado. Este porcentaje es fijado en el contrato que suscriben la AFP y la compañía de seguros.

Para las compañías de seguros la reserva matemática es el valor presente de las obligaciones futuras producidas por siniestros ocurridos y que estén cubiertos por el seguro. Las compañías de seguros están obligadas a calcular el valor de la reserva matemática por los siniestros ocurridos en forma mensual. El dinero con el que las compañías de seguros cubren la reserva matemática así como los pagos mensuales de beneficios a los asegurados por los siniestros constituye el costo en que dicha compañía incurre por este seguro.

Al ser el costo de la compañía de seguros el principal factor que determina el porcentaje a cobrar por prima del seguro, se llega a la conclusión que el monto de la reserva debe ser calculada en forma exacta, a fin de determinar el porcentaje de la remuneración que se cobre como prima.

Desde el momento en que esta reserva constituye un fondo intangible cuya administración por parte de la compañía de seguros está regulada por la

Superintendencia de Banca y Seguros (SBS), esta institución ha elaborado una norma para su cálculo. Este monto de reserva de la compañía de seguros, a diferencia de los fondos administrados por las AFP, sí podría pasar a formar parte de los activos de la compañía mediante un ajuste de la reserva, en el momento en que se presente un evento que modifique el modo de cálculo (por ejemplo: la aprobación del pago de la pensión o el fallecimiento de algún beneficiario).

Por ejemplo, supongamos que el hecho de usar la tabla chilena de mortalidad produce que la reserva matemática se sobrestime ya que la población para la que se construyó tiene una esperanza de vida más alta que la población peruana. En el momento de ocurrir el siniestro el costo aparente del mismo será alto, sin embargo, cuando las obligaciones de la compañía de seguro desaparezcan por los fallecimientos, las reservas para estos siniestros pasarán a ser cero, y los fondos que eran considerados como costo para la compañía pasarán a ser utilidad.

Por la razón señalada, a las AFP les interesa conocer cuál es el monto “real” de las reservas de la compañía de seguros para en base a esto negociar la mejor prima posible conociendo los costos de la compañía. Este fue el objetivo del sistema que se desarrolló.

Por lo mismo, se tuvo en cuenta la norma de la SBS en la manera de realizar los cálculos de la reserva matemática, pero además se incidió en la corrección de algunas deficiencias presentadas en un inicio, por ejemplo, la carencia de información estadística confiable sobre la población de asegurados.

Formulación de la Solución

Las reservas de la compañía de seguros son clasificadas en varios rubros:

- Reservas por siniestros ocurridos y no reportados.
- Reservas por siniestros en trámite de aprobación.
- Reservas por siniestros aprobados.

Para el primer rubro, la Compañía de Seguros utiliza estadísticas sobre el tiempo promedio de demora entre la ocurrencia de un siniestro que da derecho al seguro y la fecha de información a la compañía, así como los índices de siniestralidad, que miden la tasa de ocurrencias en una población dada. De esta manera, asumiendo que los siniestros son informados con un retraso dado, es factible estimar en base al número de siniestros informados, el número de siniestros que quedan por informarse. El costo de cada uno de estos siniestros es estimado en base al promedio de los costos de los siniestros aprobados.

El cálculo de la reserva por los siniestros en trámite de aprobación se realiza en base a un costo estimado por siniestro, mientras no se conozcan los datos necesarios para realizar un cálculo de la liquidación del mismo. En el momento en que se hace factible el cálculo de dicha liquidación, ésta es tomada en forma preliminar para la determinación de la reserva.

En ambos casos se considera un factor que mide el porcentaje promedio de solicitudes en trámite que son aprobadas. A medida que el trámite va avanzando este porcentaje cambia.

Para los siniestros ya aprobados, el cálculo de la reserva se realiza con los datos reales, para lo cual se usan las fórmulas de actualización de pagos futuros para las personas cubiertas por este seguro. Es aquí donde intervienen las rutinas de cálculos actuariales.

Desarrollo del Software

El desarrollo del sistema se plantea en un momento en el que la AFP realizaba negociaciones con la compañía de seguros para la determinación de la prima a cobrar a los afiliados. El destinatario final de la información generada por el sistema era la alta gerencia de la AFP; sin embargo, ésta debía pasar por una etapa de elaboración final y análisis, la cual se definió la realizaria el usuario del área de beneficios de la AFP.

Esta aplicación funciona en base a la información del Sistema de Beneficios y Pensiones de la AFP, desarrollado en un computador AS/400, para obtener los datos de los beneficiarios con derecho a pensiones de invalidez y sobrevivencia. Por otro lado, los cálculos del sistema de reservas se desarrollaron usando las mismas herramientas que para el sistema de proyección de pensiones, (VISUAL BASIC, MS-ACCESS, MS-WINDOWS en ambiente MS-DOS) aprovechando de esta manera algunas rutinas de cálculos actuariales que eran iguales o muy similares. Esta decisión consideró el hecho que el desarrollo de estas rutinas en el ambiente AS/400 hubiese sido bastante dificultoso ya que no se contaba con un lenguaje de programación apropiado.

Este hecho añadió algún nivel de complejidad al sistema, ya que era necesario desarrollar procesos que sirviesen de interface entre un ambiente y el otro. Aquí se utilizó una herramienta que permitía transferencias de archivos. Esto implicaba que debían ejecutarse procesos en el computador AS/400 para preparar la información, luego activar el sistema de transferencia de archivos en el servidor de la base de datos, ejecutar procesos de transferencia de información, procesos de cálculo y, finalmente, las consultas o los reportes que fuesen necesarios.

Una decisión de diseño que afectó de manera trascendente el desarrollo del sistema fue la de construirlo para que el usuario ejecute la carga de información, todos los pasos del cálculo y la generación e impresión de información de salida; todo esto desde una interface amigable. Esta decisión tuvo dos consecuencias importantes: por un lado el desarrollo del sistema se complicó

por la construcción de esta interface y, por otro lado, al dejar al usuario final la responsabilidad de realizar todas las etapas, se hacía necesario que este usuario conociera aspectos del sistema que iban más allá de las funciones que eran parte de su trabajo. La Fig. N° 3 muestra la concepción que se le dio al uso del sistema.

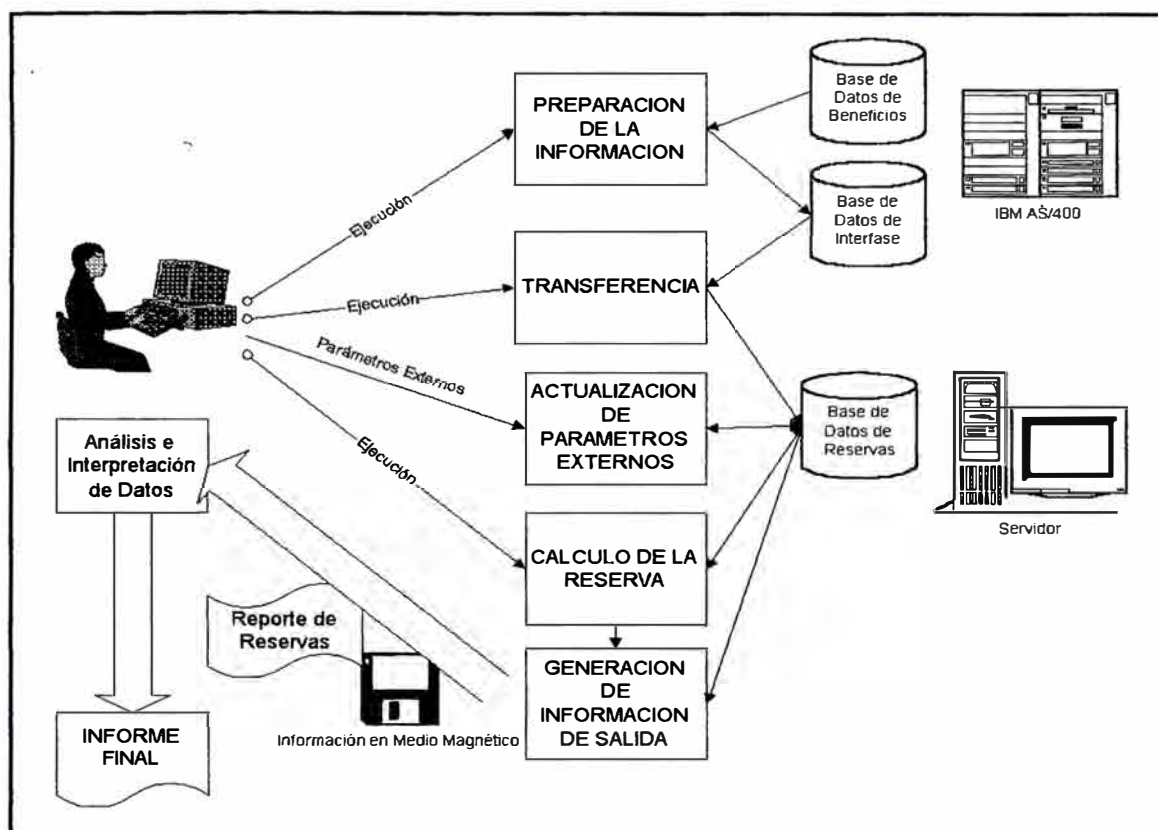


Figura N° 3

En el desarrollo de este sistema participó en un inicio solamente el autor del presente informe. Posteriormente se integró a otra persona ante la coyuntura de tener que transferir el desarrollo del sistema a esta otra persona.

El análisis para el desarrollo de este sistema fue realizado tomando como base el documento que la Superintendencia de Banca y Seguros publicó sobre los procedimientos de cálculo de reserva para las compañías de seguros que

trabajen con las AFP o que otorguen seguros de rentas vitalicias. Adicionalmente se contó con algunos informes sobre reservas que había confeccionado la compañía de seguros con la que la AFP trabajaba.

Dado que las rutinas de cálculo actuarial ya estaban desarrolladas, la mayor parte del esfuerzo en el desarrollo de este sistema estuvo en la identificación de las diferentes categorías de reservas en las que podía estar un siniestro, y para cada una de ellas implementar sus respectivas rutinas de cálculo o estimación de costo futuro. La Fig. N° 4 muestra la estructura del sistema y el uso que se le dio en ésta a las rutinas de cálculo actuarial.

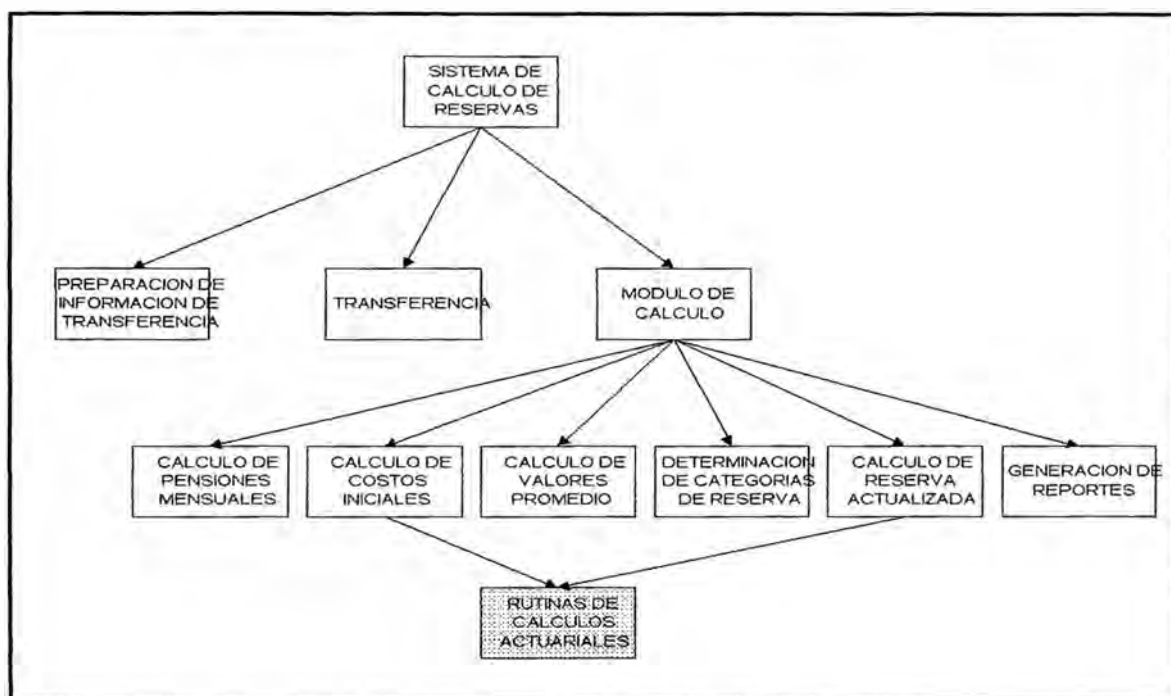


Figura N° 4

En el momento en que se realizó el desarrollo del sistema, el universo de los siniestros ocurridos no era muy alto, por lo que las pruebas que se realizaron al sistema se vieron dificultadas por la ausencia de datos de prueba y valores de comparación comprobados.

Antes de la implementación del sistema, al recibir una propuesta laboral de otra empresa, me veo en la necesidad de transferir el encargo del sistema a otra persona. En esta etapa se notó la necesidad de una documentación del sistema más explícita de la que sería necesaria para otro tipo de aplicaciones.

Posteriormente, la implementación final del sistema se retrasó por dar prioridad a otros sistemas, decisión motivada en parte por que la coyuntura de la negociación de primas con la compañía de seguros había pasado.

VII. Transferencia de fondos por cajas pensionarias

Planteamiento del Problema

La ONP en su función de administración de cajas pensionarias recibe del Estado la transferencia de fondos correspondiente a los pagos por concepto de pensiones en forma periódica. Estos fondos no cubren el monto total de las obligaciones futuras por lo que constituye un gasto corriente el cual debe ser calculado dentro del presupuesto de la nación. Para el cálculo de estas transferencias debía evaluarse el valor presente de los pagos futuros por concepto de pensiones. Este fue el objetivo del sistema que se desarrolló.

Dentro de las cajas de pensiones que debían ser administradas por la ONP existían dos tipos: las cajas de pensiones cerradas, donde la totalidad de integrantes tenían el status de pensionistas, y las cajas de pensiones abiertas donde coexistían trabajadores activos con pensionistas.

Un ejemplo de las cajas de pensiones cerradas que pasaron a administrarse por la ONP es la de la Empresa de la Sal (EMSAL) que fue privatizada y cuyos trabajadores estaban comprendidos en el régimen de pensiones a cargo del Estado creado por la ley 20530. En este caso, la ONP pasó a asumir el pago a los pensionistas de la empresa, mientras que los trabajadores que pasaron a laborar en la empresa privatizada debían incorporarse al Sistema Nacional de Pensiones.

El principal ejemplo de las cajas de pensiones abiertas es el Sistema Nacional de Pensiones creado por la Ley 19990. En este sistema se tenían trabajadores activos que seguían realizando aportes, además de un conjunto de pensionistas que recibían pagos mensuales. Adicionalmente se tiene la posibilidad de recibir nuevos aportantes en el sistema.

Al tener cada caja de pensiones diferente normatividad, las consideraciones que deben tomarse en cuenta son diferentes para cada caso. Así, por un lado se tenían cajas de pensiones que sólo reconocían el derecho de los aportantes, en cambio otras fijaban pensiones de sobrevivencia para sus dependientes. Los requisitos para determinar la condición de dependencia también variaban de una caja a otra, llegando en algunos casos a extremos que eran difíciles de manejar en los cálculos, como por ejemplo el pago de una pensión de sobrevivencia a las hijas mayores de 18 años siempre que fuesen solteras y que hayan dependido económicamente del aportante fallecido.

Formulación de la Solución

Para el cálculo de los montos a ser transferidos, las fórmulas usadas son las ya descritas de actualización de pagos futuros por concepto de pensiones. La particularidad es que estas transferencias deben ser calculadas por períodos, para lo cual se realiza los cálculos a un momento dado y al año siguiente, luego por diferencia se encuentra el monto de la transferencia correspondiente al período.

$$F = A, [CRU_x + (CRU_{b_1} \cdot R_{b_1}) + (CRU_{b_2} \cdot R_{b_2}) + (CRU_{b_3} \cdot R_{b_3}) + \dots]$$

Donde:

x : pensionista

b_j : beneficiario j

R_{b_j} : Porcentaje de la pensión del causante que le corresponde al beneficiario j como pensión de sobrevivencia

CRU_j : capital requerido unitario para el pago de las pensiones a j

En esta fórmula se puede observar que, como en los casos anteriores, se ha supuesto que los montos de las pensiones corresponden a montos constantes en términos reales. Esta suposición no corresponde a la realidad, ya que los incrementos en estas cajas pensionarias no son automáticamente calculados por las variaciones del Índice de Precios. A pesar de ello, para períodos cortos de baja inflación, se puede considerar que las pensiones son constantes, mientras que en el largo plazo, es deseable que los incrementos que se aprueben tiendan a mantener los valores reales de las pensiones constantes.

Desarrollo del Software

Antes de la realización del software para el cálculo del pasivo pensionario, los estudios de este tipo, tanto en el IPSS como en la ONP, eran encargados a consultores externos, los que presentaban su trabajo en un informe.

Este mismo fue el esquema de trabajo que siguió el Area de Desarrollo de la ONP para los estudios actuariales internos. El usuario final recibía la información mediante informes elaborados por los analistas que también veían el trabajo de desarrollo de software. La Fig. N° 5 muestra esquemáticamente el uso que se le dio al sistema.

La principal restricción con la que se debió trabajar en estos cálculos fue la naturaleza de la información disponible. Las bases de datos eran proporcionadas por otras instituciones, teniendo esta información una estructura diferente a la que se requería para los cálculos actuariales.

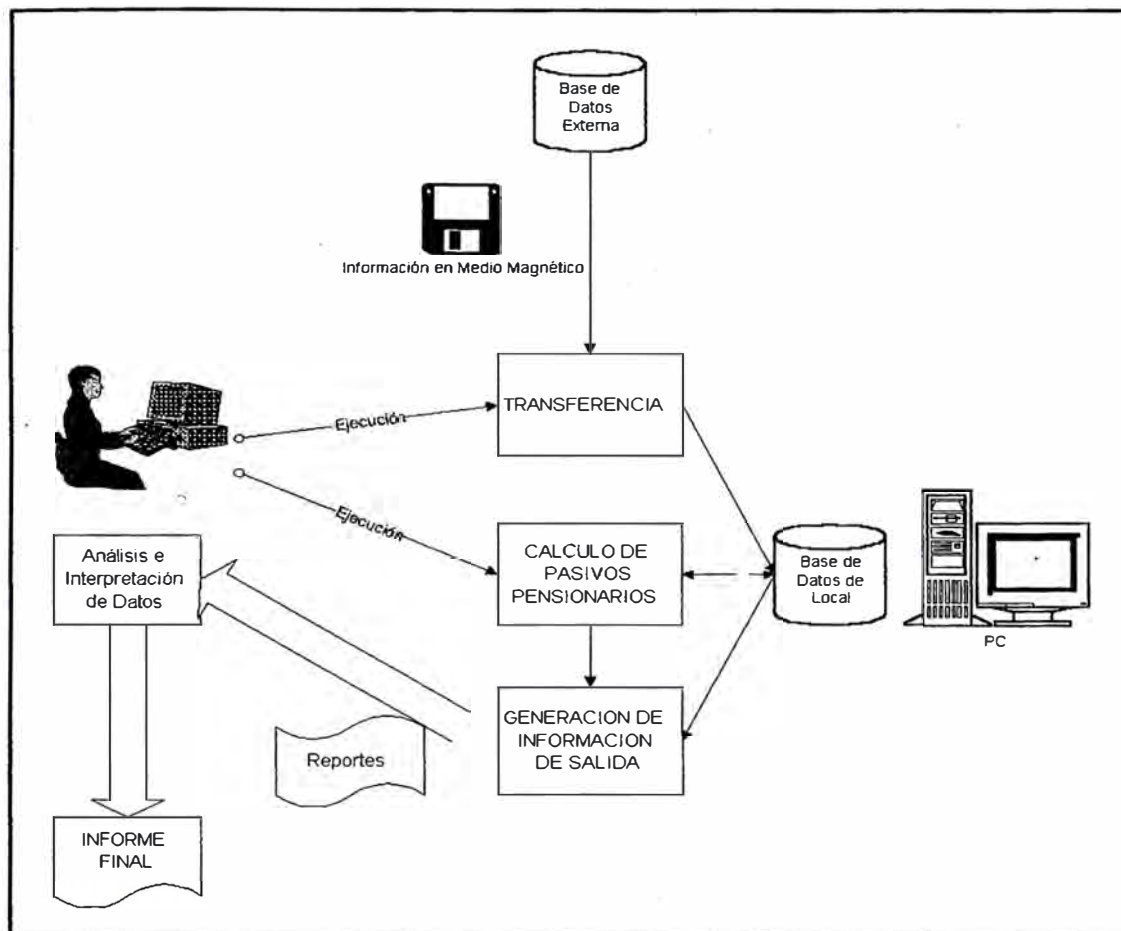


Figura N° 5

Por esta misma razón, para los cálculos debieron realizarse ciertas suposiciones, teniendo para cada caso distintos grados de confianza sobre la información que se asumía. Todo esto originaba que para algunos casos los valores hallados constituyeran simplemente montos referenciales, en lugar que valores esperados.

El desarrollo de rutinas específicas para enfrentar cada una de las particularidades de cada caja pensionaria era una labor que se realizó como parte del proceso.

A diferencia de las dos aplicaciones anteriores, para ésta no se preparó una interface que pueda ser utilizada por un usuario final para realizar los cálculos. Estos debían ser ejecutados por una persona del Area de Desarrollo y la información era presentada a los usuarios de la misma, en reportes e informes

que resumían los cálculos efectuados. En la Fig. N° 6 se muestra la estructura del software que se desarrolló para cada uno de los estudios.

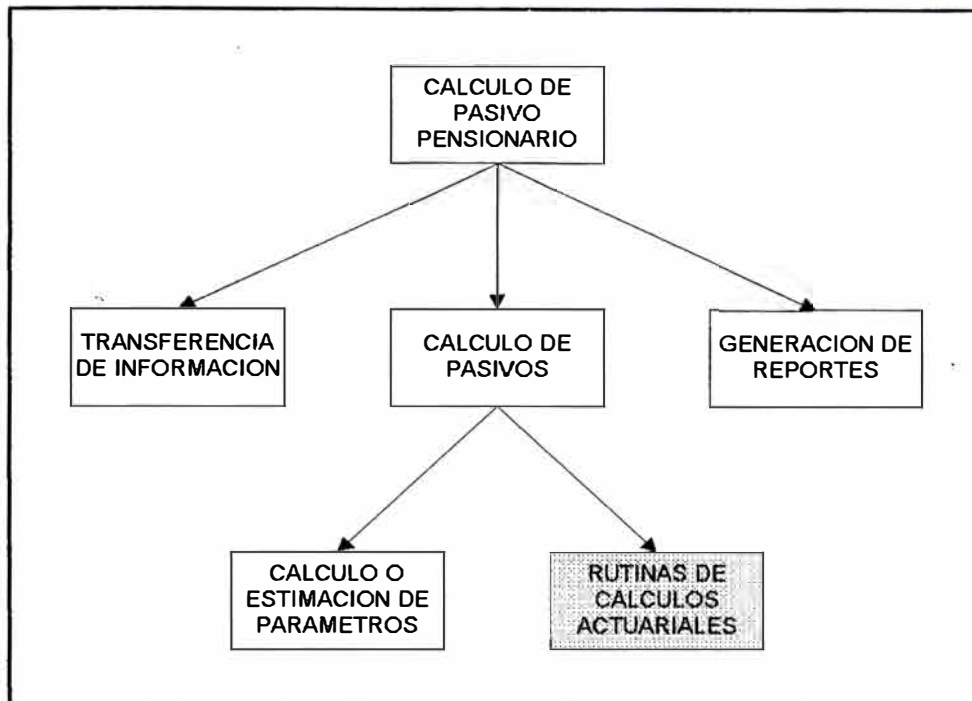


Figura N° 6

Este enfoque fue el escogido debido a la heterogeneidad que existía entre los distintos cálculos que se realizaban para las diferentes cajas, además de la relativamente baja frecuencia con que se requería la información y el tipo de usuario al que estaba dirigido. El proceso de desarrollo de esta aplicación se simplificaba significativamente aunque se creaba en el sistema una dependencia del analista que no era recomendable.

Dado que el usuario final del software era el mismo analista que lo desarrollaba, el grado de formalidad de este proceso era mínimo. Esto se refleja en la documentación sobre el sistema, los manuales del usuario y otros resultados tangibles (“entregables”) que son usuales en otros proyectos de desarrollo. De igual manera, no se puede hablar de una etapa de implementación formal del sistema, sino simplemente de su uso.

VIII. Evaluación de los Proyectos Desarrollados

La Calidad en los Proyectos

La calidad en el desarrollo de software puede ser enfocada desde dos puntos de vista:

- La calidad en el software
- La calidad en el proceso de desarrollo de software

Estos dos aspectos, si bien están relacionados, presentan diferencias conceptuales. Por un lado la calidad del software es inherente a cada proyecto de desarrollo, mientras que la calidad del proceso de desarrollo de software es inherente a una organización dedicada a la construcción de estos productos.

Una organización que posea un proceso de desarrollo de software de alta calidad, desarrollará productos de software de alta calidad. El razonamiento opuesto no es necesariamente cierto, debido a que las razones del éxito de un proyecto de desarrollo de software pueden estar en el equipo que participa en este proyecto o en otros factores coyunturales más que en la existencia de un proceso de desarrollo instituido en la organización.

Los proyectos sobre los que versa el presente informe no destacaron por la calidad de los mismos, tanto en la calidad de los productos desarrollados como en la calidad de los procesos de construcción de los mismos, pudiéndose situar dentro de los promedios de las organizaciones en las que se ejecutaron. Estas organizaciones también se encuentran dentro de los estándares de las

organizaciones en el Perú que tienen una envergadura similar. Es por tanto pertinente en este punto realizar un análisis de lo que ocurre en el promedio de las organizaciones de desarrollo de software en el Perú.

En casi la totalidad de las organizaciones de desarrollo de software en el Perú los proyectos se realizan de una manera "artesanal", donde cada una de las fases de la construcción se llevan a cabo de una manera ad hoc para cada proyecto. La mayoría de estas organizaciones no tiene instituida una metodología que guíe dicho proceso y en aquellas en las que sí se tiene, ésta no es usada por todos ni en todos los casos. En la mayoría de estas organizaciones se pone énfasis en la codificación, mientras que las fases de planeación, análisis y diseño y pruebas del sistema no son realizadas con la rigurosidad debida.

De todas estas carencias, la que resulta más importante es la que se produce en el manejo de los proyectos. No existe una forma válida de pronosticar el tamaño, el esfuerzo y el tiempo asociado a la ejecución de estos proyectos; su ejecución de manera usual excede las estimaciones iniciales de esfuerzo, de costo y de tiempo. A lo anterior se adiciona el hecho que en la mayoría de organizaciones no hay metodologías de seguimiento de avances de proyectos y si las hay, esta información no es recolectada ni usada de una manera válida.

La calidad de los productos de software que se desarrollan depende de factores coyunturales dentro de las organizaciones, como por ejemplo la destreza o la experiencia del personal que participa o la exactitud de un producto a desarrollar. Si bien es cierto que el éxito de los proyectos de desarrollo de software será más difícil de lograr en estas condiciones cuanto más grande y complejo sea el proyecto, también para los proyectos pequeños la incidencia en los costos afecta a las organizaciones involucradas.

Cabe preguntarse entonces ¿Por qué en el Perú se desarrolla software esta de manera?

La respuesta puede ser bastante compleja y podríamos decir a nuestro favor que esta manera de desarrollar no es una exclusividad de nuestro país; sin

embargo, lo que sí es cierto es que ésta no es la mejor manera de desarrollar software.

Desde mi punto de vista, una de las razones principales radica en que la función de desarrollo de software no se ve como una ventaja competitiva de las empresas, la cual deba responder a estándares internacionales, sino por el contrario como un gasto inevitable. Desde esta óptica, la motivación para el cambio necesario puede estar en la competencia con empresas internacionales de mejores estándares de calidad, principalmente en aquellas áreas en las que la participación de la información en el valor agregado de sus productos es más alta.

Factores de Calidad

A continuación se evaluará los proyectos desarrollados, en cuanto a los principales atributos de calidad asociados a todo producto de software. Es importante señalar que la relevancia de cada uno de estos factores en la evaluación de la calidad global del producto varía para cada uno de ellos.

Utilidad.

Este es el factor de calidad del software más importante y lo podemos definir como la capacidad del producto de software de satisfacer las necesidades del usuario. Este requerimiento podría parecer obvio, pero sin embargo no siempre es alcanzado.

En el caso de los proyectos de software que son materia de este informe, tanto en el primero como en el tercero la utilidad de los productos fue muy buena. No se puede decir lo mismo del segundo proyecto, donde existieron dificultades para su implementación final y que estuvieron originados por que el usuario no comprendía la utilidad del producto o no era éste el usuario al que se debía dirigir el producto o porque quizá no era el producto correcto. Se puede concluir

que en este proyecto el usuario final debió haber estado involucrado y haber participado de manera directa en la concepción y en el desarrollo del producto.

Confiabilidad.

La confiabilidad de los productos puede ser definida como la capacidad de un programa para desempeñar una función requerida bajo ciertas condiciones durante un tiempo específico. La importancia de este factor para cada uno de los proyectos estará en función del costo de la falla del producto.

Este aspecto del software esta relacionado con el proceso de pruebas de validación que se realizan sobre los productos.

Para los proyectos que estamos evaluando se puede decir que las pruebas que se realizaron al sistema fueron bastante informales, lo cual es una característica de los procesos de desarrollo de software en casi la totalidad de las organizaciones dedicadas a esta función en el Perú.

Para el caso de las rutinas de cálculos actuariales se tenía la dificultad adicional que no existían valores con los que se pudiesen realizar comparaciones ya que los cálculos manuales eran muy difíciles de realizar.

Es difícil realizar estimaciones sobre la confiabilidad de un producto de software si no se llevan estadísticas confiables durante el proceso de pruebas e implementación del sistema. Sin embargo, para productos que han sido desarrollados bajo los mismos estándares de calidad y con los mismos procesos de prueba, se puede esperar que los errores en dichos productos que no hayan sido detectados, sea mayor cuanto más grande y complejo sea el sistema.

Claridad.

Se refiere a la característica de un producto de software de ser comprendido cabalmente en su concepción tanto interna como externa. Esta cualidad es

importante para efectos de realizar labores de pruebas y mantenimiento del sistema, para plantear posibles mejoras, para poder reutilizar parte de este sistema en la construcción de otro, etc.

En este aspecto, los proyectos que estamos analizando tuvieron una documentación bastante informal, que no era homogénea ni respondía a un estándar preestablecido. Considerando además que las rutinas actuariales no son tan sencillas de ser explicadas ni comprendidas, como lo podría ser una rutina común en otros productos de software, se puede concluir de manera general que la claridad de estos productos fue baja.

Eficiencia.

La eficiencia de un sistema, definido como la cantidad de recursos computacionales que consume para su funcionamiento, es un factor de calidad del software que ha perdido importancia en los últimos años como producto de la aparición de computadoras cada vez más rápidas y más baratas.

De los tres sistemas descritos, el de proyección de pensiones era el que más requería que la velocidad del procesamiento fuese alta. Al ser un sistema interactivo, el uso del sistema implicaba una espera de los datos de salida del sistema por parte del usuario final. Este tiempo de respuesta fue optimizado bastante desde las versiones iniciales, siendo los tiempos finales bastante buenos.

Los otros dos sistemas, por la naturaleza de su uso, no requerían ser veloces, ya que su concepción era la de realizar los trabajos fuera de línea y adicionalmente el uso de éstos se daba en momentos puntuales, pudiendo tolerarse esperas largas.

De lo anterior podemos concluir que los sistemas desarrollados cumplían el criterio de eficiencia dentro de los rangos permisibles para el uso específico que se le dio a cada uno de los productos.

Análisis Costo Beneficio.

El análisis de costo beneficio de los proyectos debería ser parte de los estudios de prefactibilidad del sistema. Sin embargo, en muchas organizaciones de desarrollo de software, como en las que se llevaron a cabo los proyectos del presente informe, no es factible realizar este análisis con toda rigurosidad, ya que no existe una forma válida de pronosticar el tamaño, el esfuerzo y el tiempo asociado a la ejecución de los proyectos. Es por esta razón que muchos sistemas terminan costando más de lo que podrían beneficiar a las empresas en las que se construyen.

Sin embargo, siempre es factible realizar un análisis costo beneficio ex post del proyecto.

Es posible evaluar los beneficios reales o posibles asociados a un producto de software. Cuando se comparan éstos con los costos reales del proyecto se podrá determinar la conveniencia o no del mismo, bajo las condiciones que se dieron en el transcurso de su desarrollo.

A continuación se realizará una estimación de los costos y beneficios de los tres sistemas desarrollados en el presente informe.

Proyecto 1: Proyección de Pensiones.

Este sistema fue desarrollado en un tiempo de tres meses y con la participación de dos analistas a tiempo parcial. El sueldo promedio aproximado de este personal era de \$1500, teniendo en cuenta las cargas y beneficios sociales. El equipo de cómputo que se utilizó fueron microcomputadoras. Se asume que el costo de cada uno de estos equipos fue de \$3000 y que el periodo de depreciación fue de un año.

En base a los parámetros anteriores, el costo del proyecto se podría dividir en los rubros consignados en el siguiente cuadro:

RUBRO	DESCRIPCION	COSTO
Personal	Dos analistas programadores a tiempo parcial por tres meses	\$4500
Equipo	Dos computadores personales	\$ 750
Gastos Administrativos	Infraestructura, mobiliario, útiles, costos indirectos, etc.	\$ 750
TOTAL		\$6000

Las estimaciones anteriores se hacen en base a los costos en que incurriría una empresa externa. Es necesario tener en cuenta que para el caso real, el costo de los ítems considerados anteriormente es marginal por lo que los valores consignados son referenciales antes que ejecutados realmente.

Concordante con el objetivo del sistema, el de brindar información para ser usada en la promoción de la AFP por el personal de ventas de la empresa, el beneficio del mismo será el generado por las personas que puedan ser convencidas de ingresar en el sistema como producto del uso de esta herramienta. Calculemos el monto de los ingresos de la AFP producto de una de estas nuevas afiliaciones:

Asumiendo las siguientes suposiciones:

- Que la persona tiene actualmente 35 años, la cual puede ser la edad promedio de las personas afiliadas al sistema
- Que el sueldo de la persona es de \$500, monto que es menor que el sueldo promedio de esta AFP, y que no cobra gratificaciones durante el año; y
- Que el porcentaje de comisión variable de la AFP es de 2%.

Tendríamos que para llegar al momento de su jubilación a esta persona le esperan 30 años, período en el cual el monto que esta persona pagará a la AFP cada mes será de \$10. Con lo que la persona, en el momento de jubilarse habrá pagado a la AFP un total de \$3600. De manera simplificada, podemos asumir que éste es el beneficio obtenido por la AFP en caso de que una persona decida afiliarse.

Además, hay que considerar que no se ha tomado en cuenta que la AFP obtiene adicionalmente el beneficio de la colocación de los fondos que esta persona, así como todos sus demás afiliados, ahorren en sus respectivas cuentas de capitalización individual. El tener la posibilidad de invertir estos fondos entre los distintos agentes demandantes de capitales es posiblemente un beneficio mayor que las propias comisiones.

De los cálculos anteriores podemos llegar a la conclusión que para cubrir los costos y generar más beneficios para la AFP, deberían ser convencidas al menos dos personas como producto de la información brindada por este sistema, lo cual es algo más que esperable.

Proyecto 2: Cálculo de Reservas de la Compañía de Seguros.

El personal considerado en el proyecto es un analista por cuatro meses con un sueldo aproximado de \$1500 mensuales. El equipo usado incluye tanto una computadora personal como una computadora AS/400. Para el caso de la computadora personal se considera un costo de \$3000 dólares que se deprecian en un año. Al computador AS/400 se le asigna un costo de \$540,000 dólares considerando toda la infraestructura de cómputo que pudiese utilizar. El período de depreciación para este equipo es de tres años y el número de usuarios concurrentes que utilizan el equipo es 30.

En base a las suposiciones anteriores, el costo de este proyecto medido como los recursos utilizados será el siguiente:

RUBRO	DESCRIPCION	COSTO
Personal	Un analista programador por 4 meses	\$6000
Equipo	Computador AS/400, computador personal.	\$3000
Gastos Administrativos	Infraestructura, mobiliario, costos indirectos, etc.	\$1000
TOTAL		\$10000

Para el cálculo de los beneficios de este sistema, debemos partir de los objetivos del mismo. En este caso, el sistema debe cumplir la función de brindar información sobre los costos de la compañía de seguros por concepto de los pagos por invalidez y sobrevivencia. Estos datos serán usados en el proceso de determinación del porcentaje a cobrar como prima por concepto de este seguro.

El beneficio para la AFP al tener una costo de prima más competitiva se materializa a través de dos posibilidades: la primera es la de bajar los costos de las comisiones cobradas a sus afiliados haciendo más atractiva la afiliación; y, la segunda, es la de trasladar el porcentaje no cobrado por la compañía de seguros a las comisiones de la AFP. En cualquiera de los casos, la valorización del beneficio para la AFP se calcula como la diferencia entre los montos pagados por sus afiliados por concepto de primas de seguros antes y después de la reducción de las mismas.

Realizaremos el cálculo de la valorización de este beneficio producido por la reducción de una décima porcentual en el costo de la prima por estos seguros. Asumiendo que existan en esta AFP un total de 100,000 afiliados aportantes, entre los cuales se tiene una remuneración asegurable promedio de \$500. Por consiguiente el monto que dejará de pagar por primas será $100,000 \times \$500 \times 0.1 / 100 = \$50,000$.

Como puede observarse del análisis anterior, el beneficio obtenido por la AFP es bastante mayor que el costo de la construcción del sistema. Sin embargo un factor que debe tomarse en cuenta es que en la mayoría de los casos las compañías de seguros con las que trabaja una AFP y la misma AFP pertenece al mismo grupo económico, resultando que los ingresos no percibidos por una empresa del grupo sí lo son por la otra. Una consecuencia de esta situación es que para la determinación de la prima se toman en cuenta otros factores adicionales a los costos de la compañía de seguros.

Proyecto 3: Transferencias por Fondos Pensionarios

En este caso el análisis costo beneficio lo realizaremos para uno de los trabajos realizados, tomando un caso promedio, por cuanto todos ellos demandaron aproximadamente la misma cantidad de recursos.

Este sistema fue desarrollado en un tiempo de tres meses y con la participación de un analista a tiempo parcial. El sueldo promedio aproximado de este personal era de \$2000, teniendo en cuenta las cargas y beneficios sociales. El equipo de cómputo que se utilizó fue una microcomputadora, con costo de \$3000 y con período de depreciación de un año.

El siguiente cuadro muestra los costos correspondientes a cada uno de los componentes del proyecto:

RUBRO	DESCRIPCION	COSTO
Personal	Tres meses de un analista a medio tiempo	\$3000
Equipo	Un computador personal	\$750
Gastos Administrativos	Infraestructura, mobiliario, costos indirectos, etc.	\$375
TOTAL		\$4125

Debemos recordar que en el caso de las instituciones gubernamentales no existen utilidades ni ventas, por lo que los beneficios a lograr son principalmente sociales.

Como en los casos anteriores, para el cálculo de los beneficios comenzamos el análisis por la determinación de los objetivos. En este caso recordamos que el objetivo del sistema era saber de manera exacta cuál era la cantidad de fondos requeridos para el pago de pensiones para una determinada caja pensionaria. Estos fondos deberían ser presupuestados para contar con ellos en el momento necesario.

En el caso de no utilizar los cálculos actuariales para la determinación de los fondos, se tendría que usar algún otro tipo de estimación, la cual también tendría un costo, posiblemente mayor cuanto más elaborada sea la metodología de cálculo. Para centrar el análisis en el estudio realizado, vamos a considerar una metodología alternativa muy simple es donde su costo de elaboración sea cero. Obviamente al hacer esta suposición la probabilidad de error en los montos calculados es relativamente alta.

Tratemos de cuantificar el perjuicio de una mala estimación de fondos requeridos, ya que éste será el beneficio de la elaboración del estudio utilizando los cálculos actuariales.

Si se realiza una sub-estimación de los fondos, el peligro es que en algún momento puedan faltar los recursos para el pago de las pensiones. El costo social de no pagar las pensiones a tiempo es altísimo, por lo cual no se puede dejar ésta como una posibilidad ni siquiera remota. En el supuesto de una falta de fondos para el pago de pensiones se debería realizar una reformulación del presupuesto con dos consecuencias principales: primero, la variación de los supuestos presupuestales sobre los que se basan los planes económicos de la nación y, en segundo lugar, la diferencia entre el costo de un financiamiento extra presupuestario y el de un financiamiento de más largo plazo. En este caso de sub-estimación de fondos resulta pues evidente que las consecuencias constituyen un costo significativamente mayor que los del trabajo realizado.

El otro caso es el de una sobre-estimación de los fondos requeridos. En éste, el perjuicio radica en que existirá un remanente de fondos de reserva que no serán usados para el pago de pensiones. Para la valorización de este costo se puede considerar que es producido por la diferencia entre las tasas de interés pasivas y activas que podría recibir. Asumiendo conservadoramente los siguientes supuestos:

- Que la diferencia entre las tasas pasiva y activa sea de 1%
- Que el fondo calculado es el correspondiente al pago de 10,000 pensionistas
- Que la pensión promedio de ellos es de \$50 mensuales; y
- Que el período durante el cual no se utilizaron los fondos es de 1 año

Por tanto, se tiene:

$$\text{Costo} = 10,000 \times 50 \times 1/100 \times 12 = \$60,000$$

Lo cual nos muestra que también para este caso los beneficios obtenidos son significativamente mayores que los costos del proyecto.

IX. Conclusiones

Vamos a dividir las conclusiones del informe en las siguientes categorías:

- Desarrollo de Software
- Evaluación de los Proyectos Desarrollados
- Cálculos Actuariales; y
- Sistemas de Pensiones

Desarrollo de Software

- Como parte de la etapa de análisis dentro del desarrollo de software actuarial es importante el conocimiento sobre el origen y el significado de las fórmulas que se usan en esta técnica. No basta con aplicarlas de una manera mecánica ya que en muchos casos será necesario ir más allá de las fórmulas finales; por ejemplo, para sustentar los resultados obtenidos.

El enfoque más práctico para la construcción de productos de software para cálculos actuariales es la implementación de bibliotecas de funciones. Este conjunto básico de rutinas que se requiere para realizar cálculos actuariales es muy similar entre una aplicación y otra, variando entre las distintas aplicaciones en la forma en que se explotan dichas rutinas.

- La documentación del sistema constituye un punto importante en el proceso de desarrollo de productos de software para cálculo actuarial. Si bien ésta podría parecer de poca utilidad durante el proceso de construcción, es de vital importancia durante la fase de mantenimiento del sistema. Para el

software de cálculos actuariales, como un caso particular de los sistemas con un alto componente matemático en su desarrollo, debe generarse una documentación con énfasis en la estructura interna del sistema.

El software para cálculos actuariales puede ser catalogado dentro de los sistemas de información de apoyo a la toma de decisiones. Es importante, por lo tanto, que las personas que reciben la información de estos sistemas tengan además los elementos de juicio que le indiquen que la información que están recibiendo es una totalmente válida. El brindar esta información, si bien no es parte de la construcción del sistema, sí forma parte de la capacitación a los usuarios en la etapa de implementación.

- Un aspecto de trascendental importancia en el desarrollo de software en este campo es la definición correcta de la interacción que existirá entre el sistema y los usuarios, tanto directos como indirectos, de la información generada. Como parte de esta labor debe tenerse en cuenta el nivel del usuario al que la información va dirigida, la complejidad de uso del sistema y la frecuencia con la que los procesos de cálculo van a ser realizados. La incorrecta definición de las interfaces necesarias puede hacer peligrar el éxito del proyecto.

Evaluación de los Proyectos Desarrollados

La calidad de los productos desarrollados es bastante buena. Sin embargo algunos puntos pueden ser mejorados aún más, como por ejemplo la claridad del sistema.

En general se puede concluir que el beneficio logrado con estos sistemas en las organizaciones para los que se construyeron sobrepasa largamente los costos de desarrollo.

Cálculos Actuariales

- El uso de las matemáticas actuariales debe extenderse dentro de la administración de los sistemas de pensiones. Este hecho va a determinar a su vez la necesidad de un personal con conocimiento en esta técnica.
- Dado el tamaño de los fondos que se maneja en las organizaciones dedicadas a la administración de fondos de pensiones, el beneficio que se puede lograr de la información generada por cálculos actuariales para el manejo de estos fondos es también alto. Esto hace factible la realización de muchos proyectos que involucran cálculos actuariales, específicamente en el desarrollo de software.

Sistemas de Pensiones

- Las tablas de vida que se han venido usando en esta primera etapa de aplicación de los cálculos actuariales a los sistemas de pensiones, si bien permiten realizar los cálculos respectivos, no están ajustadas a la realidad demográfica del Perú. Debido a esto, las pensiones que se generan a partir de estas tablas son significativamente distintas a las que corresponderían.
- Dentro de las combinaciones de los diferentes sistemas de pensiones existentes en el Perú, y como producto de las reformas que se están dando últimamente, hay un grupo de personas que se verán totalmente marginados de los sistemas formales o pasarán a recibir pensiones menores a los estándares de sobrevivencia. Dentro de estos grupos se encuentran algunos de los que ya son pensionistas y personas que están próximos a serlo.
- Considerando el importante papel que tienen los promotores en el uso de las herramientas de promoción del sistema privado de pensiones, éstos deben

estar capacitados en la interpretación de los cálculos actuariales usados en la determinación de pensiones.

X. Recomendaciones

Como punto final del presente informe, y como producto de la experiencia que ha constituido la participación del autor en los proyectos descritos, serán planteadas algunas recomendaciones en los siguientes aspectos:

- Para quienes desarrollan software
- Para la comunidad académica
- Para la normatividad
- Para las políticas previsionales
- Para los usuarios de los sistemas de pensiones

Para quienes desarrollan software

Las personas que enfrenten un proyecto de desarrollo de software para cálculos actuariales o similares (sistemas con un fuerte componente matemático), aprovechando los resultados obtenidos en experiencias anteriores, deben tener en cuenta en el momento de enfrentar una tarea de este tipo, las conclusiones que sobre este campo se esbozan en el presente informe:

Realizar un análisis profundo de los cálculos actuariales que serán necesarios para el desarrollo del proyecto. No caer en el facilismo del mero uso de fórmulas.

- Implementar una biblioteca de funciones actuariales como un primer paso en la construcción del software.
- Prestar bastante atención a la documentación del sistema. En ciertas circunstancias esta documentación podría ser de vital importancia.
- No descuidar la capacitación del usuario del sistema. Esta puede ser directa a través de explicaciones orales o también mediante la documentación del sistema.
- Definir claramente las diferentes interfaces del sistema con los usuarios. Esta debe ser conocida y aprobada por ellos antes de la iniciación de los trabajos de desarrollo para involucrarlos y asegurar el correcto uso del sistema en el momento de la implementación.

Para la comunidad académica

- En los contenidos de los cursos básicos de estadística debería incluirse un acápite de matemáticas actuariales, particularmente en la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, previendo la demanda de profesionales con conocimientos en estas áreas.
- Debe ponerse énfasis en la enseñanza a los estudiantes de métodos formales para el desarrollo de software, especialmente en las áreas de estimación de esfuerzo de desarrollo de sistemas, planeación y seguimiento de proyectos de software. Esto como una manera de formar buenos hábitos y así

propugnar el cambio de las prácticas usuales en las organizaciones de desarrollo de software en el Perú.

Para la normatividad

- Debe normarse de manera precisa y detallada los procedimientos de los cálculos actuariales conducentes a la determinación de los montos de las pensiones y otros valores afines, en aspectos como el número de dígitos decimales o la precisión con la que deban realizarse los cálculos.
- El sistema privado de pensiones debe brindar una difusión más exhaustiva sobre la forma en que se realizan los cálculos y sus implicancias en la determinación de la pensión de los trabajadores.
- Los organismos correspondientes deben trabajar en un estudio que llegue a la formulación y obtención de una tabla de vida adaptada a la realidad demográfica del Perú. En el Perú el organismo al que corresponde esta función es el INEI.

Para las políticas previsionales

Debe trabajarse en la completa formulación e implementación de todos los tipos de jubilación ofrecidos por el Sistema Privado de Pensiones, ya que la falta de algunos de estos esquemas puede perjudicar a las personas que a la fecha se están jubilando en el SPP.

En materia de políticas previsionales existen en el Perú varios temas no resueltos y que tienen que ver directamente con los cálculos actuariales. Por ejemplo: la formulación de planes de pensión no obligatorios con diferentes beneficios y que complementen a los sistemas existentes, la creación de un

esquema para las pensiones mínimas que debería otorgar el Sistema Privado de Pensiones, etc.

Para los usuarios de los sistemas de pensiones

- La información que está difundida a nivel masivo sobre los temas de pensionamiento dentro de los sistemas de pensiones es escasa y en muchos casos deficiente. Es importante conocer cuales son las reglas de juego que existen en cada uno de estos sistemas ya que éstas nos afectan directamente. Los usuarios de los sistemas de pensiones tienen el derecho de exigir la información que requieran a los encargados de la administración de los sistemas de pensiones en el Perú.

Si bien es cierto que las reglas de juego de los diferentes sistemas de pensiones son condicionantes dadas para una persona en estos sistemas, sin embargo es posible para cada uno de nosotros tomar una serie de decisiones que afectarán de diversas formas a nuestra futura jubilación. Esta labor de planificación de la jubilación es una tarea que no debería ser descuidada.

XI. Bibliografía

1. BANCO MUNDIAL : Envejecimiento sin Crisis (Informe sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo). Washington D.C., 1994.
2. DANOS O., José; y otros : Sistema Privado de Pensiones: Desafíos y Respuestas. CEDAL, Lima. 1994.
3. FAIRLEY, Richard : Ingeniería de Software. Edit. McGraw-Hill. México D.F., 1991.
4. GERBER, Hans Life Insurance Mathematics. Edit. Springer-Verlag. Zürich. 1980.
5. ÑOPO, Hugo La Ciencia Actuarial. (mecnografiado)
6. Sistema Privado de Pensiones (Actualización de Normas Legales N° 3) EDINFORMA S.A. Lima, 1995.
7. SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS: Instrucciones Sobre Constitución de Reservas de los Seguros Previsionales Establecidos por el D.S. N° 25897. Lima, 1995.
8. _____ : Tablas de Mortalidad Para Seguros Previsionales. (Resolución N° 309-93-SBS), Lima 1993.