



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS, MEDICIÓN DEL
DESEMPEÑO DE EN UN FONDO DE PENSIONES

REPORTE DE TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

P R E S E N T A :

MAURICIO BELTRÁN MARTÍNEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTOR DE REPORTE:
ACT. CÉSAR ADRIÁN HERNÁNDEZ VIVEROS

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno

Beltrán
Martínez
Mauricio
56 44 75 35
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
301547417

2. Datos del tutor

Act
César Adrián
Hernández
Viveros

3. Datos del sinodal 1

Act
Carlos Fernando
Lozano
Nathal

4. Datos del sinodal 2

Act
Carlos
Contreras
Cruz

5. Datos del sinodal 3

Act
Carlos
Llanas
Vázquez

6. Datos del sinodal 4

Act
José Enrique
Pérez
Salvador

7. Datos del trabajo escrito

Gestión de activos y pasivos, medición del desempeño de un Fondo de pensiones.
90 p
2013

INTRODUCCIÓN.....	5
1 MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 DEFINICIÓN DE PENSIÓN.....	7
1.1.1 <i>Plan de pensiones</i>	7
1.1.2 <i>Tipos de Planes de Pensiones</i>	8
1.1.2.1 Planes de pensión de contribuciones definidas (CD).....	11
1.1.2.2 Planes de Beneficios Definidos (BD).....	12
1.1.2.3 Planes Híbridos.....	14
1.2 PANORAMA NACIONAL DE PLANES DE PENSIONES PRIVADOS.....	15
1.3 RIESGOS FINANCIEROS DE LOS PLANES DE PENSIONES.....	16
1.3.1 <i>Riesgos en planes de esquemas de Contribuciones definidas</i>	17
1.3.2 <i>Riesgos en planes de esquemas de beneficios definidos</i>	18
1.4 GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS.....	21
1.4.1 <i>El riesgo del plan de pensiones</i>	23
1.4.2 <i>Pasivos de pensiones descompuestos</i>	24
1.4.3 <i>Las exposiciones relacionadas con los mercados financieros</i>	25
1.4.3.1 Población pasiva.....	25
1.4.3.2 Población activa.....	25
1.4.4 <i>Riesgos no relacionados con los mercados financieros: Ruido Blanco</i>	26
2 NOTA TÉCNICA.....	29
2.1 VALUACIÓN DE ACTIVOS.....	29
2.1.1 <i>Valuación a valores de Mercado</i>	30
2.1.2 <i>Valuación completa</i>	30
2.1.2.1 Instrumentos Financieros emitidos por el Gobierno.....	32
2.1.2.2 Deuda bancaria.....	36
2.1.2.3 Deuda emitida por privados.....	38
2.2 VALUACIÓN DE PASIVOS.....	42
2.2.1.1 Principio de coherencia de la Valoración de Activos y Pasivos.....	43
2.3 MEDIDAS DE RIESGO EMPLEADAS PARA LOS ACTIVOS Y PASIVOS DEL FONDO DE PENSIONES.....	44
2.3.1 <i>Riesgo a una tasa de interés</i>	44
2.3.1.1 El impacto del vencimiento del bono.....	45
2.3.1.2 El impacto de la tasa cupón.....	46
2.3.1.3 El impacto dado los niveles de tasa actuales.....	46
2.3.1.4 Riesgo de tasa concerniente a bonos con tasa flotante.....	47
2.3.1.5 Medición del riesgo de tasa de interés.....	48
2.3.1.6 Sensibilidad a la tasa de interés.....	49
2.3.2 <i>Descomposición en factores de riesgo para posiciones de renta variable (CAPM)</i>	51
2.3.3 <i>Construcción de volatilidades y correlaciones</i>	52
2.4 APLICACIÓN DE MODELO DE VALOR EN RIESGO (VAR) AL PLAN DE PENSIONES.....	53
2.4.1 <i>Clasificaciones de modelos VaR</i>	54
2.4.1.1 VaR Histórico.....	55
2.4.1.2 VaR Prueba de stress.....	55
2.4.1.3 VaR Montecarlo.....	55
2.4.1.4 VaR Delta- Normal (varianza – covarianza).....	56
2.4.2 <i>Implementación del Var Delta-Normal (varianza – covarianza) al fondo de pensiones</i>	56
2.4.2.1 Incorporación del portafolio de bonos.....	60
2.4.2.2 Incorporación de un portafolio de acciones o sociedades de inversión.....	60
2.5 EFICIENCIA DEL PLAN DE PENSIONES.....	61
2.5.1 <i>Cálculo de rendimientos del fondo de pensiones</i>	61
2.5.1.1 Consideraciones sobre el método <i>Time Weighted</i>	63

3	PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	65
3.1	PROCESO DE GESTIÓN DEL FONDO DE PENSIONES DE LA INSTITUCIÓN.....	67
3.1.1	<i>Valuación de activos y pasivos.....</i>	<i>68</i>
3.1.1.1	Valuación de activos.....	69
3.1.1.2	Valuación de pasivos.....	70
3.1.1.3	Evolución del Plan de pensiones (estatus).....	73
3.2	CÓMPUTO DEL RENDIMIENTO Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.....	74
3.3	MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO.....	77
3.3.1	<i>Factores de riesgo para posiciones de renta fija.....</i>	<i>77</i>
3.3.2	<i>Sensibilidades para los flujos actuariales.....</i>	<i>79</i>
3.3.3	<i>Factores de riesgo para posiciones de renta variable.....</i>	<i>80</i>
3.3.4	<i>Factores de riesgo procedentes de operaciones en moneda extranjera.....</i>	<i>81</i>
3.4	VALOR EN RIESGO (CAPITAL EN RIESGO)	81
4	CONCLUSIONES	86
5	CUADROS Y GRAFICAS	88
6	BIBLIOGRAFÍA.....	89

Introducción.

En los últimos años el entorno de las pensiones ha sufrido un periodo de cambios extremos, la experiencia demográfica histórica no tiene mucho que ver con la actual, la dinámica en la esperanza de vida, cambios drásticos en las tasas de mortalidad y natalidad; cambios en criterios contables; rendimientos moderados o incluso negativos dada la volatilidad en los mercados financieros. Este escenario económico-actuarial ha llevado a una preocupación generalizada sobre los pasivos provenientes de planes de pensiones privados. Los retos se han vuelto complicados debido a los cambios inesperados en los comportamientos demográficos de la población y el comportamiento de los mercados financieros, la volatilidad presente en ellos ha creado situaciones en los sectores privados en las que el fondeo de sus pasivos de pensión no es el esperado. La incertidumbre de los pasivos representa dificultades que poco tienen que ver con la operación primaria de una institución que ofrece un beneficio a sus trabajadores, ya que el pasivo de pensión es una obligación futura para la institución, de manera que si este empieza a crecer sólo traerá pérdidas financieras a la institución.

De lo anterior surge la necesidad del monitoreo de los pasivos laborales, que en el caso específico a tratar se abordará en la forma de un plan de pensiones cuya estructura contiene un fondo de inversión y los pasivos laborales. El objetivo principal del presente trabajo es ilustrar la gestión de balance utilizada en un plan privado de pensiones, integrando en el análisis del plan los pasivos y los activos como si fuera un portafolio de inversión, con el fondo de pensiones como activo y los flujos actuariales como la parte pasiva del portafolio, se propone un modelo de estimación de riesgo del plan de pensiones, un modelo de valor en riesgo el cual nos proporcionara las métricas necesarias para poder ejercer opiniones acerca de la eficiencia riesgo-rendimiento sobre el plan de pensiones.

En la primera parte se describen los planes de pensiones, el panorama nacional de planes privados de pensiones y los riesgos inherentes en ellos, así como la gestión de un plan de pensiones.

La segunda parte del trabajo se aborda como una nota técnica para la valuación del plan, el cómputo de los rendimientos obtenidos, la identificación y medición de los riesgos del plan y finalmente se describe la metodología de valor en riesgo delta-normal la cual será utilizada para la medición del riesgo del plan de pensiones.

Finalmente se aplica la nota técnica, la metodología es aplicada en una hoja de calculo la cual se encuentra construida para el calculo de los factores de riesgo a utilizar; y se obtienen los resultados que son construidos para la toma de decisiones, en específico son las cifras que ilustrarán y darán herramientas al

gobierno corporativo del plan para ejecutar decisiones sobre la política de inversión del plan de pensiones, así como medir el desempeño del plan de pensiones.

1 Marco teórico

1.1 Definición de Pensión.

Una pensión es un acuerdo normalmente financiero entre dos personas, en el cual se establecen las condiciones para recibir una serie de pagos de acuerdo con determinadas condiciones preestablecidas para el inicio del pago de éstos. En el caso de retiro, éstos inician cuando alguien alcanza una edad determinada y pueden proveerse durante un tiempo determinado o de manera vitalicia, es decir, una pensión provee la seguridad de un pago fijo en caso de retiro, por el tiempo de vida del pensionado, generalmente¹. La pensión tiene dos propósitos, el primero es suavizar el consumo² sobre la vida de una persona; la pensión provee de una renta a un individuo una vez que termina la vida laboral, en intercambio de contribuciones a un esquema de pensión cuando él está trabajando; el segundo propósito es protección o aseguramiento, especialmente sobre el riesgo de longevidad³ que es el riesgo de la extensión de la expectativa de vida.

Al crearse un beneficio de pensión para los empleados éste se tiene que planear o administrar, lo que lleva a la creación de un plan de pensiones.

1.1.1 Plan de pensiones.

Un plan de pensiones es un sistema de previsión o inversión voluntaria por el que sus miembros, a cambio de una serie de aportaciones económicas (estas aportaciones pueden ser realizadas por el patrocinador del plan, el empleado o de manera compartida), generan el derecho a recibir los beneficios pactados en el momento en que se produzca alguno de los eventos previstos por el plan. Los eventos comúnmente cubiertos a través de un plan de pensiones son:

1. Jubilación.
2. Incapacidad laboral, invalidez.
3. Fallecimiento (beneficios son transferidos a su cónyuge o familiares directos), entre otros.

En el caso de los principales actores en un plan de pensiones se observan los siguientes:

1 (Bodie, 1990)

2 Suavizar el consumo: término económico utilizado que expresa la elección de las personas a tener un consumo estable a lo largo de su vida (Friedman, 1956)

3 Riesgo de longevidad: el riesgo o incertidumbre respecto a la duración de la vida de un individuo.

1. Patrocinador: empresa u organización, sindicato, gobierno o institución sin fines de lucro que establece el plan de pensión como una prestación para sus empleados.
2. Población del plan: Personas o participantes que tienen derecho a los beneficios del plan.
3. Administrador del fondo: Persona que es el responsable por la operación del fondo.
4. Gobierno corporativo: Es el órgano facultado dentro del plan de pensiones para asignar las estrategias de inversión así como grado de aversión al riesgo, considerando los activos y pasivos del plan.

Las obligaciones generadas por la implementación del plan de pensiones pueden o no ser apalancadas a la creación de un fondo de pensiones, lo cual resulta de vital importancia. Un fondo de pensiones es un portafolio establecido por el patrocinador de un plan de pensiones para facilitar y organizar la inversión de los activos de retiro contribuidos por los empleados o el patrocinador, generalmente son administrados por una entidad independiente al patrocinador.

1.1.2 Tipos de Planes de Pensiones.

Los planes de pensiones se pueden clasificar primeramente, por la relación que guardan con sus activos, así, los planes que no se encuentran fondeados (no cuentan con un fondo de pensiones) están acreditados por el patrocinador del plan y dependen directamente de los ingresos futuros del patrocinador y de su solvencia financiera; contrariamente los planes que están fondeados (con un fondo de pensiones) tienen un portafolio de activos. Así el primer criterio para clasificar a un plan de pensiones está dado por la base de los activos para los pasivos prometidos a los participantes del plan:

- Planes de pensiones sin un fondo (las obligaciones futuras dependen directamente de la solvencia del patrocinador del plan)
- Planes de pensiones con un fondo (Se cuenta con un fondo que es planteado para solventar las obligaciones futuras).

Un plan de pensiones sin un fondo no acumula activos (designados para crear ingresos necesarios para pagar los beneficios), éstos dependen de ingresos futuros generados por el patrocinador del plan para pagar beneficios futuros, en general estos planes están respaldados por el nivel crediticio del patrocinador en el caso de que el patrocinador fuera un gobierno este puede hacer uso de impuestos, por lo que el nivel crediticio no aplica con gobiernos. Este tipo de planes incrementan severamente el riesgo de los participantes ya que los pagos de pensión dependen completamente de la salud financiera del patrocinador, este

tipo de riesgo se presenta incluso para los trabajadores que todavía están activos, en el caso de una bancarrota los participantes del plan pueden reclamar convirtiéndose en parte de los acreedores crediticios pero el pago es inseguro, inclusive pudiera darse el caso de que algunos otros pasivos del patrocinador tuvieran prioridad por encima de los pagos de pensión⁴. En general los planes de pensiones ofrecidos por gobiernos son de este tipo (no por diseño, sino por una mala administración), en donde el patrocinador del plan es el gobierno o alguna institución dependiente, y en general se podría decir que no existe un riesgo de crédito⁵ ya que la insolvencia de la seguridad social del gobierno equivaldría a que el estado fuera insolvente.

Los planes de pensiones fondeados evitan los posibles riesgos que tienen los planes no fondeados de pensiones, al tener un fondo acumulado donde éste tiene como propósito proveer los beneficios de los empleados.

El segundo criterio para la clasificación de los planes de pensiones es el de los beneficios pactados hacia la población del plan, desde esta perspectiva podemos distinguirlos como:

- Planes de pensión de beneficio definidos o por su acrónimo BD.
- Planes de pensión de contribución definida o por su acrónimo CD.
- Planes híbridos.

Un plan de pensiones de beneficios definidos (BD) es el que especifica las obligaciones del patrocinador del plan en términos del beneficio a otorgar a los participantes, es decir existe una regla definida para el calculo del beneficio a otorgar (por ejemplo un % sobre años trabajados multiplicado por el salario promedio de x años) , el costo depende del beneficio. Si un plan de BD presenta una diferencia entre sus activos y sus futuras obligaciones, el activo es ajustado, en estos planes se tienen los beneficios asegurados desde un principio y el comportamiento de los activos afecta los niveles de contribución necesarios (costo) para cubrir a las obligaciones futuras, dado el beneficio y la incertidumbre del costo los riesgos son absorbidos por el patrocinador.

El plan de pensiones con el esquema de contribuciones definidas (CD) se tiene definido el costo mas no los beneficios, es decir existe una regla de calculo para el costo (por ejemplo, la población aporta %de su salario y el patrocinador un %). Si un plan de CD presenta un descalce entre sus activos y futuras obligaciones, los beneficios futuros son ajustados, entonces tenemos que para los planes de CD solo las contribuciones son definidas (costo) y los beneficios dependen

⁴En México se tiene preferencia a los créditos a favor de los empleados sobre cualquier otro acreedor, Art.123 apartado A fracción XXIII- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en el art 113 de la Ley federal del trabajo.

⁵ Riesgo de crédito: es el riesgo de sufrir una pérdida económica debido a la falla de las obligaciones contractuales de la contraparte, (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007)

directamente del comportamiento de los activos del plan, dado que el beneficio es el afectado y no existe corrección en el costo, los riesgos son absorbidos por la población del plan. Adicionalmente en un plan de CD se puede tener segregación de la población dependiendo de su aversión al riesgo (en este caso el principal factor es la edad).

También existen algunos tipos de planes de pensiones híbridos que como su nombre lo sugiere son planes que tienen componentes tanto de BD como de CD.

En el caso específico en el cual el patrocinador del plan de pensiones es una empresa privada, es posible hablar de planes de pensiones privados, los cuales son de relevancia para el presente trabajo.

Los planes privados de pensiones son hechos con base en promesas de beneficios futuros, pero los beneficios pueden o no estar protegidos por un fondo y contribuciones pagadas regularmente al fondo. Se dice que un plan fondeado en su totalidad guarda una proporción de los activos del plan respecto al valor presente actuarial de los beneficios de pensión del plan de 100 por ciento o más (un estado de cobertura de 100 por ciento o más). El superávit de las pensiones es igual a los activos del plan de pensiones a valor de mercado menos el valor presente de los pasivos del plan de pensiones. En un plan de pensiones con fondeo insuficiente, la proporción de los activos del plan con respecto a los pasivos del plan es inferior al 100 por ciento.

En los planes privados de pensiones (BD, CD o Híbridos) existen cuatro formas básicas de los beneficios de pensión:

- Un beneficio expresado en un monto fijo de dinero (mensual o anual).
- Un beneficio expresado como un monto fijo de dinero mensual por cada año de servicio entregado.
- Un porcentaje fijo del salario pagado como beneficio de pensión mensual (del salario final o promedio).
- Un porcentaje fijo del salario pagado por cada año de servicio prestado pagado como beneficio de pensión mensual (del salario final o promedio).

También existen variaciones o combinaciones de los mencionados anteriormente, por ejemplo, se puede solicitar un mínimo de años de servicios cumplidos antes de poder otorgar los beneficios de pensión.

1.1.2.1 Planes de pensión de contribuciones definidas (CD)

En un plan de CD el empleador hace un pago periódico a una cuenta individual para un empleado dado, generalmente la contribución es igual a un porcentaje del salario del empleado, subsecuentemente las aportaciones son invertidas en un fondo de pensión.

El compromiso de planes de CD es en el presente, solo los pagos al plan están definidos, y en el futuro no promete explícitamente un nivel de beneficios, en general se puede ver como una cuenta de ahorros en la cual los empleados contribuyen regularmente y a veces también los empleadores, en este esquema el patrocinador del plan se libera del riesgo de longevidad y el riesgo de inversión⁶.

Las características que tienen estos planes son:

- Se efectúa una contribución en una cuenta para cada participante (individualmente).
- Los fondos se invierten a través del tiempo.
- Los planes son de impuestos diferidos.
- Tras el retiro del plan o al cumplir el requisito de jubilación, los participantes de estos planes reciben el valor de la inversión, ya sea en un pago único o pudiendo tener la opción de adquirir una renta vitalicia en el mercado asegurador o financiero.

Una de las principales características de este esquema es que **“el riesgo de inversión es absorbido por la población y no por el patrocinador”**, aunque también ofrece ventajas para los trabajadores ya que es transferible. En un plan de beneficio definido si un empleado termina su relación laboral con un patrón que ofrezca este tipo de beneficio, en general recibirá un beneficio de pensión basado en un periodo corto de servicio y con base en el último nivel de salario con dicho patrón, entonces si llegara a haber cierta inflación entre el periodo de cesión y el de retiro el beneficio de pensión adquirido con dicho empleador pudiera verse disminuido significativamente, en cambio un esquema de contribuciones definidas ofrece conservación de derechos (los beneficios pudieran ser transferidos con un nuevo empleador o a una cuenta de retiro individual).

Existen dos tipos de planes de CD, en los cuales la inversión de los activos es gestionada por el patrocinador del plan y el segundo tipo es en aquellos en los cuales la inversión es dirigida por participante, en dicha opción el empleador generalmente debería de ofrecer varios perfiles de inversión que cumplan el objetivo de ofrecer a los empleados diferentes niveles de apetito de riesgo diversificado, por ejemplo:

⁶ Riesgo de inversión: El riesgo de que el valor del portafolio disminuya.

1. Mercado de Dinero (bonos a corto plazo, equivalente a efectivo).
2. Portafolio de Bonos, un portafolio propiamente diversificado.
3. Portafolio balanceado⁷, acciones y bonos.
4. Portafolio de acciones, un portafolio propiamente diversificado.

En el entorno del plan de contribuciones definidas, el patrocinador del plan no establece objetivos y limitaciones, sino que los participantes del plan escogen su perfil de riesgo y sus objetivos de rendimiento y limitaciones. El patrocinador del plan puede ofrecer recursos educativos, pero el participante es el responsable de la elección de un perfil de riesgo, objetivos y rendimientos, en el cual refleja sus circunstancias personales financieras, metas, y la tolerancia al riesgo.

Los participantes en planes de contribuciones definidas deben asumir el riesgo de resultados de la inversión. Como consecuencia de ello, **una política de inversión⁸ para un plan de contribuciones definidas es muy diferente a una política de inversión para un plan de beneficios definidos.**

Una política de inversión para un plan de contribuciones definidas dirigido por los participantes, es el documento que describe las estrategias de inversión y las alternativas disponibles para el grupo de participantes del plan. Dado esto, la política se convierte en un conjunto de principios rectores en lugar de una política de inversión para un participante del plan en específico.

1.1.2.2 Planes de Beneficios Definidos (BD)

En un plan de beneficios definidos, el patrocinador se compromete con los empleados a entregar un beneficio de retiro basado en criterios definidos. Por ejemplo, un trabajador puede recibir por cada año contratado por la empresa un beneficio de cierto monto de dinero cada mes. Alternativamente, el patrocinador del plan puede comprometerse a pagar algún porcentaje calculado como un factor relacionado con el salario del empleado (por último año, promedio de los últimos cinco años, el promedio de los 5 mejores años de los últimos 10 años, etc.) El patrocinador también puede comprometerse a realizar el ajuste de los pagos de beneficios para aquellos beneficiarios ya retirados a fin de reflejar el efecto inflacionario. El plan pudiera tener una lista completa de disposiciones tratando jubilación anticipada, beneficios del cónyuge, y así sucesivamente. Todos los planes de beneficio definido tienen la característica de que los beneficios son promesas adquiridas por el patrocinador del plan, que le generan obligaciones

7 Portafolio balanceado: Buscando mayores rendimientos se podría tomar mayor riesgo al posicionar una mayor ponderación del portafolio a instrumentos mas riesgosos.

8 Política de inversión: documento realizado entre el administrador de un portafolio y el cliente, que define los lineamientos y reglas generales que debe seguir el administrador.

financieras futuras o mejor conocidas como pasivos laborales. La naturaleza y comportamiento de estas obligaciones son inciertos y generalmente complejos; por lo tanto el establecimiento de la política de inversión para los planes de pensiones con esquemas de beneficios definidos representa complejidad.

El compromiso del patrocinador en planes de esquemas BD es concerniente a la jubilación de los empleados (lo que el empleado se llevará cuando se retire).

Los activos del plan de pensiones financian o fondean el pago de las pensiones (pasivos), por lo tanto el rendimiento de un plan de pensiones debe ser juzgado en relación con el buen funcionamiento de los activos respecto de sus pasivos, aunque también sea medido en términos absolutos. Por lo tanto el comprender los pasivos de pensiones es importante para establecer una política de inversión coherente.

El patrocinador del plan se tiene que valer de un actuario para la estimación de los pasivos de pensiones⁹. La estimación de los pasivos engloba la modelación de la mortalidad y la fuerza de trabajo proyectado hacia el futuro, la determinación de los salarios y su crecimiento, la estimación de las probabilidades de jubilación anticipada, entre otros factores (como invalidez, despido, etc.)

A continuación se presenta la descripción de los pasivos de un plan de pensiones de BD.

Pasivos de un fondo de pensiones:

- Obligación por beneficios definidos (OBD). Parten del valor presente de los beneficios de pensión, suponiendo que el plan terminará inmediatamente , pero considera los flujos futuros proyectados si es que los beneficios estuvieran ligados al nivel del salario final. Por tanto, incluyen el impacto de los aumentos de compensaciones y es una medida razonable para el cálculo de los pasivos de pensiones de una empresa en marcha que no tiene previsto poner fin a su plan de beneficios definidos. El estado del fondeo generalmente es comparado con este cálculo de pasivos.
- Valor presente de las obligaciones totales (VPOT). Esta es la medida más completa, de los pasivos de un plan de pensiones, éste se puede definir como el valor presente de los beneficios acumulados y proyectados, incluyendo incrementos de las compensaciones proyectadas en el futuro.

⁹ Valuación actuarial de Pasivos Laborales.

Es importante tener en cuenta las divisiones de la población del plan, los ya jubilados y los empleados activos¹⁰. Esto es importante ya que, como los jubilados se encuentran recibiendo los beneficios, en cuanto más grande sea el número de jubilados se deberá contar con flujos de dinero disponibles para hacer frente a estas obligaciones de corto plazo, por lo que tan grande sean estas obligaciones también lo será la necesidad de la liquidez.

1.1.2.3 Planes Híbridos.

Durante la década de 1990, muchos empleadores llegaron a la conclusión de que ni el tradicional esquema de beneficios definidos o la estructura de contribuciones definidas cumplían con los objetivos en los planes de pensiones. Los Planes híbridos comenzaron a emerger como la combinación de las características de planes de beneficios definidos y de contribuciones definidas.¹¹ Ejemplos de planes híbridos incluyen los planes de saldos de caja, planes de pensiones de renta variable, los planes de beneficios objetivos y planes de piso. Estos planes tratan de combinar algunas de las características más valiosas de un plan de contribuciones definidas (tales como la portabilidad, facilidad de administración, y la facilidad de comprensión) con las características más valiosas de un plan de beneficios definidos (garantías de beneficios, recompensas por años de servicio, y la capacidad de vincular el pago de la jubilación a un porcentaje del salario).

A continuación se describe el funcionamiento d un plan de saldo de caja.

Un plan de saldo de caja: Es un plan de beneficios definidos, en el que el empleador asume el riesgo de inversión. Sin embargo los empleados, lo perciben como un plan de contribuciones definidas, ya que se proporciona un informe personalizado que muestra el balance de su cuenta, contribución anual y ganancias. La contribución generalmente es un porcentaje del pago basado en la edad del participante, mientras que las ganancias son un porcentaje del incremento del saldo de la cuenta que normalmente se encuentra atado a tasas de interés a largo plazo. En realidad el saldo de la cuenta es hipotético, porque a diferencia de un plan de contribuciones definidas, el empleado no tiene una cuenta separada. Algunos planes permiten elegir entre las opciones de inversión de renta fija y de renta variable, lo que introduce el riesgo de inversión para el empleado.

Los planes de saldo de caja por lo general no son planes planteados así originalmente, sino que son planes tradicionales de beneficios definidos que han evolucionado, con el fin de obtener algunas de las características de un plan de

¹⁰ Empleados activos: aún siguen haciendo aportaciones al plan de pensiones.

¹¹ (Blake, Pension Finance, 2006,p 392)

contribuciones definidas¹². Algunos de estos planes han sido criticados por ser injustos para los trabajadores mayores, ya que estos al contar con una antigüedad mayor les pudo haber significado mayores beneficios de jubilación obtenidos, que en comparación con el esquema de beneficios ofrecidos por el plan de saldo de caja. En respuesta a estas críticas, algunas empresas han ofrecido una cláusula a los trabajadores mayores, que les permite elegir entre unirse a un plan de saldo de caja nuevo o continuar con el plan de beneficios definidos tradicional existente.

1.2 Panorama nacional de planes de pensiones privados.

La CONSAR (Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro) a través del registro electrónico de los planes de pensiones privados provee información estadística, acerca del comportamiento histórico de los planes de pensiones.

A cifras de finales del primer trimestre del 2012 se tenían 2002 planes privados de pensiones, a su vez patrocinados por 1,822 razones sociales, el total de activos rondaba los 416,483 millones de pesos. El 58% de los planes eran de beneficio definido, 9% eran de contribución definida y 33% eran planes híbridos.

Estadísticas de la CONSAR¹³ señalan una tendencia hacia la implantación de planes de pensiones con esquemas de contribución definida y planes híbridos, esto tomando en cuenta los nuevos planes registrados en el año 2011 que cuenta con 54% híbridos y solo 21% de BD, sin embargo los datos correspondientes a los primeros cinco meses del 2012 indican lo contrario con la implementación de 54% de BD.

La mayoría de los planes tienen como objetivo el generar un beneficio adicional al ofrecido por la seguridad social¹⁴, es decir independientemente de los beneficios que se generen con las instancias de seguridad social; el resto de los planes de pensiones están pensados como un complemento al beneficio otorgado por la seguridad social.

En las estadísticas se muestra una tendencia creciente por la creación de planes de pensiones privados, teniendo que el 65% del total de planes no tiene más de 10 años de antigüedad. A su vez las poblaciones a las que cubre estos planes son jóvenes con lo que tenemos 94% de participantes activos éstos teniendo una edad promedio de 38 años con una antigüedad promedio de 9 años. (CONSAR, 2013)

¹² El aumento en costos por pensión ha ido aumentando los planes de CD, y como paso intermedio se crean planes híbridos.

¹³ (CONSAR, 2013)

¹⁴ IMSS, ISSTE etc.

Del universo de planes solo el 39% presenta fondeo suficiente, esto es que el 39% de los planes tiene activos con un valor igual o mayor a los pasivos originados por los beneficios de pensión. Cabe destacar que la legislación vigente es cautelosa y restrictiva en cuanto a los pasivos de pensiones sin embargo no tiene el mismo tratamiento para los activos, y mucho menos en cuanto a la identificación y gestión de riesgos de los planes de pensiones.

Siguiendo las estadísticas presentadas por la CONSAR, recabamos datos de la edad promedio de jubilación para estos planes la cual es de 59 años y una antigüedad en promedio de 25 años, y la edad promedio de los participantes en el mercado de planes de pensiones es de 38 años y 9 años de antigüedad. Tomando en cuenta las edades promedio proporcionadas por estadísticas de la CONSAR y aunado con el descalce de aproximadamente 61% de los planes de pensiones, podemos concluir que se necesita implementar una gestión a los planes de pensiones para poder asegurar el ahorro de los trabajadores, intuitivamente se puede observar una problema sistémico.

1.3 Riesgos Financieros de los Planes de Pensiones.

Al identificar y cuantificar los riesgos de un plan de pensiones, los patrocinadores deben de tener en cuenta el estatus del plan, el estado financiero y su rentabilidad, exposición a riesgos tanto del fondo como del patrocinador y las características del plan. El objetivo de la identificación de los riesgos es siempre asegurar la correcta interacción de los pasivos con los activos, es decir que el fondo de pensiones sea igual o mayor a las obligaciones.

Un plan sobre-fondeado pudiera tener rendimientos negativos, sin que esto pusiera en peligro la correcta cobertura de los pasivos por el fondo de pensiones, ya que el superávit que existe de activos actúa como amortiguador. Por lo tanto la capacidad del patrocinador para asumir riesgos de inversión en el plan se incrementa con el exceso de fondos en relación a los pasivos. Un plan de pensiones sub-fondeado¹⁵ pudiera causar la necesidad de toma de riesgos por parte del patrocinador para alcanzar un mejor fondeo de los pasivos, sin embargo considerando esto, un plan de pensiones sub-fondeado tiene menor capacidad para tomar riesgos, porque ya existe un déficit de fondeo.

Si resulta que el plan no está del todo fondeado, el patrocinador del plan tiene la obligación de hacer aportaciones, pero la situación económica y rentabilidad del patrocinador pueden afectar el que haga estas contribuciones.

¹⁵ Sub-fondeado: el valor del fondo de pensiones es menor que los pasivos de pensiones.

Los principales riesgos a los que se encuentra expuesto un plan de pensiones son:

1. Riesgo de tasa de interés: En el caso de que al momento del retiro se reciba una anualidad de pensión y que las tasas de interés sean bajas en ese momento.
2. Riesgo de longevidad: El riesgo de que los beneficiarios vivan más de lo presupuestado en sus ahorros.
3. Riesgo inflacionario: El riesgo de que la inflación futura reduzca el poder adquisitivo de los ahorros para el retiro.
4. Riesgo de conservación de derechos: el riesgo de que los beneficios no sean completamente transferibles en caso de cambio de trabajo.
5. Riesgo de insolvencia del patrón: el riesgo de que el plan de pensiones sea deficitario (los pasivos sean más grandes que los activos), y que a su vez el patrón sea insolvente.

1.3.1 Riesgos en planes de esquemas de Contribuciones definidas.

Los planes sujetos a este esquema están expuestos a todos los riesgos expuestos anteriormente, excepto el de conservación de derechos y el riesgo de insolvencia del patrón, una de las características de estos esquemas son la portabilidad: los fondos que el miembro del plan pueden ser transferidos si cambia de patrón, así como el fondo de pensión es manejado como un portafolio de activos al cual el patrocinador del plan no tiene acceso.

El riesgo de inversión es lo más preocupante en el esquema de CD, aunque éste puede ser controlado con un marco de inversión adecuado para los miembros del plan, así como la correcta clasificación de tolerancia de riesgo dependiendo de la edad del participante del plan. Los principales problemas relativos a la inversión para los planes de contribuciones definidas son:

1. Diversificación¹⁶. El patrocinador del plan debe ofrecer un menú de opciones de inversión que permita a los participantes la construcción de portafolios adecuados.
2. Acciones de la empresa. La tenencia de acciones de la empresa patrocinadora debe limitarse y permitir que los activos de los participantes estén adecuadamente diversificados.

¹⁶ Diversificación: Técnica de administración de riesgos, que incorpora al portafolio de inversión una variedad de tipos de inversión, con el objeto de reducir el riesgo.

Incluso para los planes de contribuciones definidas dirigidos por los participantes, el patrocinador del plan debería tener una política de inversión. En la política de inversión se documenta la forma en que el administrador del plan está cumpliendo con su responsabilidad fiduciaria de tener un adecuado proceso de selección de opciones de inversión ofrecidas a los participantes del plan, así como la evaluación periódica de las opciones ofrecidas a los participantes y, además, el establecimiento de la política de inversión pudiera ser mandataria legalmente. Las políticas de inversión de los planes de contribuciones definidas son bastante diferentes a las de los planes de beneficios definidos. Una política de inversión para un plan de contribuciones definidas establece los procedimientos para asegurarse de que un gran número de objetivos y limitaciones pueden ser alcanzados correctamente. En el entorno del plan de contribuciones definidas, el patrocinador del plan no establece objetivos y limitaciones, sino que los participantes del plan escogen su perfil de riesgo y sus objetivos de rendimiento y limitaciones. El patrocinador del plan puede ofrecer recursos educativos, pero el participante es el responsable de la elección de un perfil de riesgo, objetivos y rendimientos, en el cual refleja sus circunstancias personales financieras, metas, y su tolerancia al riesgo.

1.3.2 Riesgos en planes de esquemas de beneficios definidos.

Algunas características del plan de pensiones es que pueden otorgar a los participantes opciones para acelerar el desembolso de las prestaciones, esto disminuye la tolerancia al riesgo del fondo debido a las necesidades de liquidez.

En el caso de la existencia de una buena parte de empleados longevos implicaría que los pasivos del plan de pensiones en general tuvieran una duración corta y una necesidad de mayor liquidez, lo que implica menor tolerancia al riesgo. Además, para un plan de pensiones con una fuerza de trabajo mayor, si el plan llegara a estar sub-fondeado, el patrocinador tendría menor tiempo para generar y hacer contribuciones al plan, por lo que aunado a los riesgos antes mencionados, tenemos que los riesgos a los que un plan de BD se encuentra expuesto son:

- Riesgo de Déficit del plan de pensiones: cuando los pasivos son mayores que el fondo de pensiones.
- Riesgo de Liquidez: el no tener efectivo disponible para poder llevar a cabo los pagos de beneficios.
- Duración de los pasivos: Dependiendo de la edad promedio del plan (se define como la duración Macauley que es la media de los pasivos de pensión ponderados por el valor presente de cada uno de ellos), será diferente el impacto de los riesgos de déficit y de liquidez.

El propósito principal de los activos de un fondo de pensiones con el esquema de BD es el financiar el pago de los pasivos de pensiones. Dado el que el régimen de inversión se encuentra atado al pago de pasivos, el riesgo relativo a los pasivos es importante y la gestión de los Activos/Pasivos sobre el riesgo de invertir es la preocupación primordial.

La gestión de los activos y pasivos¹⁷ es un subconjunto de la práctica global de la gestión de riesgos de una empresa que por lo general se centra en los riesgos financieros creados por la interacción de los activos y pasivos; porque dados los pasivos financieros, la gestión de activos y pasivos implica la administración del portafolio de activos cuyo objetivo es poder hacer frente a los pasivos. Para un plan de beneficios definidos, un concepto clave de gestión de activos y pasivos es el superávit del plan de pensiones, definido como los activos de pensiones a valor de mercado menos el valor actual o presente de los pasivos de pensiones.

Los planes de beneficios definidos pueden centrar un objetivo de riesgo con relación al nivel de volatilidad¹⁸ de superávit del plan de pensiones (la desviación estándar del superávit). Otro tipo de riesgo derivado de la gestión de activos y pasivos se relaciona con el riesgo de déficit con respecto a los pasivos del plan donde el riesgo de déficit es de que el valor del portafolio este por debajo de un límite mínimo definido durante algún horizonte de tiempo, esto puede ser visto como una probabilidad. El riesgo del déficit puede estar relacionado con alcanzar:

1. Un estado de fondeo del x% con respecto a la OBD, VPOT .
2. Una situación de fondeo por encima de cierto nivel que evite registrar contablemente un pasivo por pensiones en el balance bajo las reglas contables, y
3. Una situación de fondos por encima de cierto nivel umbral reglamentario.

La identificación de los riesgos puede ser útil para el patrocinador del plan para no verse en la necesidad de tener que desembolsar mayores contribuciones que las planeadas, para esto es necesario:

- Reducir la volatilidad de año en año de pago de las contribuciones futuras.
- Reducir al mínimo la probabilidad de hacer aportaciones futuras, esto aplica en el caso de que el plan tuviera un superávit y el patrocinador no estuviera aportando más fondos.

Las consideraciones de riesgo dadas anteriormente interactúan entre sí ampliamente. Por ejemplo, para que un plan pueda mantener su estado de

¹⁷ Gestión de Activos y pasivos: Técnica aplicada que consiste en coordinar los pasivos y activos para poder generar un rendimiento adecuado.

¹⁸ Volatilidad: El monto de incertidumbre de riesgo sobre el cambio del estatus del plan.

cobertura en el futuro, el patrocinador del plan podría tener que aumentar las contribuciones.

El reconocimiento de los factores de riesgo que interactúan en un plan de BD es una parte integral del establecimiento de los objetivos del patrocinador. Además de los objetivos de riesgo relativos a las obligaciones y contribuciones (que son características de la planificación de las inversiones de un plan de BD).

En resumen, el estatus del fondeo del plan, el estado financiero del patrocinador del fondo, las características del plan, y las características de la población de empleados adheridos al plan influyen en la tolerancia al riesgo y en el riesgo específico del plan. El patrocinador del plan puede documentar límites de riesgo, así para determinado déficit, sonarán las alarmas y se podrá hacer contribuciones adicionales al fondo, y así vigilar el riesgo total del plan de pensiones.

Un plan de BD está sujeto al riesgo de liquidez¹⁹, debido a que el fondo de pensiones recibe las contribuciones de parte del patrocinador y distribuye flujos de dinero correspondientes a los beneficios de los jubilados. El flujo neto de efectivo (pagos de beneficios menos contribuciones al fondo de pensiones) constituyen el requerimiento de liquidez del plan de pensiones. Por ejemplo, un fondo de pensiones paga \$ 100 millones por mes en beneficios de una base de activos de \$ 15 mil millones, y al no recibir contribuciones de pensiones por el patrocinador, se tendría un requisito de liquidez anual del 8 por ciento de los activos del plan. Durante el año, la base de activos necesita crecer a \$16,2 mil millones con el fin de cumplir los pagos de beneficios sin erosionar la base de capital.

Los siguientes problemas afectan el requerimiento de liquidez de los planes de pensiones de BD:

- Cuanto mayor sea el número de jubilados, mayor será el requerimiento de liquidez.
- Cuanto más pequeñas sean las contribuciones al fondo con relación a los desembolsos por concepto de pago de beneficios, mayor el requerimiento de liquidez. La necesidad de hacer aportes depende del estado de fondeo del plan. Para los patrocinadores de planes que tienen que hacer contribuciones regulares, con poblaciones jóvenes se necesitan bajos niveles de liquidez, con poblaciones mayores de edad ocurre lo contrario.
- Las características del plan, como la opción de la jubilación anticipada y la opción de los jubilados a tomar cantidades del fondo pueden crear

¹⁹ Riesgo de liquidez: también conocido como riesgo de flujo de efectivo, y se refiere a la imposibilidad de pagar las obligaciones. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007)

necesidades de liquidez mayores a las esperadas, y deberían de ser consideradas.

Cuando un fondo de pensiones tiene grandes requisitos de liquidez, debería de tener cierta cantidad de dinero en efectivo disponible o en posiciones de instrumentos de mercado de dinero para satisfacer esas necesidades.

La duración u horizonte de tiempo del plan de pensiones es importante para poder determinar la tolerancia al riesgo del fondo; si el plan en su mayoría tuviera jubilados la necesidad de liquidez dado el horizonte temporal establecido por la esperanza de vida de los jubilados sería mayor así como un déficit en el plan sería fatal, ahora bien si el caso fuera el contrario, es decir que la población del plan fuera en su mayoría joven el horizonte de tiempo en promedio estaría en función de la edad de retiro.

Cuadro 1: Factores que afectan la tolerancia al riesgo de un plan de BD (Tschmpion, Diegel, Takanashi, & Manguin, 2012)

Categoría	Variable	Descripción
Estatus del Plan	Fondeo del plan (Superávit o Déficit)	Mayor superávit o fondeo implican mayor tolerancia de riesgos.
Estado financiero del patrocinador del plan	Apalancamiento total, rentabilidad actual y proyectada	Apalancamiento bajo y buena rentabilidad esperada indican gran tolerancia al riesgo
Riesgos comunes del patrocinador y del plan de pensiones	La correlación entre los ingresos del patrocinador y de los rendimientos de los activos del fondo de pensiones	Menor correlación permite mayor tolerancia de riesgo
Características de la población del plan de pensiones	Edad de la población del plan, relación entre activos y retirados.	Población joven y mayor proporción de empleados activos, implica una mayor duración de los pasivos y gran tolerancia al riesgo

1.4 Gestión de Activos y Pasivos.

Los activos de pensiones existen para hacer frente o liquidar las promesas hechas por los patrocinadores del plan a los participantes y beneficiarios, es decir el pasivo por pensiones. De esto se desprende que las políticas de inversión en un plan de pensiones deben establecerse en una manera que explícitamente integre las exposiciones del pasivo de pensiones. El excluir a los pasivos en el análisis en un plan de pensiones es incorrecto, pudiera suceder que el portafolio de activos construido pudiese ser apropiado en un marco de gestión de activos sin embargo en un plan de pensiones se está expuesto al riesgo implícito de los

pasivos el cual debe de considerarse al evaluar los rendimientos obtenidos dado el riesgo de los pasivos. Se pueden diseñar políticas eficientes de inversión al asegurarse que las exposiciones de riesgo del pasivo estén consideradas.

Algunos patrocinadores de planes de pensiones no tienen identificadas explícitamente las exposiciones fundamentales y económicas de los pasivos. En cambio, se centran en el manejo de un portafolio de activos solamente. Este es el paradigma de los planes de pensiones dado que su esquema de contribuciones, los costos, y el balance están sobre la base de una relación entre activos y pasivos, y en consecuencia se vuelve primordial el mitigar el impacto de un descalce entre ellos. Muchos administradores de planes de pensiones seleccionan portafolios tomando en cuenta la frontera eficiente de activos solamente, confiando en los cálculos actuariales y ajustes contables para mantener la relación entre activos y pasivos relativamente estables durante el horizonte de corto plazo.

La selección de portafolios de activos desde la perspectiva del activo solamente, supone implícitamente que el pasivo no tiene ningún riesgo, o al menos ninguno relacionado con los mercados financieros, es decir que la exposición del pasivo no toma en cuenta factores relacionados con el mercado, como las tasas de interés, la inflación o el crecimiento económico. Sin embargo, los pasivos de pensiones, que en sí representan el valor actual de los beneficios futuros, por su propia naturaleza son impulsados por la economía y tienen muchas exposiciones relacionadas con los mercados financieros además de la demográfica. El no integrar estas exposiciones riesgosas de los pasivos puede dar lugar a políticas de inversión ineficientes cuando se mida la inversión activa contra pasivos, ya que los activos pudieran estar expuestos a un riesgo excesivo sin recompensa en relación con los pasivos.

Por ejemplo, en la década de los 90 los mercados financieros presentaron una tendencia alcista y, posteriormente, comenzando la década de los 2000 una mala racha en los mercados bursátiles y la tasas de interés. Experiencias pasadas y las crecientes preocupaciones regulatorias a nivel mundial en el tema de pensiones crean una mayor inquietud por diseñar estrategias de inversión que integren de mejor forma los activos y los pasivos.

Por lo tanto, en el marco de inversión de un plan de pensiones debería de considerarse el pasivo siendo éste un pasivo económico²⁰ con el cual nos referimos a un pasivo que se encuentra atado a factores macroeconómicos, este marco cambia fundamentalmente la relación entre activos y pasivos dado el pasivo económico (que se convierte en el punto de referencia de la inversión), siendo este esquema considerado de bajo riesgo.

²⁰ Pasivo Económico: hace referencia sobre un saldo, el cual está relacionado con factores macroeconómicos. (Blake, Pension Economics, 2006, p51)

Dado que no existen activos capaces de imitar la duración de los pasivos de pensiones se debe crear un punto de referencia de la inversión construyendo un portafolio de activos que imite de manera efectiva a los pasivos de pensiones.

Cuadro 2: Perspectivas de Activos y Pasivos (Meder & Staut, 2012)

	Riesgo de Activos	Riesgo de Pasivos
Exposiciones a los riesgos del pasivo	Ninguno	Estructura de las tasas de interés, inflación, crecimiento económico
Inversión libre de riesgo	Efectivo	Pasivos imitando el portafolio de activos
Inversiones de riesgo bajo-moderado	Baja correlación entre activos	Alta correlación con el pasivo

1.4.1 El riesgo del plan de pensiones.

El desarrollo del correcto punto de referencia de la inversión depende del horizonte de inversión y esto ayuda a una correcta definición de riesgo de la inversión.

Si el patrocinador del plan define el riesgo del plan de pensiones, como el riesgo de que los activos no cubran satisfactoriamente los pasivos durante el próximo año, entonces se tendría que centrar en exposiciones de riesgo a corto plazo, con los pasivos impulsados por los mercados financieros. Este enfoque captura la exposición del pasivo a cambios en el corto plazo en la estructura de tasas.

El modelado de la exposición a la estructura de tasas solamente captura parte del riesgo del pasivo de pensiones. "El tamaño de las pensiones que las corporaciones pagarán en los próximos años tendrá poco que ver con el nivel actual de tasas de interés a largo plazo" (Bernstein & L., 1998); " Los que actúan como si el mundo se definiera sólo por flujos de efectivo y exposición a la tasa de interés, duración y dedicación, ven solo una parte del activo / pasivo" (Gold & Bookstaber, 1988). Con el fin de ver la imagen completa del riesgo de inversión de los fondos de pensiones, también hay que tomar en cuenta la volatilidad de pagos de beneficios futuros estimados y cómo evolucionan en el tiempo. Por lo que la medición del riesgo del plan de pensiones debería de tener la capacidad de atender los dos horizontes, de largo y corto plazo.

Para las empresas con un plan de pensiones en curso, el riesgo es tanto la volatilidad a corto plazo de los costos del plan y el riesgo a largo plazo de que los activos de pensiones sean insuficientes para liquidar el pasivo de pensiones. Por

lo tanto, el modelado del pasivo de pensiones debería tomar en cuenta los dos horizontes, y considerar el futuro valor de los pasivos y cuál es la mejor manera de cubrirlos a medida que éstos van evolucionando. De aquí nos interesa tener una mejor visión de los riesgos financieros inherentes en el pasivo.

1.4.2 Pasivos de pensiones descompuestos.

Los pasivos de pensiones varían en valor como lo hacen los activos, y con el fin de medir el riesgo de inversión relativa a los pasivos se debe de entender qué relación mantienen los activos y pasivos.

El valor de un pasivo puede determinarse en dos pasos:

1. La estimación de los pagos de beneficios futuros, es decir, las salidas de efectivo futuras, y
2. Estimar su valor en el presente, es decir traerlos a valor presente.

El riesgo del pasivo es la volatilidad que éste tiene y es atribuible a la volatilidad de la tasa de descuento utilizada la cual se encuentra en función del tiempo o duración del pasivo y a los pagos estimados de beneficios de pensión dichos pagos estimados de pensión se pueden ver afectados por salidas prematuras (separación de los empleados de la empresa).

La tasa de descuento utilizada para calcular el pasivo económico debe reflejar las exposiciones con los mercados financieros de los pagos de beneficios futuros. Por ejemplo, si los pagos de beneficios aumentan con la inflación entonces el punto de referencia de la inversión deberá tener un componente de tipo real y, entonces la tasa de descuento utilizada debe reflejar la prima de riesgo utilizada por el mercado para descontar flujos de efectivo vinculados a la inflación.

Los beneficios de pensiones no se conocen con certeza, presentan volatilidad atribuible a la volatilidad de los salarios, la inflación, y muchos otros factores no relacionados con los mercados, o factores de crecimiento atribuible a los costos de servicios en el futuro, nuevos participantes y otros factores.

Las causas de incertidumbre en los beneficios de pensión varían de acuerdo al grupo demográfico. Por lo tanto, el modelado de las variaciones en la estimación de beneficios es más sencillo si se descomponen los beneficios en grupos demográficos, cuyos beneficios son impulsados por diferentes niveles de exposición al riesgo. Estas exposiciones pueden ser de atribuibles a los mercados financieros o no.

1.4.3 Las exposiciones relacionadas con los mercados financieros.

1.4.3.1 Población pasiva.

Estos son los beneficios atribuibles a la población que actualmente recibe el pago de pensiones o población que ya no se encuentra trabajando para la empresa y se les debe un beneficio, pero aún no han comenzado a recibir pagos de beneficios (diferidos). Los pagos de beneficios estimados para este grupo son fijos, en un sentido relacionado con el mercado, a menos que se encuentren indexados a la inflación o al nivel del salario mínimo vigente, por ejemplo, con el fin de proteger el nivel de vida de los jubilados.

Si la población pasiva no tiene protección contra la inflación, entonces el pago de estos beneficios tiene la misma estructura que un bono de tasa fija, siendo así el único riesgo es el de la tasa, si se logra construir un portafolio de activos que igualara en plazos a los pasivos con la misma tasa de referencia se tendría una exposición al riesgo de tasa nulo. Ahora, si los beneficios están ligados a la inflación, entonces el valor del pasivo evoluciona con el nivel de la inflación, en este caso el portafolio de inversión activo óptimo es aquel que tiene una mezcla de bonos en tasa real y en tasa nominal que logren igualar la mezcla de vencimientos a plazo de los pasivos. Si el plan de pensión tiene protección total a la inflación el punto de referencia sería un portafolio con el 100% de bonos a tasa real.

1.4.3.2 Población activa.

Estos son los beneficios atribuibles a la parte de la población que actualmente se encuentran activos y cotizantes dentro del plan de pensiones (empleados). Al modelar estos pagos de beneficios se tiene que dividir a los beneficios en dos componentes: los beneficios atribuibles a servicios pasados prestados y los salarios ganados (beneficios obtenidos) y los beneficios atribuibles a los servicios futuros y los salarios futuros (beneficios futuros).

- Los derechos adquiridos: Son los beneficios atribuibles a servicios pasados prestados y a los salarios anteriores ganados. Al igual que los beneficios de la población pasiva, estos beneficios son fijados en un sentido relacionado con el mercado a menos que se encuentren indexados a la inflación, con el fin de proteger el nivel de vida de los participantes. De manera de que si en el plan no existiera alguna protección contra inflación el punto de inversión sería un portafolio conformado por bonos en tasa nominal que igualaran los plazos de estos.

- Los derechos no adquiridos: Son los beneficios imputables a los salarios futuros por ser ganados, correspondientes a los servicios a ser prestados en el futuro, y los futuros participantes entrantes en el plan de pensión. Estos beneficios impulsan la evolución de la deuda a largo plazo, pero tienen muy poco impacto sobre el pasivo total del plan de pensiones en el corto plazo. Para la mayoría de los planes este tipo de beneficio dominará el pasivo total en el largo plazo. Por lo tanto en la medida en que estos beneficios estén cubiertos e impulsados por los mercados de capitales (crea la posibilidad de coberturas), éstos necesitan ser considerados hoy en día en el momento de determinar el punto de referencia de inversión.

Para los planes de pensiones congelados, el pasivo atribuible a los beneficios futuros es cero y entonces no tiene por qué ser considerado, es decir, para los planes congelados el pasivo por beneficios acumulados es la responsabilidad final del plan por lo que los beneficios tienen exposiciones con los mercados y éstos pueden ser imitados por una combinación de bonos nominales e indexados a inflación.

- Participantes Futuros: Por último, se completa la definición del pasivo al incluir los beneficios estimados atribuibles a los futuros participantes del plan. Para un plan cerrado a nuevos participantes, este pasivo es cero y para un plan en curso esta parte del pasivo rara vez es financiada, y estos beneficios son los más inciertos de todos los beneficios que componen el pasivo de pensiones. Entonces, deben ser excluidas del punto de referencia de la inversión.

Cuadro 3 Exposiciones inherentes a los mercados financieros y estrategias de cobertura. (Meder & Staut, 2012)

Parte de la referencia de inversión	Riesgos	Estrategia de cobertura
Población Pasiva	Estructura de tasas de interés	Bonos en tasa nominal
Población Activa-derechos adquiridos	Estructura de tasas de interés	Bonos en tasa nominal
Población Activa-derechos no adquiridos	Inflación, crecimiento económico, estructura de tasas de interés	Bonos en tasa real, Capitales, Bonos en tasa nominal

1.4.4 Riesgos no relacionados con los mercados financieros: Ruido Blanco.

Los pagos de beneficios estimados tienen exposiciones de riesgos de mercado y de no mercado. La incertidumbre en los pagos de beneficios de pensión que no

pueden ser atribuidos a los mercados financieros, se llama ruido blanco. Este lo podemos definir en dos componentes:

1. Incertidumbre demográfica: Las variables demográficas utilizadas por el modelo del actuario con probabilidades (se pudieran tener escenarios en el futuro bien diferentes a los propuestos por las probabilidades del actuario en el presente).
2. Incertidumbre del modelo: el caso en que las probabilidades utilizadas no fueran ciertas. Los modelos no contemplan cambios en función del tiempo, por ejemplo cada año la esperanza de vida va en aumento, sin embargo en muchas ocasiones se utilizan tablas estáticas. Este hecho es reconocido por algunas tablas como la EMSSA-09²¹.

Si las probabilidades en las que está basado el modelo del actuario están bien calculadas, el principal factor que provoca el ruido blanco del pasivo es el número de participantes del plan de pensiones. Se pueden utilizar métodos estadísticos para estimar este componente del ruido, entre más grande la población del plan menor el error en el cómputo del ruido del modelo estadístico, pero dada la naturaleza de la población el error del modelo es difícil de estimar. La precisión y las causas del ruido varían en gran medida dependiendo del tipo de pasivo con relación al grupo demográfico, ya sea el de la población activa o pasiva.

Aunque no se puede cubrir el ruido blanco, se debe tener en cuenta que entre más grande sea éste relativamente con el pasivo, entonces el pasivo será más difícil de cubrir.

Los pasivos de pensiones tienen exposición a riesgos de mercado y a riesgos atribuibles a supuestos de modelación. Por otra parte los activos se encuentran sujetos a riesgos de mercado como la tasa libre de riesgo, la inflación, la prima de riesgo²² y para el caso de renta variable la tasa de crecimiento.

En México, generalmente la inflación se aproxima por el cambio en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) (π), y la tasa real libre de riesgo (i_R) se aproxima por el retorno o rendimiento de los Certificados de la Tesorería (CETES) (i), menos el estimado de la inflación, es decir, $i_R = i - \pi$. Sin embargo, desde un punto de vista actuarial, la obtención de la tasa libre de riesgo debería ser calculada resolviendo la siguiente ecuación $(1 + i_R)(1 + \pi) = (1 + i)$. Las dos soluciones son muy cercanas cuando i_R y π son pequeñas.

21 Ver Circular S-22.2 de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, en su apartado tercero.

22 Prima de riesgo: relativo a la toma de bonos mas riesgosos que los gubernamentales. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007,p444)

En cuanto a la prima de riesgo, se realiza un análisis histórico, combinado con un ajuste hacia el futuro que ayuda a determinar la prima de riesgo definida como la diferencia entre el rendimiento del activo y la tasa libre de riesgo. Además, en lo que respecta al crecimiento se considera una relación a largo plazo entre la economía global y el mercado de valores.

Finalmente, lo antes descrito se puede resumir en las siguientes líneas:

Los activos y pasivos son valores económicos, que pueden ser modelados con los mismos factores subyacentes.

2 Nota Técnica

En el presente capítulo se describe de manera técnica las valuaciones y procesos involucrados para la estimación del valor del plan de pensiones, así como los cálculos requeridos para estimar el riesgo inherente en el plan.

La nota técnica la podemos dividir en los siguientes pasos de cálculo:

1. Valuación de activos.
2. Valuación de pasivos.
3. Métricas de riesgo.
4. Computo del Valor en riesgo.
5. Cómputo del rendimiento del fondo de pensiones.

2.1 Valuación de Activos

Desde el punto de vista de la economía financiera, los activos los podemos dividir en dos tipos: activos reales y activos financieros (también conocidos como bienes de capital, o de valores). Los activos reales se utilizan para el consumo corriente o de producción, y si se utilizan para la producción actual, son fuente del ingreso actual. Por otra parte, los activos financieros son derechos a futura producción o consumo, es decir propiedad de los ingresos futuros, en la forma de acciones, bonos, y valores derivados de los diversos tipos de activos, etc.

Los planes de pensiones, así como intermediarios financieros como bancos, aseguradoras, empresas o fondos de inversión, por lo general tienen sólo los activos financieros en la parte activa de su balance. A veces, aunque raras veces, los planes de pensiones pueden mantener activos reales, tales como bienes raíces, pero incluso entonces, dichos activos se llevan a cabo con fines de inversión, es decir, que se llevan a cabo con el fin de generar ingresos futuros para los participantes del plan, y por consiguiente, desempeñar el papel de los activos financieros.

El valor de los activos financieros se establece en los mercados de capitales²³, tales como bolsas accionarias, o los mercados de bonos. Existen diferentes maneras de reconocer el valor de los activos financieros, distintos entre sí por cuestiones contables y regulatorias, sin embargo solo mencionaremos las que nos son útiles para realizar el análisis necesario para el plan de pensiones, éstas son:

- Valuación a valores de mercado. Este método utiliza el valor de mercado de un activo, derivado de cómo sea intercambiado en los mercados

²³ Mercados de capitales: se refiere al lugar donde individuos e instituciones intercambian instrumentos financieros.

financieros. Para algunos instrumentos financieros, se usa un modelo matemático para el cálculo de su valor de mercado (esto es muy común con los bonos no comerciables o bienes inmuebles), como ejemplo podemos tomar las acciones cuyo precio no viene directamente dado del valor de una compañía sino más bien del valor que el mercado (oferta y demanda) le asigna.

- Método por flujos descontados (valuación completa). Este método es equivalente a la valuación estándar actuarial, si la tasa de interés de valuación es la misma. En este método se calculan los valores presentes de los flujos esperados futuros. La tasa de interés utilizada es la que se determina más adecuada para los efectos de la valuación (en los planes de pensiones, la tasa es establecida por el actuario), en particular los bonos son valuados por este método de valuación.

2.1.1 Valuación a valores de Mercado.

El valor de los activos contenidos en el fondo de pensiones, que sean valuados por este método se tomará directamente de un proveedor de precios²⁴, inclusive, para el caso de las acciones, el precio de éstas puede ser encontrado en distintos medios de información como la prensa, páginas web (Yahoo finance, Google finance etc.) o la misma Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Sin embargo, si en la valuación es importante el momento en que se está realizando, los proveedores de precios proveen información en tiempo real mientras que las otras fuentes no.

Los valores que tendremos bajo este método de valuación en nuestro fondo de pensiones serán acciones y sociedades de inversión²⁵ (solo serán las que sean distintas a renta fija).

2.1.2 Valuación completa

Esta valuación de activos financieros es realizada por flujos descontados.

Una valuación, se refiere a calcular el precio que debe de tener un instrumento financiero. Partimos de la suposición de que el valor de un instrumento financiero es igual al valor presente de sus flujos esperados, por lo que en general para estimar el precio de un instrumento financiero tenemos que:

24 Proveedor de precios: por ejemplo PiP, Valmer, Reuters, Bloomberg.

25 Sociedad de inversión: un vehículo de inversión el cual está formado por muchos inversionistas cuyo objetivo es invertir en bonos, acciones, etc. Son operados por un administrador el cual tiene lineamientos y reglas a seguir según el objetivo de la sociedad.

- Estimar los flujos de efectivo esperados.
- Determinar la tasa o tasas de interés adecuadas, que serán utilizadas para descontar los flujos.
- Calcular el valor presente de los flujos estimados, con las tasas determinadas adecuadas.

De manera general tendremos:

$$VP(F_t) = \frac{F_t}{(1 + i_t)^t}$$

en donde F_t , es el flujo de efectivo esperado al tiempo t del instrumento financiero, i_t es la tasa de interés efectiva anual utilizada para descontar el flujo de efectivo al tiempo t y $VP(F_t)$ es el valor presente del flujo de efectivo F_t . El precio del instrumento financiero, P, estará dado por:

$$P = \sum_{t \in T} VP(F_t)$$

En donde T es el conjunto de tiempos donde el instrumento financiero puede realizar pagos.

El precio de un bono es calculado, por medio de flujos descontados y en general existen 3 tipos de bonos:

- Bonos cupón-cero; este tipo de bono solo tiene un flujo (llamado Valor Nominal VN) y es al vencimiento o fecha de maduración t, la fórmula para calcular su precio es:

$$p \quad P = \frac{VN}{(1 + i)^t}$$

- Bonos a tasa fija; bonos cuyo cupón estará fijo desde el inicio y hasta su vencimiento, la regla cupón de cada bono nos indicará la temporalidad de los pagos de cupones, lo más común son pagos semestrales.
- Bonos a tasa flotante; Bonos cuyo cupón o tasa cupón está en función de una tasa de mercado o a algún índice económico de referencia. La fórmula para los bonos fijos y flotantes es la misma en esencia salvo por que en los bonos a tasa flotante se tiene que estimar el cupón mientras que en los de tasa fija no..

Ahora bien, en general el mercado mexicano de bonos lo podemos describir en Bonos gubernamentales o respaldados por el gobierno y bonos privados o

corporativos. A continuación se resumen los más importantes incluyendo su forma de valuación, mismas que serán aplicadas para lo correcta valuación de los diferentes instrumentos que podemos encontrar en el fondo de pensiones. Estos instrumentos los podemos dividir en:

1. Instrumentos Financieros emitidos por el Gobierno
2. Deuda bancaria
3. Deuda emitida por privados

A continuación se detalla la forma de valuación de cada uno de los anteriores mencionando los modelos de los instrumentos mas característicos del mercado, mismos cálculos que deberán ser aplicados a la composición del fondo de pensiones.

2.1.2.1 Instrumentos Financieros emitidos por el Gobierno.

Estos instrumentos son emitidos por la SHCP y a su vez respaldados por la confianza y el crédito del Gobierno Federal Mexicano, y principalmente tenemos instrumentos de renta fija e instrumentos considerados de principal fijo o instrumentos indexados a la inflación.

Los instrumentos de renta fija son los instrumentos financieros que pagan una tasa de interés fija en cada uno de sus pagos.

2.1.2.1.1 Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES)

Son instrumentos emitidos por el Gobierno Federal, cuyo valor nominal es de \$10 pesos y son bonos que no pagan cupón, esto es, se comercializan a descuento²⁶, no devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha de vencimiento. El plazo de éstos generalmente se encuentra dado en los siguientes 7 días, 28 días y 91 días.

El precio de un CETE puede ser valuado por la fórmula general para la valuación de un bono estándar:

$$P = VN * \left(1 - \frac{b * t}{360}\right)$$

en dónde:

²⁶ El precio del bono es colocado por debajo de su valor nominal, y al vencimiento de este se obtiene el valor total o nominal.

P: Precio del CETE

VN: Valor nominal del título

b: tasa de descuento del CETE

t: Plazo en días del CETE

2.1.2.1.2 Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija (BONOS)

Los Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija (BONOS) son valores gubernamentales, respaldados por el nivel crediticio del Gobierno Federal. Estos instrumentos son emitidos y colocados a plazos mayores a un año, pagan intereses cada seis meses y la tasa de interés se determina en la emisión del instrumento y se mantiene fija a lo largo de toda la vida del mismo.

Su valor nominal es de \$100 pesos, el plazo mayor a un año y los hay de 1,3,5 y 10 años, los títulos devengan intereses cada 6 meses o 182 días, pagan una tasa de interés fija acordada en la emisión de estos.

La fórmula general para la valuación del BONO es:

$$P = \sum_{j=1}^K (C_j * F_j) + (F_K * VN) - \left(C_1 \frac{d}{N_1} \right)$$

en dónde:

P = Precio limpio del BONO (precio sin intereses no devengados)

VN = Valor nominal del título.

K = Número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente.

d = Número de días transcurridos del cupón vigente.

N_j = Plazo en días del cupón j .

C_j = Cupón j , el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = VN * \frac{N_j * TC_j}{360}$$

TC_j = Tasa de interés anual que paga el cupón j.

F_j =Factor de descuento para el flujo de efectivo j. Se obtiene con la fórmula:

$$F_j = \frac{1}{\left(1 + r_j * \frac{N_j}{360}\right)^{j - \frac{d}{N_1}}}$$
$$F_j = \frac{1}{\left(1 + r_j * \frac{N_j}{360}\right)^{j - \frac{d}{N_1}}}$$

en dónde:

r_j = Tasa de interés relevante para descontar el cupón j.

El precio del BONO se compone de tres factores: el valor presente de los cupones restantes por cobrar, el valor presente del valor principal o nominal de BONO y los intereses devengados del cupón vigente. Se puede observar que cada uno de los cupones, así como el principal están descontados por una tasa de interés diferente, por lo que es necesario conocer o poder estimar una tasa de interés para cada factor de descuento (curva de rendimiento²⁷).

2.1.2.1.3 BONDES D. Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal

Su valor nominal es de 100 pesos. Se emiten a cualquier plazo, siempre y cuando este sea múltiplo de 28 días. Inicialmente se emitirán a plazos de 1 a 5 años. Los títulos devengan intereses en pesos cada mes. Esto es, cada 28 días o al plazo que sustituya a éste en caso de días inhábiles.

Fórmula general para valuar BONDES D:

$$P = \sum_{j=1}^k (C_j * F^j) + (F_k * VN) - I_{dev1} \quad (1)$$

donde:

P= Precio limpio del BONDE D.

²⁷ Curva de rendimiento: Línea que representa las tasas de interés en el tiempo, se construye con bonos que presentan la misma calidad crediticia pero diferentes vencimientos.

VN= Valor nominal del título.

I_{dev1} = Intereses devengados durante el período 1.

K=Número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente.

d= Número de días transcurridos del cupón vigente.

N_j = Plazo en días del cupón j.

C_j = Cupón j, el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = \begin{cases} VN * \frac{N_j * TC_j}{36000} & j = 2,3, \dots, K \\ VN * \frac{28 * TC_1}{36000} & j = 1 \end{cases}$$

TC_j = Tasa de interés anual del cupón j.

F_j = Factor de descuento para el flujo de efectivo j. Se obtiene con la fórmula:

$$F_j = \frac{1}{(1 + R_j)^{j - \frac{d}{N_1}}}$$

donde:

R_j = Tasa interna de retorno esperada para el cupón j.

$$R_j = (r_j + s_j) * \frac{N_j}{36000}$$

r_j = Tasa de interés relevante para descontar el cupón j.

s_j = "Sobretasa" asociada con el cupón j.

2.1.2.1.4 Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal denominados en Unidades de Inversión (UDIBONOS)

Son instrumentos de inversión que protegen al tenedor ante cambios inesperados en la tasa de inflación. Se colocan a largos plazos y pagan intereses cada seis meses en función de una tasa de interés real fija que se determina en la fecha de emisión del título. Son respaldados por el Gobierno Federal. Su valor nominal es de 100 Unidades de Inversión (UDIS), y estos puede ser de un plazo múltiplo de

182 días, generalmente son emitidos a plazos de 3,5 y 10 años, pagan cupón o interés cada 6 meses, la tasa de interés que pagan es fija, siendo esta establecida por el Gobierno Federal.²⁸

Para efectos de la colocación, pago de intereses y amortización, la conversión a moneda nacional se realiza al valor de la UDI vigente el día que se hacen las liquidaciones correspondientes.

El precio de un UDIBONOS está dado por la misma fórmula que los BONOS, sin embargo los cupones y el valor nominal se encuentran denominados en UDIS, por lo que aplicar la fórmula para los bonos se tendrá que convertir a pesos con el valor vigente de la UDI dado a conocer por Banco de México.

2.1.2.2 Deuda bancaria

En las siguientes secciones se describen las valuaciones de los instrumentos financieros, papel comercial, PRLV's, bonos bancarios y certificados de depósito.

2.1.2.2.1 Bonos Cupón Cero - Papel Comercial, Aceptaciones Bancarias y PRLVs²⁹.

Su valor de mercado se define por:

$$P_s = \frac{N}{1 + \frac{Z_T + S_T}{360} * T}$$

en dónde:

P_s = Precio de mercado.

N = Valor nominal.

Z_T = Tasa de descuento de la curva de tasa bancaria a la fecha de vencimiento.

S_T = Sobretasa correspondiente al riesgo crediticio.

²⁸ UDI: Unidad de inversión, son unidades de valor que se basan en el incremento de los precios y son usadas para solventar las obligaciones de créditos hipotecarios o cualquier acto mercantil. Se crearon en 1995 con el fin de proteger a los bancos y se enfocaron principalmente en los créditos hipotecarios. Referencia de www.banxico.org.mx.

²⁹ Papel comercial: Instrumento de deuda a corto plazo, sin colateral y generalmente emitido por una corporación.

Aceptación bancaria: emisión por parte de un banco que respalda un préstamo a una empresa privada, no cuenta con garantía.

PRLVs- Pagares con rendimiento liquidable al vencimiento: títulos a corto plazo emitidos por instituciones de crédito.

T = Plazo al vencimiento.

2.1.2.2.2 Bonos Bancarios y certificados de depósitos³⁰.

De tasa Fija, su valor de mercado se define por:

$$P_s = \sum_{i=1}^l \frac{r \cdot N \cdot \frac{p}{360}}{[1 + (r_0 + S_t)]^{v+i}} + \frac{N}{[1 + (r_0 + S_t)]^{v+l}}$$

Donde:

$$t(i) = (v * i) + p$$

P_s = Precio de mercado.

N = Valor nominal.

P = Periodo de pago de cupones.

r_0 = Tasa del instrumento considerado como referencia aplicable al cupón a la fecha de valuación.

r = Tasa de cupón especificado en los términos y condiciones del instrumento.

S_t = Sobretasa estimada para el tiempo t.

v = Fracción por vencer del cupón vigente.

Para obtener el precio de mercado de los CD y Bonos Bancarios se usa la tasa de descuento estimada a partir de la información del instrumento gubernamental más cercano como referencia de descuento.

De tasa variable, su valor de mercado se define por:

$$P_s = \frac{r^- \cdot N \cdot \frac{p}{360}}{\left[1 + (r_0 + S_t) \cdot \frac{p}{360}\right]^v} + \sum_{i=1}^l \frac{r_A \cdot N \cdot \frac{p}{360}}{\left[1 + (r_0 + S_t) \cdot \frac{p}{360}\right]^{v+i}} + \frac{N}{\left[1 + (r_0 + S_t) \cdot \frac{p}{360}\right]^{v+l}}$$

en dónde:

³⁰ Certificado de depósito (CD): Título utilizado para facilitar la comercialización e importación de mercancía, un banco lo emite en intercambio de la mercancía.

$$t(i) = (v * i) + p$$

$r_A = r_0 + \text{sobretasa.}$

$P_s = \text{Precio de mercado.}$

$N = \text{Valor nominal.}$

$p = \text{Periodo de pago de cupones.}$

$r^- = \text{Tasa de cupón vigente.}$

$r_0 = \text{Tasa de referencia aplicable a la fecha de valuación.}$

$S_t = \text{Sobretasa estimada para el tiempo t.}$

$v = \text{Fracción por vencer del cupón vigente.}$

2.1.2.3 Deuda emitida por privados

Las empresas o corporaciones con la intención de tomar dinero prestado, pueden elegir entre tomar un préstamo del banco o emitir instrumentos financieros de deuda como los bonos. Estos instrumentos que emite una empresa, están respaldados por el nivel crediticio del emisor (pudiendo este ser bueno o muy deficiente), en general guardan las mismas características que los ya vistos con anterioridad, siendo la diferencia entre éstos y los emitidos por el Gobierno Federal el nivel de cupón que tendrán que pagar.

La tasa cupón de estos instrumentos debe de compensar el riesgo adicional que se toma al adquirir deuda corporativa, dado esto la tasa que deberían de pagar sería la libre de riesgo (pagada por el Gobierno Federal en sus emisiones) más un adicional concerniente al riesgo de crédito³¹. Análogamente las tasas con las cuáles estos instrumentos deberán ser descontados tienen que ser las tasas o curva que refleja el riesgo de crédito adicional que se describió anteriormente.

La problemática generalizada de la operación de bonos privados, no siendo única en el mercado mexicano se origina en parte por su poco mercado (mercado secundario) y en parte por la gran variedad de opciones que aparecen en los diversos prospectos y que condicionan el flujo. Para poder reflejar un precio

³¹ Riesgo de crédito: al tratar con corporaciones generalmente se puede obtener una calificación, i.e. un indicador del nivel de solvencia del emisor, dependiendo de esta se asigna una sobretasa de mercado, dado el riesgo que tiene la deuda. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007,p444)

correcto de mercado se deben de tomar en cuenta referencias de mercado, el nivel crediticio actual del emisor y la liquidez en el mercado de los instrumentos³².

Los factores más importantes para el cálculo de los bonos privados son:

Referencias de mercado como tasas de interés: fija nominal, fija real, CETES, la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) y la fijación de referencias en el mercado de acuerdo con el plazo y duración.

Calificación Crediticia por las agencias calificadoras. La calificación toma en cuenta la capacidad de pago del emisor y el sector en el que se encuentra. Así mismo se considera que en la calificación se toma en cuenta:

i) Grado de subordinación.

ii) Fondo de garantías.

iii) Reservas o colaterales.

iv) Otros: amortizaciones, los derechos de pago adelantado y protecciones de tasa.

El criterio para bonos nacionales y en moneda extranjera es que cuando exista precio, rendimiento, o sobretasas disponibles, se toman sujetas a las condiciones descritas para los bonos. Utilizando la fórmula para valuar bonos privados se calcula el precio, si existe una tasa de rendimiento o a partir del precio se despeja la sobretasa dada una curva de referencia asociada al instrumento. Si en el futuro no existieran precios de mercado se utilizarían sobretasas establecidas con la curva de referencia apropiada al día de valuación para obtener un precio teórico que refleje el movimiento de los mercados.

2.1.2.3.1 Bonos Corporativos de cupón cero:

Para el caso de deuda corporativa se refiere principalmente a Papel comercial que son títulos empresariales con término menor a 1 año.

Su valor de mercado se define por:

$$P_T = \frac{N}{1 + (Z_T + S_E(T)) \cdot \frac{T}{360}}$$

³² El riesgo de liquidez en este tipo de instrumentos es alto, es decir que puede que no haya mercado secundario para este tipo de deuda, lo cual crea una pérdida de valor de está al no poder vender cuando uno lo desea. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007,p 275)

en dónde:

P_T = Precio actual de Mercado.

N = Valor nominal acordado al momento de la emisión.

Z_T = Tasa de descuento bancaria al plazo T .

$S_E(T)$ = Sobretasa empresarial en función del riesgo emisor (E) y el plazo a vencimiento (T).

2.1.2.3.2 Bonos corporativos con cupón.

El método general utilizado para valuar estos bonos es el siguiente. Su valor de mercado se expresa por:

$$P_s = \frac{i^* \cdot N \cdot \frac{p}{360}}{\left[1 + (i_0 + S_t) \cdot \frac{p}{360}\right]^v} + \sum_{j=1}^l \frac{i_A \cdot N \cdot \frac{p}{360}}{\left[1 + (r_0 + S_t) \cdot \frac{p}{360}\right]^{v+j}} + \frac{N}{\left[1 + (i_0 + S_t) \cdot \frac{p}{360}\right]^{v+l}}$$

Donde:

$$t(i) = (v * i) + p.$$

$i_A = i_0 +$ sobretasa; i_A representa la tasa cupón.

P_s = Precio de mercado.

N = Valor nominal.

p = Periodo de pago de cupones.

i_0 = Tasa de referencia aplicable a la fecha de valuación.

S_t = Sobretasa estimada para el tiempo t .

v = Fracción por vencer del cupón vigente.

2.1.2.3.3 Bonos corporativos en estado de observación, default o incumplimiento³³.

³³ Bonos en incumplimiento: deuda que no ha sido pagada como se acordó contractualmente, no se han pagado los intereses o amortizaciones pactadas.

Estas reglas aplican para todos los instrumentos, tales que se encuentren en estado de observación. En principio para que un instrumento entre en estado de observación, es necesario que se encuentre en un estado ilíquido hasta que no haya recuperado sus niveles habituales de operación.

El precio de cada instrumento sería el valor descontado de sus flujos esperados, es decir:

$$P = \sum_{i=1}^N \frac{f_i}{\left(1 + y \left(\frac{pzo_c}{360}\right)^{pzo_i/pzo_c}\right)}$$

en dónde:

P = Precio del instrumento.

f_i = i-ésimo flujo esperado.

y = rendimiento de referencia del instrumento.

pzo_i = Plazo al vencimiento del i-ésimo flujo esperado.

N = Número de flujos esperados.

Así mismo cada flujo esperado se calcula de la siguiente forma:

$$f_i = (1 - p_i) \cdot C_i + p_i \cdot R \cdot C_i^{34}$$

$$C_i = \begin{cases} VN_i \cdot r_i^{CPN} \cdot \frac{pzo_i^{CPN}}{360} & \text{sin amortización} \\ VN_i & \text{con amortización} \end{cases}$$

en dónde:

f_i = i-ésimo flujo esperado.

p_i = Probabilidad de default al i-ésimo plazo.

C_i = i-ésimo flujo de efectivo planteado en el prospecto.

³⁴ La idea detrás de esta ecuación es un valor esperado, donde la función de probabilidad esté dada por $\{p_i, 1-p_i\}$, i.e., una Bernoulli y la función de la variable aleatoria es C_i o $R \cdot C_i$

R = Tasa de recuperación³⁵.

VN_i = i-ésimo valor nominal.

r_i^{CPN} = Tasa del i-ésimo cupón.

pzo_i^{CPN} = Plazo del i-ésimo cupón.

VN_i' = Valor nominal del i-ésimo flujo correspondiente a la amortización.

2.2 Valuación de Pasivos

Los pasivos del fondo de pensiones son calculados como el valor presente de los beneficios futuros prometidos, este cálculo es realizado escogiendo una tasa de descuento que cumple las suposiciones actuariales³⁶, dado esto existe una diferencia entre las valuaciones actuariales y la valuación en sentido económico de los pasivos de pensiones. Es importante mencionar que en materia de contabilidad y revelación de pasivos de las empresas, existen normas que establecen condiciones específicas para la determinación de los pasivos.

La elección de la tasa de descuento por parte del actuario generalmente debería reflejar el pasado o la proyección del desempeño de la inversión futura en el fondo. La siguiente ecuación introduce la valuación del valor presente con los supuestos usados por el Actuario:

$$P_0 = VP(P_1) = \frac{P_1}{1+i}$$

donde:

P_i = Pasivos del fondo al tiempo i.

VP() = Función valor presente de.

i = tasa de descuento actuarial.³⁷

El empleo de estas suposiciones u otras parecidas está muy alejado del sentido económico que debiera tener el tratamiento de estos flujos de dinero (presentes o futuros). Para darle un manejo estrictamente económico, financiero y congruente con la valuación de los activos del plan de pensiones, se utiliza la tasa libre de

35 Tasa de recuperación: Tasa estimada que representa el % de bienes o activos del emisor, de los que se puede disponer para liquidar a los inversionistas. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p 427)

36 Inflación futura, tasa de mortalidad, etc.

37 La tasa de descuento anual $1*(1-d)$, es igual a $1/(1+i)$ en el contexto de las valuaciones actuariales.

riesgo es decir la tasa que paga el gobierno de cada país a través de sus instrumentos financieros , que en México son CETES, Bonos etc.

$$P_0 = VP(P_1) = \frac{P_1}{1+r}$$

donde:

P_i = Pasivos del fondo al tiempo i.

VP()= Función valor presente de.

r= tasa libre de riesgo.

Al descontar los flujos actuariales esperados por beneficios de pensión usando la tasa libre de riesgo, se obtiene una mejor cuantificación de la carga financiera de la compañía por los pasivos de pensiones. **Es la misma métrica que los mercados financieros usan para valorar el valor presente de sus flujos futuros de los instrumentos financieros (Bonos).**

Ahora si tuviéramos un plan de pensiones sin fondo de pensiones pudiera ser mas correcto utilizar una tasa de descuento que refleje la inflación (la tasa real, es decir el poder adquisitivo a través del tiempo), teniendo así una tasa pequeña reflejando una mayor carga financiera debido al pasivo desnudo que tiene la empresa en su alcance.

El descontar o traer a valor presente los pasivos de pensiones con una tasa mayor, resulta en que el valor presente es menor que el resultante con la tasa libre de riesgo, esto solo influye en una incorrecta atribución de la gestión de los activos-pasivos. El pasivo o beneficio prometido no puede ser cambiado por la elección de la tasa de descuento, si se usa la tasa de descuento incorrecta el valor presente de estos pasivos está mal valuado. Si los activos del fondo exceden el valor presente de los futuros reclamos de pensión solo cuando estos están descontados a una tasa mayor, los beneficios o ingresos esperados de los activos fallarán en atender los reclamos futuros.

2.2.1.1 Principio de coherencia de la Valoración de Activos y Pasivos.

Este tema se puede revisar a profundidad en (Gajek & Ostaszewski, 2004). Cuando los pasivos del plan de pensiones tienen valor de mercado establecido, el uso de la valuación a mercado de los activos es apropiada y necesaria. Sin embargo, si el valor de mercado de los pasivos no es conocido, entonces la metodología de valoración de activos debería de ser coherente con el método utilizado para la valuación de los pasivos.

Cabe señalar que los valores a mercado, es decir, valores económicos reales, de los activos y los pasivos pueden tener efectos adicionales sobre la gestión y las operaciones de los planes de pensiones, más allá de los estados contables. Si los activos y pasivos se valoran consistentemente, pero de una manera muy alejada de su valor a mercado, clientes y competidores pudieran percibir esto como una oportunidad de arbitraje³⁸, esto es, si los valores contables divergen del valor de mercado y de alguna manera se encuentran disponibles. Por lo tanto, la coherencia de la valoración de los activos y pasivos para la gestión del plan de pensiones, debiera ser vista en el contexto de consistencia análoga en la percepción de los clientes, competidores y reguladores.

2.3 Medidas de riesgo empleadas para los activos y pasivos del fondo de pensiones.

Ahora bien, ya que tenemos valuados a precios de mercado tanto los activos como pasivos del plan, corresponde medirles el riesgo, dado esto continuamos con la medición de los factores de riesgo que afectan los diferentes instrumentos y pasivos del plan de pensiones. A continuación se describen los factores a los que se encuentra expuesto un activo o pasivo financiero, y se abordan formas de medirles el riesgo, para concluir con las medidas a utilizarse en el plan de pensiones.

1. Sensibilidad a la tasa de interés (para posiciones cuya valuación provenga de una fórmula)
2. Riesgo-rendimiento a partir del CAPM (para posiciones cuya valuación se desprenda de la oferta y demanda de los mercados financieros)
3. Volatilidades y correlaciones.

2.3.1 Riesgo a una tasa de interés.

El precio de un bono estándar cambia de valor en dirección opuesta al valor de las tasas de interés o rendimientos³⁹. Es decir, cuando las tasas de interés suben, el precio de un bono disminuirá; cuando las tasas de interés caen, el precio de un bono aumentará. Por ejemplo, un bono con un rendimiento de 6% a un vencimiento de 20 años, si los inversionistas requieren un rendimiento de 6% para comprar este bono su precio sería de \$ 100, sin embargo, si el rendimiento requerido por el mercado aumenta a 6.5%, el precio de este bono se reduciría a \$

38 Arbitraje: lograr ganancia sin tomar riesgo alguno, al obtener un instrumento financiero a descuento y poder venderlo a su precio de mercado.

39 Tasa de rendimiento: la tasa interna de retorno correspondiente a los flujos de efectivo es conocida como la tasa de rendimiento de un bono. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p 3-4)

94.4479, así, para un aumento de 50 puntos básicos en el rendimiento del bono, el precio del bono disminuye en 5,55%. Análogamente si el rendimiento requerido por el mercado disminuye de 6% a 5,5%, el precio del bono se incrementará en un 6.02% a \$ 106.0195.

Como el precio de un bono fluctúa dadas las tasas de interés de mercado, el riesgo que un inversionista enfrenta es que el precio de un bono en tenencia en su portafolio disminuya si las tasas de interés de mercado aumentan. Este riesgo se conoce como riesgo de tasa de interés y es el riesgo más importante al que se enfrentan los inversionistas en el mercado de bonos.

1. Un bono se cotizará a un precio igual a la par cuando la tasa de interés nominal sea igual al rendimiento requerido por el mercado.

Tasa de descuento = rendimiento requerido por el mercado -> Precio = VN

2. Un bono se cotizará a un precio menor al par (a descuento) o por encima de su valor par (con prima) si la tasa cupón del bono es diferente al rendimiento requerido por el mercado.

Tasa Cupón < Rendimiento requerido por el mercado -> Precio < VN (a descuento)

Tasa Cupón > Rendimiento requerido por el mercado -> Precio > VN (con prima)

3. El precio de un bono cambia en dirección opuesta al cambio en las tasas de interés. Así, un cambio instantáneo en las tasas de interés aplican las siguientes relaciones:

Si las tasas de interés aumentan, entonces el Precio del bono disminuye

Si las tasas de interés disminuyen, entonces el Precio del bono aumenta

Las características de los bonos, afectan el riesgo de tasa de interés, la sensibilidad del precio del bono a los cambios en las tasas de interés de mercado (es decir, el riesgo de tasa de interés de un bono) depende de varias características de la emisión, tales como la tasa de cupón, vencimiento, y otras⁴⁰.

2.3.1.1 El impacto del vencimiento del bono.

Con todos los demás factores constantes, cuanto más largo el vencimiento del bono, mayor será la sensibilidad del precio del bono a los cambios en las tasas de

⁴⁰Existen bonos con opcionalidad de prepago, es decir contienen opciones implícitas, la cual complica la correcta valuación de estos. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p 157)

interés. Por ejemplo, para un bono con vencimiento a 20 años y cupón de 6% vendiéndose a un rendimiento de 6%, un aumento en el rendimiento exigido por el mercado hacia 6.5% hará que el precio del bono decline de 100 a 94.45, un descenso de 5.55% en precio. Ahora con un bono de 5 años de vencimiento con cupón de 6% vendiéndose a un rendimiento de 6% el precio es de 100, un aumento en el rendimiento exigido por el mercado del 6% al 6.5% hará que el precio del bono decline de 100 a 97.9 un descenso de solamente 2.11% en precio que comparado con el bono a 20 años se observa que es menor.

2.3.1.2 El impacto de la tasa cupón.

Con todos los demás factores constantes, cuanto más baja sea la tasa cupón del bono, mayor será la sensibilidad del precio del bono a los cambios en las tasas de interés. Por ejemplo, consideramos un bono a 20 años con tasa cupón de 9% vendiéndose a un rendimiento de 6% con precio de 134.7, un aumento en el rendimiento requerido por el mercado aumenta 50 puntos básicos hasta 6.5% entonces el precio de este bono se reduciría en 5.13%, a un precio de 127.76. Siendo esta disminución menor que la disminución de 5.55% para el bono de 20 años con tasa cupón de 6%.

Una implicación importante es que los bonos cupón cero tienen una mayor sensibilidad a los cambios de las tasas de interés que los bonos del mismo vencimiento con una tasa cupón mayor a cero y vendiéndose al mismo rendimiento.

2.3.1.3 El impacto dado los niveles de tasa actuales.

Con todos los demás factores constantes, cuanto más alto sea el rendimiento de un bono, menor será la sensibilidad del precio del bono a los cambios en las tasas de interés. Un bono a 20 años con cupón de 6% con un rendimiento del 6%, y un bono a 20 años con cupón de 6% con un rendimiento de 10%, el primer bono está inicialmente a un precio de 100 y el segundo en 65.68, si el rendimiento dado por los dos bonos aumenta en 100 puntos básicos, el primer bono desciende un 10.68% en precio a 89,32 y el segundo a un precio de 59.88 con una disminución de precio de sólo 8.83%. Entonces vemos que los bonos con rendimientos bajos son más volátiles a cambios en las tasas de interés. Una implicación de esto es que para un cambio en las tasas de interés, la sensibilidad es menor cuando el nivel de las tasas de interés en el mercado es alto, y la sensibilidad al precio es mayor cuando el nivel de las tasas de interés es bajo.

2.3.1.4 Riesgo de tasa concerniente a bonos con tasa flotante.

El cambio en el precio de un bono con cupón a tasa fija cuando las tasas de interés en el mercado cambian es explicado por el hecho de que la tasa cupón del bono difiere de la tasa de interés prevaleciente en el mercado. Para un bono con tasa cupón variable, la tasa cupón se reajusta periódicamente con la tasa de interés de mercado prevaleciente utilizada como referencia más un margen previsto. El margen es fijado para toda la vida del instrumento financiero. El precio de bono a tasa variable fluctúa en función a tres factores.

En primer lugar, mientras más largo sea el tiempo de revaluación de la tasa cupón, se tiene mayor riesgo de fluctuación del precio. Por ejemplo, un bono a tasa flotante con cupón reajustado cada seis meses y la fórmula del cupón es la tasa correspondiente a CETES en 6 meses más 20 puntos básicos suponemos que es 5.8%, si el día después de que el cupón cambia la tasa CETES de 6 meses se eleva a 6.1%, entonces el bono está pagando un cupón a 6 meses inferior a la tasa CETES de 6 meses prevaleciente hasta los 6 meses siguientes, el precio del bono debe disminuir al reflejar este cupón menor. Si la regla cupón fuera de solo 1 mes entonces, aunque sucediera un escenario similar, tan solo se estaría 1 mes con una tasa cupón inferior a la prevaleciente en el mercado, así bajo el mismo escenario el precio del bono con regla cupón de 1 mes reduciría su valor en menor medida que el precio del bono con regla cupón de 6 meses.

El segundo motivo para la fluctuación del precio de un bono de tasa flotante es el cambio en el margen requerido⁴¹ por los inversionistas en el mercado. Por ejemplo, un bono con regla cupón de CETES en 6 meses más 20 puntos básicos, si las condiciones del mercado cambian de manera que los inversores exigieran un margen de 30 puntos básicos en lugar de 20 puntos básicos, el bono estaría pagando una tasa cupón que se encuentra 10 puntos básicos por debajo de la tasa cupón que exige el mercado. Como resultado, el precio del bono disminuirá en valor.

El tercer factor que hace fluctuar en valor a un bono tasa variable es el que un bono con tasa flotante tendrá usualmente una cota superior. Cuando la tasa cupón llegue a resultar mayor a la cota definida en la regla cupón, la tasa cupón será fijada como máximo el valor especificado para la cota y entonces el bono estará pagando una tasa cupón por debajo de la tasa de interés nominal del mercado y su precio se reducirá. De hecho, una vez que se alcanza la cota superior o techo, el precio del bono flotante se va a comportar como si se tratara de un bono con

⁴¹Margen requerido: dependiendo el ciclo económico prevaleciente, la sobretasa puede ser mayor o menor, en periodos de crecimiento económico la sobretasa es menor que en comparación a periodos de crisis financiera. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p448)

tasa fija. Este tipo de riesgo en un bono flotante se le conoce como riesgo de la cota superior o techo (*Cap*).

2.3.1.5 Medición del riesgo de tasa de interés

Los inversionistas están interesados en la estimación de la sensibilidad del precio de un bono a los cambios en las tasas de interés de mercado. Existen dos métricas que cuantifican la sensibilidad del precio de un bono a las tasas de interés.

2.3.1.5.1 Duración.

La forma más sencilla para calcular el porcentaje de cambio en el precio promedio es aproximarlos al formular supuestos sobre la tasa de rendimiento y obtener los nuevos precios del instrumento financiero. Una fórmula para calcular el porcentaje de cambio precio aproximado para un cambio de 100 puntos base en el rendimiento es:

$$\frac{\text{Precio calculado si el rendimiento disminuye} - \text{Precio calculado si el rendimiento aumentara}}{2 * \text{Precio inicial} * \text{Cambio en el rendimiento}}$$

Este cálculo es conocido como la duración, la duración es una medida de la sensibilidad del precio de un bono a un cambio en el rendimiento. Así, por ejemplo, si la duración de un bono es 10.44, esto significa que el porcentaje aproximado en cambio de precio si los rendimientos cambian en 100 puntos básicos es de 10.44%. Para un cambio de 50 puntos base en los rendimientos, el cambio porcentual precio aproximado es de 5,22% (10,44% dividido por 2).

Una aproximación de la variación del precio-dinero se puede hacer a través de la duración. Por ejemplo, un bono con una duración de 10.44 suponiendo el valor de mercado del bono es de \$100, si se da un cambio de 100 puntos base en el rendimiento, el cambio del precio-dinero aproximado es igual a 10.44% de \$100, o \$10.44. Para un cambio de 50 puntos básicos en el rendimiento, el cambio aproximado precio-dinero es \$5.22

El cambio precio-dinero aproximado para un cambio de 100 puntos base en el rendimiento es conocido como la duración en dinero.

2.3.1.5.2 Método de Valuación Total

Este método consiste en hacer reevaluaciones sobre el valor total de cada instrumento cuando las tasas de mercado se mueven, y a su vez tener el valor total del portafolio dados dichos movimientos. El análisis es realizado para diferentes escenarios con respecto a los cambios de tasas de interés. Por ejemplo, el administrador de un portafolio puede querer medir la exposición a tasas de interés dados cambios instantáneos de un punto básico, 50, 100 puntos básicos y 200 puntos básicos. Este enfoque requiere la re-valoración de un portafolio de bonos o un bono, dado un escenario de cambio y la tasa de interés dada y se conoce como el método de valuación total. A veces conocido como el análisis de escenarios porque trata de evaluar la exposición al riesgo de tasa de interés dados los escenarios de tasa de interés.

En el caso de un portafolio, cada bono tiene un valor para un escenario determinado y análogamente el valor total del portafolio se calcula para el escenario dado. Por ejemplo, suponiendo que un administrador tiene un portafolio conformado por dos bonos, un bono a 5 años con 6% de cupón y otro bono a 20 años con 9% de cupón, para el bono a corto plazo se tienen 5 millones con un precio de 104.34 y con un rendimiento de 5%, para el bono a más largo plazo, se tienen 10 millones con un precio de 134.67 y con un rendimiento de 6%. Supongamos que el administrador quiere evaluar el riesgo de tasa de interés de este portafolio para un aumento de 50, 100 y 200 puntos básicos en las tasas de interés, asumiendo tanto el rendimiento de 5 años y 20 años, el cambio de rendimiento por el mismo número de puntos básicos.

El método de valuación total depende de la precisión del modelo de valuación, la evaluación de cómo el valor de un bono o un portafolio cambiara dados diferentes escenarios de movimientos en la curva de rendimientos ya sean cambios paralelos o no paralelos⁴², medirá el riesgo de tasa de interés al que se encuentra expuesto el bono o portafolio.

2.3.1.6 Sensibilidad a la tasa de interés.

Esta es la medida de riesgo de tasa de interés que describe totalmente, el riesgo del instrumento financiero, consiste en aplicar el método de valuación total pero modificando el rendimiento del bono en 1 punto base, esta métrica es conocida como DV01⁴³ o PVBP⁴⁴.

$$PVBP = |\text{Precio inicial} - \text{Precio si el rendimiento cambiara por 1 punto base}|$$

⁴² Cambio paralelo: se refiere a impactar de forma igual todos y cada uno de los plazos de la curva de valuación. Por ejemplo, para algún plazo la tasa se incrementara en 100 puntos base, entonces así sucederá con los plazos restantes.

⁴³ DV01: *Dollar value of 1 basis point*. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p9)

⁴⁴ PVBP: *Present value of one basis point*. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p9)

Ahora, esta medida está relacionada con la duración de un bono, ya que es un caso particular de la duración. La duración es la medida que nos dice el impacto en el precio de un bono dado un cambio de 100 puntos base en el rendimiento, así que el DV01 refleja 1 centésima de la duración.

Estas medidas de sensibilidad o medición de riesgo de tasa de interés son hechas bajo el supuesto del cambio en el rendimiento del bono que es la tasa con la que se descuentan todos los flujos o la tasa interna de retorno del bono, es decir que se supone un cambio franco en el rendimiento del bono, sin embargo los mercados financieros no funcionan de esa manera, el rendimiento de un bono depende de la estructura vigente de las tasas de interés o la curva de rendimientos. La relación de esta estructura es plazo – rendimiento, la representación gráfica se le conoce como curva de rendimiento, y esta es una estructura que no cambia paralelamente dados ciertos cambios en la economía, más bien tiene un comportamiento particular en cada nodo de la curva.

Dado esto, entonces la medida más exacta y que proporciona mayores herramientas para el análisis es realizar un DV01 pero no sobre el rendimiento de un bono sino sobre toda la curva de rendimiento, es decir en lugar de hacer un estrés de 1 punto base paralelo para la curva o rendimiento, lo hacemos flujo por flujo, a cada flujo dependiendo el plazo le corresponde una tasa de descuento diferente, así obtendríamos un vector de DV01 o sensibilidad. Por ejemplo un bono con vencimiento a 10 años generaría sensibilidad para cada uno de los flujos que contiene que son los pagos de cupón cada seis meses y finalmente (la mayor sensibilidad) al principal en 10 años.

2.3.1.6.1 Matriz de sensibilidades.

Aplicando el DV01 al portafolio de bonos, obtenemos una matriz compuesta por plazos y por factores de riesgo, es decir tenemos tantos renglones como plazos y columnas como factores de riesgo, estos puede ser riesgo a tasa en moneda nacional, en moneda real, en moneda extranjera, etc.

	CETES	THIE	UDI	Libor
0/N					
7D					
1M					
2M					
⋮					
12M					
⋮					
30A					

2.3.2 Descomposición en factores de riesgo para posiciones de renta variable (CAPM).

Para obtener los factores determinantes o primarios de las posiciones de renta variable o sociedades de inversión de renta variable (que tienen un comportamiento similar al de las acciones) tenemos que hacerlo de una manera alternativa al de los portafolios de bonos, esto dado que el precio no es dependiente de un modelo matemático como el de los instrumentos de renta fija, lo que haremos es sacar el riesgo implícito de cada instrumento contra un punto de referencia, es decir usando algunas hipótesis establecidas por teorías macroeconómicas sobre la relación entre riesgo y rendimiento.

El CAPM (*Capital Asset Pricing model*)⁴⁵ por sus siglas en inglés es el modelo con el cual obtendremos una posición de riesgo para un determinado factor de riesgo, donde en específico estos factores de riesgo son instrumentos de renta variable o acciones, sociedades de inversión, ETF o activos reales.

El CAPM busca estimar la tasa de retorno requerida para un activo dada la obtenida por el mercado.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_m) - R_f]$$

donde:

$E(R_i)$ = Valor esperado del instrumento i

R_f = tasa de rendimiento libre de riesgo

$E(R_m)$ = valor esperado por el punto de referencia de mercado.

β_i = riesgo sistemático.

$$\beta = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$$

$Cov(R_i, R_m)$ = covarianza entre el instrumento i y el mercado o punto de referencia

σ_m^2 = Varianza del mercado o punto de referencia.

La beta estimada nos dice que tan correlacionado está el instrumento con el mercado, siendo así con betas mayores a 1 esperamos rendimientos más grandes

⁴⁵ CAPM: Capital Asset Pricing Model, modelo propuesto por Treynor, Sharpe, Litner y Mossin. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007)

que los del punto de referencia y cuando son menores pero positivas tenemos ganancias menores a las de mercado.

2.3.3 Construcción de volatilidades y correlaciones.

Para la correcta medición del riesgo del portafolio una vez que tenemos bien definidos cuales son los factores de riesgo (sensibilidades y betas) el siguiente paso es definir su comportamiento histórico es decir que la volatilidad que éstos presentan es lo que nos va a dar la noción del riesgo implícito en el fondo de pensiones, análogamente otro componente primordial para tener el panorama completo de la exposición del fondo es la concentración o diversificación.

El primer factor (el de la volatilidad) lo mediremos directamente a través de la historia correspondiente a cada factor de riesgo, calculando primero la media aritmética ($\bar{X} = \dots$), la varianza y posteriormente la volatilidad o riesgo implícito en el factor de riesgo.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = VaR(X) = \overline{X^2} - (\bar{X})^2^{46}$$

donde:

X=Factor en riesgo i.

\bar{X} = Esperanza matematica = promedio

Ahora, después de poder darle un valor a la volatilidad de cada factor de riesgo nos queda por resolver el problema de la diversificación del portafolio, esto lo haremos calculando la correlación, la cual es un indicador de la asociación que guardan entre sí 2 variables o factores de riesgo, el indicador va de -1 a 1 indicando -1 el mayor grado de asociación posible, 0 neutro y 1 total asociación.

$$\rho = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} ; -1 < \rho > 1$$

Donde:

$$Cov(X,Y) = \overline{(X * Y)} - \bar{X}\bar{Y}$$

\bar{X} = esperanza matematica = $\widehat{E}(X)$ = valor esperado o promedio del facto de riesgo X.

\bar{Y} = esperanza matematica = $\widehat{E}(Y)$ = valor esperado o promedio del facto de riesgo Y.

⁴⁶ Tomando X como una variable aleatoria normal, podemos entender el VaR como la desviación o perdida (en sentido económico), relativa a la media.

$\sigma_X = \text{volatilidad o riesgo del factor de riesgo } X$

$\sigma_Y = \text{volatilidad o riesgo del factor de riesgo } Y$

La $\text{Cov}(X,Y)$ es la covarianza, la medida que describe el comportamiento que tienen 2 variables o factores de riesgo, y en particular si las 2 variables fueran iguales se trataría de la varianza.

Ahora bien, ya que tenemos estos cálculos para los n factores de riesgo del fondo o variables procedemos a construir una matriz de todos ellos es decir la matriz de varianzas y covarianzas.

$$\begin{bmatrix} \text{Cov}(X_1, X_1) & \text{Cov}(X_1, X_1) & \dots & \text{Cov}(X_1, X_n) \\ \text{Cov}(X_2, X_1) & \text{Cov}(X_2, X_2) & \dots & \text{Cov}(X_2, X_n) \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \text{Cov}(X_n, X_1) & \text{Cov}(X_n, X_2) & \dots & \text{Cov}(X_n, X_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{X_1}^2 & \text{Cov}(X_1, X_1) & \dots & \text{Cov}(X_1, X_n) \\ \text{Cov}(X_2, X_1) & \sigma_{X_2}^2 & \dots & \text{Cov}(X_2, X_n) \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \text{Cov}(X_n, X_1) & \text{Cov}(X_n, X_2) & \dots & \sigma_{X_n}^2 \end{bmatrix}$$

y la matriz de las correlaciones.

$$\begin{bmatrix} \rho_{X_1 X_1} & \rho_{X_1 X_2} & \dots & \rho_{X_1 X_n} \\ \rho_{X_1 X_2} & \rho_{X_2 X_2} & \dots & \rho_{X_2 X_n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \rho_{X_1 X_n} & \rho_{X_2 X_n} & \dots & \rho_{X_n X_n} \end{bmatrix}$$

2.4 Aplicación de modelo de Valor en Riesgo (VaR) al plan de pensiones.

Una vez que tenemos definidos los factores de riesgo que juegan en el plan de pensiones el siguiente paso es tomarlos todos e incluirlos en un modelo que sea capaz de tomar en cuenta estos y sus interacciones, esto lo logramos proponiendo un modelo de valor en riesgo, a continuación se da pie a la definición del mismo y se propone la implementación de uno en particular.

El valor en riesgo es la métrica utilizada para medir el riesgo de mercado, es un resumen que nos indica la máxima pérdida esperada o peor pérdida posible esperada a lo largo de un horizonte de tiempo objetivo dentro de un intervalo de confianza dado (Jorion, Valor en riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados, 2010). El VaR mide la exposición al riesgo de tasa de interés y esta exposición la combina con la probabilidad de un movimiento adverso en los mercados financieros. El enfoque del VaR es aplicable en general para un portafolio de inversión ya que permite que en su construcción y medición sean

incluidos diversos tipos de activos como divisas, activos reales, acciones y por supuesto instrumentos cuyo valor depende de una tasa de interés. El enfoque del VaR nos permite entonces incorporar riesgos no solamente inherentes a la tasa de interés.

Matemáticamente podemos cuantificar el VaR, definiendo X como una variable aleatoria que representa el valor del portafolio al final de un horizonte de tiempo, cuyo rendimiento esperado es μ y su varianza σ^2 (es decir que su desviación estándar o volatilidad es σ), ahora definiendo el valor mas bajo probable de X dado un nivel de confianza de c como X^* , podemos definir el VaR como la perdida monetaria relativa a la media, es decir.

$$VaR = E(X) - X^*$$

Entonces el VaR se centra en encontrar el valor mínimo para X^* .

El VaR se puede derivar de la distribución de probabilidad del valor futuro del portafolio $f(x)$, entonces lo que buscamos el peor desempeño posible X^* de manera que la probabilidad de exceder dicho valor sea c , es decir:

$$c = \int_{X^*}^{\infty} f(x)dx$$

O el que sea que la probabilidad de un valor inferior a X^* ($p = P(x \leq X^*)$) sea $1-c$, es decir:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{X^*} f(x)dx = P(x \leq X^*) = P(X^* > x) = p$$

X^* es conocido como el cuantil de la distribución.

2.4.1 Clasificaciones de modelos VaR.

Dentro del VaR existen diversos métodos para su cómputo y básicamente se pueden agrupar en dos:

1. De valuación total; simulación histórica, prueba de estrés y el Montecarlo.
2. De valuación local; método Delta – Normal o de varianzas y covarianzas.

2.4.1.1 VaR Histórico.

Consiste en construir el VaR a partir de información histórica, con las ponderaciones actuales del portafolio, para la implementación de este método se necesita tener la cantidad de información histórica necesaria y de la forma en que se quiere presentar el VaR así como la disposición de valuaciones totales de los activos del portafolio, por ejemplo si se requiere un VaR mensual se necesita información histórica mensual del portafolio por un horizonte de tiempo significativo.

Este método solo está basado en una muestra, parte del supuesto de que el pasado es un buen representante del futuro y dada la utilización de información histórica este método omite situaciones importantes como la presencia de volatilidad elevada si es que esta no ocurrió en el periodo del que se tomo la información; pondera por igual todas las observaciones. En la práctica, la implementación de este método es altamente costoso en términos computacionales sobre todo si tenemos portafolios grandes y complejos.

2.4.1.2 VaR Prueba de stress.

Este método también conocido como análisis de escenario, provee el impacto de grandes movimientos simulados en variables financieras clave del portafolio, examina los resultados ante simulaciones específicas y determina posibles cambios de valor en el portafolio.

Este método es bueno para desenmascarar eventos extremos, probablemente ajenos a los mercados financieros en sí mismos, por lo que nos representa un resultado subjetivo dependiendo el escenario que se le esté dando, el VaR resultante sería dado un evento extremo. En general este método no centra su importancia en los movimientos correlacionados del mercado sino que simula cambios en factores específicos, por lo que en general no muestra la dinámica real que se tiene día a día en un portafolio de activos proveniente de los cambios en las tasas de interés y la volatilidad en los mercados financieros.

El método de escenarios o prueba de estrés funciona mejor como un complemento a otra forma de medición de riesgo u otro modelo de VaR.

2.4.1.3 VaR Montecarlo.

Este modelo se centra en hacer simulaciones estocásticas a partir de un portafolio dado, cubre los riesgos y las correlaciones de estos, supone escenarios ficticios

para todas las variables de tasas de interés, el portafolio se reevalúa a mercado utilizando la valuación completa.

De las metodologías VaR esta es la más completa, ya que considera una amplia gama de riesgos, sin embargo, es un método muy costoso en términos computacionales, tiene inherentemente un riesgo de modelo ya que se fundamenta en un modelo estocástico específico para los factores de riesgo subyacentes, así como los modelos de valuación para los valores del portafolio.

2.4.1.4 VaR Delta- Normal (varianza – covarianza)

Este asume que los rendimientos de los activos están distribuidos normalmente, y dado que el rendimiento de un portafolio es una combinación lineal de los rendimientos de los activos que lo componen (variables aleatorias normales) entonces también el rendimiento del portafolio, se distribuye normal. El riesgo o varianza es generado por una serie de combinaciones lineales a múltiples factores que se asumen que están distribuidas normalmente.

El VaR buscado para medir el fondo de pensiones es uno que atienda la necesidad de medir un portafolio grande de activos y pasivos. El modelo delta normal provee las ventajas de una correcta medición de los componentes del portafolio de activos, así como el de los pasivos, ya que se tienen bien definidos los modelos de valuación tanto de los activos como de los pasivos, todos estos descritos anteriormente, además tiene la ventaja de ser un método rápido y eficiente para medir el VaR dado el tamaño del portafolio.

La implementación del VaR delta-normal asume que los rendimientos de los activos se distribuyen de forma normal, y dado que el rendimiento del portafolio o fondo es una combinación lineal de los rendimientos este también se distribuye normal. El correcto proceder debiera de ser probar estadísticamente la normalidad del fondo de pensiones, sin embargo dado el alcance práctico del trabajo se supondrá que en verdad el rendimiento del fondo de pensiones posee una distribución normal.

2.4.2 Implementación del Var Delta-Normal (varianza – covarianza) al fondo de pensiones.

El rendimiento de un portafolio para un periodo dado se puede definir como:

$$R_{p,t+1} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,t+1}$$

en dónde:

$w_{i,t}$ = Peso en el portafolio del instrumento i en el tiempo t

$R_{i,t+1}$ = Rendimiento del instrumento i en el periodo $t + 1$

El método delta normal asume la distribución normal para los rendimientos del portafolio, dado esto la varianza se calculo como sigue:

$$V(R_{p,t+1}) = \sigma^2_P = [w_1 \quad w_2 \quad \dots w_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1N} \\ \dots & \ddots & & \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = w'_t \sum_{t+1} Cov(i,j) w_t$$

en dónde:

w_N = peso del instrumento N en el portafolio.

$$w_t = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_{n-1} \\ w_n \end{bmatrix}$$

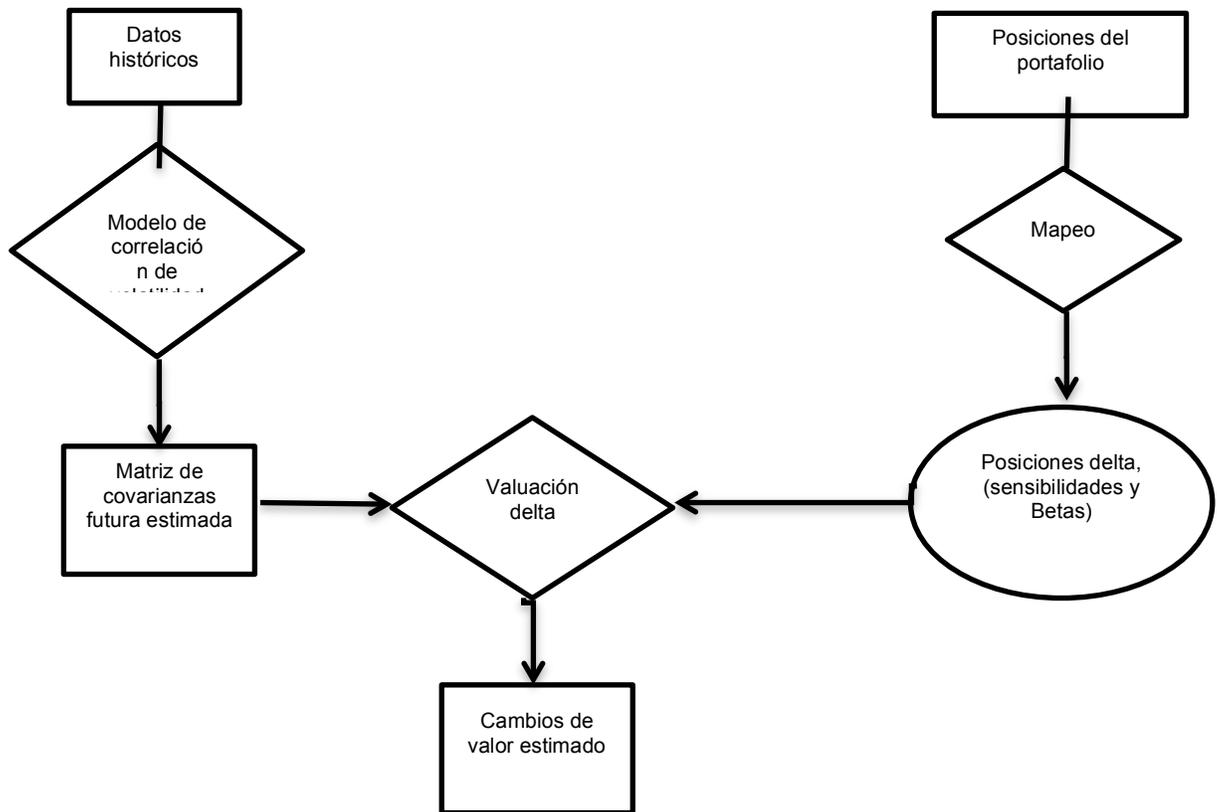
El riesgo del portafolio es generado por la combinación lineal de múltiples factores y el pronóstico que aporta la matriz de covarianzas.

Para la implementación de este método se necesita el detalle de las posiciones del portafolio, así como sus varianzas y covarianzas.

La implementación del método delta-normal consta de:

- La alimentación de datos;
- Un sistema de mapeo, que transforma las posiciones del portafolio en ponderaciones sobre cada uno de los valores para los cuales se mide el riesgo.
- El cambio estimado en el valor, o VaR, resulta de la combinación de estos dos componentes.

Cuadro 4 Diagrama de Implementación del método delta-normal. (Jorion, Valor en riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados, 2010)



Para la correcta construcción de los diversos precios y su información histórica se cuenta con bases históricas propias y acceso a proveedores de información⁴⁷. Las posiciones del portafolio están disponibles mensualmente, y a través del estado de cuenta del fondo disponible mensualmente se tiene disponibilidad de los movimientos diarios, los cuales se utilizan para la construcción de los rendimientos diarios.

Las características de riesgo de los bonos cambian a medida que los bonos se van acercando a su vencimiento. La historia pasada podría no ser una guía útil para riesgos futuros, esta es la razón por la cual el riesgo se mide típicamente para un conjunto de factores de riesgo los cuales provienen de la descomposición de la valuación de los activos financieros, es decir para divisas, bonos cupón cero, mercados accionarios nacionales y activos reales. Para los portafolios invertidos sólo en estos factores, el VaR se calcula directamente a partir de la matriz de covarianza de los factores y del vector de posiciones.

⁴⁷ PiP: Proveedor integral de precios, Bloomberg y Reuters.

En la mayoría de los casos, los portafolios también contienen activos más complejos; estos se descomponen en sus componentes constitutivos con posiciones deltas x alineadas con relación a cada uno de los factores de riesgo.

Una vez que se obtienen éstos, se puede calcular el VaR del portafolio a partir de la matriz de covarianza para el horizonte objetivo Σ y el número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confianza especificado:

$$VaR = \alpha \sqrt{\left(w_t' \sum_{t+1} Cov(i,j) w_t \right)}$$

Por ejemplo, se establece α en 1.65 para un nivel de una confianza al 95 por ciento⁴⁸. Alternativamente, la matriz de covarianza se presenta algunas veces en términos de la matriz de correlaciones $\rho_{(i,j)}$, y volatilidades individuales σ , $\sum_{t+1} Cov(i,j) = \sigma_i^T \rho_{(i,j)} \sigma_j$, donde σ_j es una matriz con las volatilidades sobre su diagonal y ceros. Si el factor de riesgo es medido directamente como el vector $V = (\alpha\sigma)$, el

$$VaR = z_\alpha \sqrt{[FS * \sigma] \rho [FS * \sigma]^T}$$

El VaR de un portafolio puede obtenerse multiplicando, primero cada Factor de riesgo FS por el riesgo asociado σ y después pre y post multiplicando por la matriz de correlaciones ρ .

En el mercado de bonos un modelo de un factor puede proporcionar una buena primera aproximación al riesgo para algunos portafolios. Para más precisión, deben añadirse más factores. La necesidad de cobertura adicional depende de la complejidad de la exposición al riesgo financiero. Los portafolios simples pueden describirse adecuadamente a través de un solo factor de tasa de interés. La construcción de las sensibilidades de los instrumentos de renta fija nos dará la métrica requerida para alimentar el modelo que calculara el valor en riesgo.

Todas estas condiciones son relevantes para la elección de los factores de riesgo para la correcta administración del riesgo a través del cómputo del VaR.

⁴⁸ $\alpha = 1.65$ al 95%; corresponde a el valor de la distribución normal, i.e. aproximadamente el 95% de los valores se encuentran a 1.65 desviaciones de la media.

2.4.2.1 Incorporación del portafolio de bonos.

Las posiciones en bonos describen la distribución de los flujos de efectivo en el tiempo de acuerdo o en función del monto, el plazo y la calidad crediticia del emisor. El riesgo de las posiciones en tasas de interés puede describirse a través de diversos sistemas de mapeo: el principal, el vencimiento y los flujos de efectivo. Con el mapeo principal, el riesgo del bono está asociado sólo con el vencimiento del pago del principal. Con el mapeo de duración, el riesgo está asociado solo con el de un bono cupón cero con vencimiento igual a la duración del bono. Con el mapeo de flujo de efectivo, el riesgo de los instrumentos de renta fija se descompone en el riesgo de cada uno de los flujos de efectivo del bono.

La descomposición de factores en riesgo para el portafolio en bonos que se lleva a cabo consta de separar por tipo de valuación, es decir que curva de rendimiento se utiliza para asignarles un precio:

Bonos gubernamentales en MXN: curva libre de riesgo

Bonos bancarios en MXN: curva libre de riesgo + sobretasa por riesgo de crédito

Bonos privados en MXN: curva libre de riesgo + sobretasa por riesgo de crédito

Bonos gubernamentales en UDIS: curva real.

Bonos en Moneda extranjera: curva extranjera.

Los bonos en pesos son valuados a partir de la curva libre de riesgo en pesos, los corporativos en moneda nacional sobre la libre de riesgo más una sobretasa por riesgo de crédito, los de UDIS son valuados con la curva real y los de moneda extranjera con la curva aplicable (Libor, UMS, Etc.)

2.4.2.2 Incorporación de un portafolio de acciones o sociedades de inversión.

Los portafolios de acciones pueden ser bastantes largos, frecuentemente con posiciones que superan las centenas de valores. Esto motiva la modelación para simplificar la matriz de covarianzas.

El modelo más simple es el modelo diagonal, donde la varianza del rendimiento del portafolio R_p es:

$$V(R_p) = \left(x' \sum x \right) = (x' \beta \beta' x) \sigma_m^2 + x' D_e x$$

Para cuantificar el riesgo del portafolio, se requiere el vector de betas, el cual representa los riesgos sistemáticos con relación a un índice del mercado m , la varianza de este índice del mercado σ_m^2 , y las varianzas residuales, las cuales son capturadas por la matriz diagonal D_ε . Esta descomposición de $V(R_p)$ es conocida como el modelo beta.

A medida que el número de acciones en el portafolio se incrementa, esperaríamos que el VaR del modelo diagonal proporcione una aproximación mejor del VaR real. Esto se debe a que el riesgo total del portafolio se reduce a medida que el número de activos se incrementa.

Así en general tendríamos que el VaR estará definido por la siguiente ecuación.

$$\text{VaR} = z_\alpha \sqrt{\sigma^2 \Delta V}$$

VaR = Valor en riesgo del portafolio

z_α = Valor de la distribución normal al nivel de confianza α

σ^2 = Varianza de los cambio en el portafolio.

ΔV_t

= Cambio en el valor del portafolio en consecuencia de cambio en el factor de riesgo i

$$\Delta V_t = FS_i * \Delta FR_t$$

FS_i = Factor de riesgo i

ΔFR_t = Cambio en el factor de riesgo i

2.5 Eficiencia del plan de pensiones.

2.5.1 Cálculo de rendimientos del fondo de pensiones.

Como punto final de esta nota técnica falta poder darle sentido a la construcción del fondo de pensiones dado el riesgo tomado y previamente medido, a partir del computo de los rendimientos del mismo, a continuación se describe el método de computo de los rendimientos que logra capturar el verdadero desempeño del fondo tomando en cuenta la cantidad de movimientos que se pueden registrar en un día cualquiera.

La metodología utilizada para calcular los rendimientos es el método denominado *Time-weighted*⁴⁹.

Este método tiene la ventaja de eliminar las distorsiones que se producen por los flujos de dinero en un portafolio, éste asume una sola inversión al inicio del período y midiendo el crecimiento o la disminución del valor del Mercado al final del período evaluado. Mediante este cálculo se determinan rendimientos diarios y posteriormente se acumulan geoméricamente.

Procedimiento de Cálculo:

Para calcular el rendimiento diario se debe obtener primero el factor diario:

$$S_t = \frac{P_t + F_t}{P_{t-1}} \quad (1)$$

donde:

S_t = Factor del día t.

P_t = Valor de la posición al día t.

F_t = Valor Del flujo del día t.

P_{t-1} = Valor de la posición del día anterior.

Las aportaciones a los fondos se consideran cifras negativas y los retiros de fondos se consideran cifras positivas.

Rendimiento diario:

$$R_t = S_t - 1 \quad (2)$$

donde:

R_t = Rendimiento en el período.

S_{t1} = Factor del día 1

Considerando las fórmulas 1 y 2 podemos llegar a la fórmula de rendimientos diarios:

$$R_t = \frac{P_t + F_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (3)$$

⁴⁹*Time weighted*: se refiere al cálculo de los rendimientos por medio de la media geométrica.

Si queremos obtener el rendimiento en cierto período, debemos obtener primero el factor diario para cada día del período y aplicar la siguiente fórmula:

$$R_p = ([S_{t1} * S_{t2} * S_{t3} * \dots * S_m] - 1) * 100$$

Mediante el método *Time Weighted* se puede medir el rendimiento del portafolio suponiendo que no hubieron entradas o salidas de dinero. Por lo cual se puede comparar el rendimiento del portafolio contra indicadores de mercado.

2.5.1.1 Consideraciones sobre el método *Time Weighted*.

Este método tiene como propósito el medir el desempeño de la composición de activos de un portafolio. Poder hacer un análisis por separado de los resultados obtenidos en cada tipo de renta administrada en un portafolio (Renta Variable (RV) o Renta Fija (RF)), es muy útil, pues muestra el desempeño que tuvo cada tipo de activo.

Bajo este supuesto, la fórmula sería:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1} + F_t} - 1 \quad (4)$$

Esta nueva fórmula supone que la entrada de recursos se realizó al inicio de la jornada. Y atribuye el rendimiento a $(P_{t-1} + F_t)$. Sin embargo, se puede demostrar que bajo otras circunstancias, esta fórmula también puede generar rendimientos inconsistentes.

Solución a las inconsistencias mostradas para entradas y salidas de flujos grandes de dinero en un portafolio

Las inconsistencias que presentan las fórmulas de medición de rendimientos diarios (suponiendo los flujos al cierre del día o al inicio del día) pueden ser resumidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 5 : Inconsistencias de las formulas de rendimientos

	Flujo (F_t) muy grande respecto a valor de la posición al inicio del día (P_{t-1})	Flujo (F_t) muy pequeño respecto a valor de la posición al inicio del día (P_{t-1})
Flujos de entrada	La fórmula 3 tiende a ser inconsistente. La fórmula 4 arroja resultados más lógicos.	Ambas fórmulas tienden a converger.
Flujos de salida	La fórmula 3 arroja resultados más lógicos. La fórmula 4 tiende a ser inconsistente.	Ambas fórmulas tienden a converger.

Por lo anterior para poder llegar a la conclusión de que ante un flujo de entrada se debe de utilizar la fórmula 4 y ante un flujo de salida se debe de usar la fórmula 3. Es importante destacar que cuando no haya flujos en un día, bajo las dos fórmulas se obtendrá el mismo resultado.

Adicionalmente, se tiene que contemplar la posibilidad de que tanto la posición del día (P_t) como la posición inicial (P_{t-1}) sean cero, en cuyo caso bajo cualquiera de las dos fórmulas no se obtendrán resultados dado que no es posible dividir entre cero.

Debido a las consideraciones anteriormente hechas se deben de utilizar los siguientes criterios bajo el método *Time Weighted*.

Si (P_t = 0 y P_{t-1} = 0) -----→ S_t = 1 -----→ R_t = S_t - 1 = 0%

Si(Flujo de entrada) F_t < 0 Se aplica la Fórmula 4

$$S_t = \frac{P_t}{P_{t-1} - F_t} \quad ; R_t = 1 + S_t$$

Si(Flujo de entrada) F_t > 0 Se aplica la Fórmula 3

$$S_t = \frac{P_t + F_t}{P_{t-1}} - 1 \quad ; R_t = 1 + S_t$$

3 Procedimiento y resultados obtenidos.

En el presente capítulo se describe una aplicación de lo descrito en los capítulos 1 y 2, con la finalidad de mostrar la utilidad del modelo.

El ejercicio está basado en información real observada en el año 2011, **el objetivo es plantear e ilustrar la construcción de la gestión del plan de pensiones de la Institución**, cabe señalar que la información referente a los pasivos actuariales de la institución es de carácter confidencial por lo que la información que se presentará, no es la observada en la institución sin embargo sirve para ilustrar el trabajo realizado en la institución.

La metodología es la aplicada en la institución misma que es sustentada en la segunda parte del presente trabajo, a continuación se describen las características del plan de pensiones planteado.

La Institución tiene establecido un plan de pensiones a favor de sus colaboradores, con el fin de apoyarlos en la creación de un patrimonio para su futuro, mediante una aportación al plan de pensiones.

Las características de las aportaciones adicionales de la instituciones al plan de pensiones son:

- La Institución otorgará una contribución expresada en meses de sueldo al adquirir una antigüedad de diez años en forma continua en la institución. La aportación se llevará a cabo en la fecha del aniversario y con base en el sueldo que el colaborador perciba en ese momento.
- Contribución automática: dentro del plan, el banco hará una aportación automática a los colaboradores que se encuentran en el siguiente rango de salarios:

Cuadro 6: Beneficio a nivel salarial

Salario	Contribución mínima de la institución
Hasta 6,024.00	3.5%
6,024.01 – 12,046.00	2%
12,046.01 - 24,093.00	1%
24,093.01 en adelante	0%

El monto correspondiente al beneficio definido de pensión estará en función de un 1% por cada año de servicio que el colaborador haya prestado al banco, aplicando el porcentaje que resulte al promedio del salario obtenido en el último bienio (Salario pensionable). Este beneficio se pagará en la modalidad de pensión mensual vitalicia al colaborador que cumpla con los requisitos de jubilación.

El reconocimiento de los derechos adquiridos estará en función de que el colaborador que se separe voluntariamente del banco y que no reúna los requisitos correspondientes de jubilación, tendrá derecho a recibir únicamente un porcentaje del beneficio acumulado de los beneficios descritos anteriormente, a la edad de 55 años. Este porcentaje aplicará de conformidad con la siguiente tabla, hasta que el ex colaborador cumpla dicha edad:

Cuadro 7: Derechos adquiridos

Años de Servicio	Porcentaje de derechos adquiridos
Menos de 5 años	0%
5-5.99	30%
6-6.99	50%
7-7.99	75%
8 en adelante	100%

El plan de pensiones es responsabilidad de la institución que otorga el beneficio a sus empleados por lo que el fondo está financiado tanto por los empleados como por el patrón, por lo que el balance del fondo, es decir, la relación entre los activos y los pasivos se ve afectada por la valuación actuarial que es realizada anualmente por un tercero, a razón de esta valuación la Institución puede hacer aportaciones anuales para mantener en un estado saludable al plan de pensiones.

La Institución tiene establecido el plan de beneficios definidos de retiro para sus empleados desde hace mucho tiempo. Bajo las normas regulatorias locales y el gobierno corporativo del plan, el comité técnico tiene la responsabilidad y autoridad de administrar y monitorear las inversiones del plan de pensiones así como el capital en riesgo y su posicionamiento en riesgo considerando los activos y pasivos (diversificación). Cabe señalar que:

- El objetivo principal de la estrategia de inversión del fondo de pensiones es asegurar los pagos futuros de beneficios a medida que éstos vayan llegando a la etapa de cobro, sin embargo la volatilidad en los mercados

financieros puede afectar negativamente al fondeo establecido por la Institución dado el pasivo de largo plazo que se está cubriendo. El plan de pensiones está sujeto a riesgos grandes en tasa de interés y de inflación (si tomamos los flujos que componen el pasivo).

- En el caso de los pasivos, éstos son determinados por actuarios certificados independientes a la Institución, estos pasivos son los pagos de beneficios futuros y algunos de los principales factores usados por los actuarios para realizar la valuación de éstos son los de la inflación actual y la inflación futura. Los pasivos son altamente sensibles (generalmente) a cambios en las tasas de interés y la inflación, lo que impacta directamente al fondeo correcto de los pasivos con los activos.
- La medición del riesgo del plan de pensiones ayuda a administrar el correcto balance de éste al poder tomar medidas precautorias. El riesgo de tasas de interés para los beneficios de retiro de los empleados de la institución es el riesgo más grande al que se encuentran expuestos.
- Dada la importancia de contar con los recursos suficientes para afrontar el pago de pensiones en curso, la Institución considera pertinente llevar a cabo el seguimiento de los activos y los pasivos asociados al plan de pensiones así como conocer los riesgos asociados al plan de jubilación, los riesgos implícitos en el fondo de pensiones, el valor que éste tiene en el mercado y el valor probable dados cambios inesperados en los mercados financieros. Una vez planteada esta situación, se bosqueja la necesidad de calcular la máxima pérdida esperada en un horizonte de tiempo dado (valor en riesgo), así como los rendimientos obtenidos por el fondo de pensiones, ya que sus activos se encuentran destinados a inversiones financieras para aumentar su valor en el tiempo.

3.1 Proceso de gestión del fondo de pensiones de la institución.

La fecha de valuación del plan es del 31 de Diciembre del 2011. Para la construcción del caso nos basaremos en la nota técnica descrita con anterioridad en el capítulo 2.

La información contable de los activos del plan es tomada directamente de los estados de cuenta del fiduciario del fondo.

La información de los pasivos es la proporcionada según la valuación de los actuarios certificados e independientes, esta información es entregada una vez al año por los actuarios, los cuales utilizan sus propias hipótesis y supuestos para la valuación de dichos pasivos.

El proceso de gestión de fondo de pensiones lo podemos dividir en los siguientes pasos:

1. Valuación de activos y pasivos.
2. Cómputo del rendimiento y análisis de pérdidas y ganancias.
3. Medición y análisis del riesgo.
4. Valor en riesgo (Capital en riesgo)
5. Conclusiones.

3.1.1 Valuación de activos y pasivos.

Procedemos a valorar tanto los activos que conforman el fondo de pensiones y a reevaluar de forma análoga a la de los activos los flujos actuariales vigentes. Para esto utilizamos los siguientes insumos:

- Estado de cuenta: El estado de cuenta al final de mes del fondo de pensiones, en el cual se detallan las inversiones realizadas por el fondo, las compras, ventas, reportos, salidas y entradas de capital.
- Sumario del estado de cuenta: reporte donde encontramos la posición al cierre de mes.
- Flujos actuariales vigentes: Los pasivos que están definidos como obligaciones contingentes derivadas de los beneficios adquiridos por la jubilación, correspondientes a cada uno de los beneficios otorgados a los empleados, estos son computados por actuarios certificados e independientes a la institución, como lo marca la regulación vigente.
- Vector de Precios: Información proporcionada por un proveedor oficial de precios⁵⁰, en el cual se tienen precios observados en el mercado y características particulares de cada uno de los instrumentos en él, por ejemplo último cupón, tasa fechas de pago de cupón de amortización, tasas de referencia, etc.
- Vector de Curvas: curvas de valuación de mercado (Libor, UMS, CETES), las cuales son obtenidas del proveedor de precios quien realiza sus valuaciones y modelos acordes para el cómputo de éstas.
- Sociedades de inversión(SI): Archivo que contiene la composición de las sociedades de inversión, es decir si tenemos posición en una SI de renta

⁵⁰ El proveedor de precios es aquella empresa la cual está facultada por la autoridad. Art. 322 Ley del Mercado de Valores (LMV)

fija podremos descomponerla como si esta fuera un portafolio de inversión singular.

3.1.1.1 Valuación de activos

A partir de la posición del sumario del estado de cuenta tomamos la foto de cierre de mes que nos da la posición del fondo al cierre del mes, junto con el vector precios procedemos a distinguir los tipos de activos financieros con los que se cuenta (por medio de un catálogo de tipos valor y la ayuda del vector de precios podemos ver la naturaleza de los activos) y generamos un proceso para descomponer las sociedades de inversión que están invertidas en instrumentos de renta fija, una vez teniendo esto con ayuda del vector de precios asignamos precio y características a cada una de las posiciones que tenemos en el sumario del estado de cuenta ya descompuesto si es que se trata de una SI de renta fija.

El resultado de lo antes descrito indica que el fondo de pensiones se encuentra invertido de la siguiente manera, por tipo de activo:

Cuadro 8: Distribución del fondo por tipo de activo%

Tipo de Activo	% del Total del Fondo
Renta Fija (RF)	44.7%
Renta Variable (RV)	29.31%
Renta Fija alternativa (RF_AL)	6.5%
Activos reales (Comm)	2.56%
Renta Variable emergente (RV_EM)	11.29%
Renta variable Global (RV_Glo)	2.8%

La distribución en dinero del fondo de pensiones por tipo de activo es la representada en el cuadro 9, y por exposición al tipo de moneda lo podemos observar en el cuadro 10:

Cuadro 9: Distribución del fondo por tipo de activo%

Clasificación Activo	Valor a mercado
Renta Fija	8,923,979,194
Renta Fija Alternativa	1,299,692,856
Renta Variable	5,855,990,134
Renta V Extranjera	1,087,233,721
Renta V Extranjera Emergente	2,255,908,211
Activos reales	555,740,827
Total	19,978,544,943

Cuadro 10: Distribución del fondo por moneda

Moneda	Valor a mercado
MXN	8,012,319,908
UDI	7,986,501,465
SMG	80,840,810
ME	3,898,882,759
Total	19,978,544,942

en donde

MXN: Peso Mexicano,

UDI: Unidad de Inversión,

SMG: Salario Mínimo General

ME: Moneda Extranjera

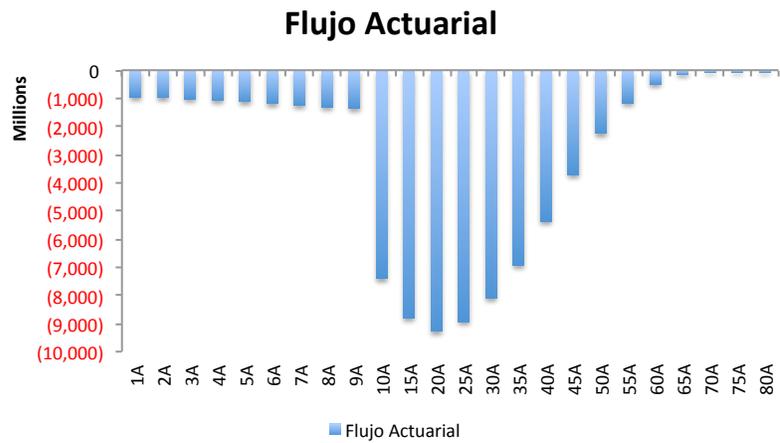
3.1.1.2 Valuación de pasivos.

Para estimar el valor presente de los flujos actuariales, procederemos a descontar los flujos actuariales con la curva de gubernamental (CETES + bonos M) la cual es obtenida del archivo de curvas proporcionado por el proveedor de precios, con lo

que obtenemos el siguiente resultado que es el valor presente de la obligaciones futuras.

Grafica 1: Flujos actuariales por pasivos de pensión

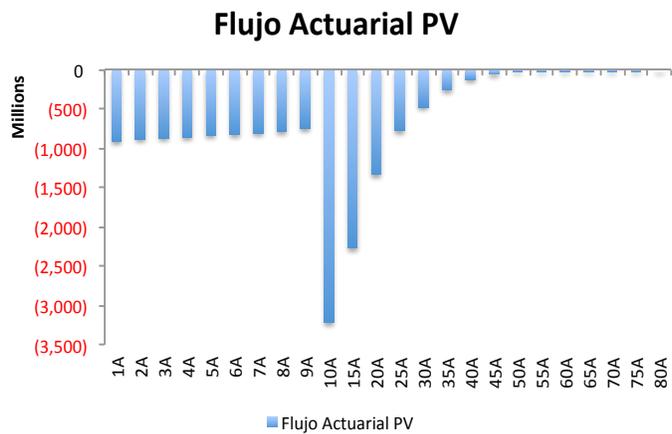
Plazo	Flujo Actuarial
1A	(960,367,913)
2A	(978,596,811)
3A	(1,020,586,064)
4A	(1,071,381,760)
5A	(1,115,198,211)
6A	(1,188,005,793)
7A	(1,244,610,780)
8A	(1,304,469,208)
9A	(1,353,587,599)
10A	(7,401,566,571)
15A	(8,810,322,384)
20A	(9,279,599,439)
25A	(8,934,755,328)
30A	(8,107,773,685)
35A	(6,923,803,398)
40A	(5,376,787,900)
45A	(3,711,100,489)
50A	(2,242,999,298)
55A	(1,159,969,767)
60A	(495,572,245)
65A	(146,302,963)
70A	(52,920,623)
75A	(8,293,197)
80A	(314,366)
Total	(72,888,885,792)



Tenemos flujos actuariales por un monto aproximado de 72 mil millones, el cual se encuentra concentrado entre los 10 y 30 años, estas cifras se encuentran en valores nominales, por lo que los flujos se descontarán con una curva de rendimiento de mercado.

Grafica 2: Valor presente de los flujos actuariales estimados

Plazo	Flujo Actuarial PV	IRR
1A	(916,310,497)	5%
2A	(885,987,438)	5%
3A	(874,031,266)	5%
4A	(862,031,477)	5%
5A	(837,919,484)	6%
6A	(831,436,383)	6%
7A	(812,715,331)	6%
8A	(783,688,679)	6%
9A	(746,820,451)	7%
10A	(3,214,494,688)	7%
15A	(2,275,778,572)	8%
20A	(1,336,374,940)	9%
25A	(777,922,553)	9%
30A	(480,761,068)	9%
35A	(264,220,378)	9%
40A	(132,230,260)	9%
45A	(58,834,852)	9%
50A	(22,940,318)	9%
55A	(7,660,085)	9%
60A	(2,116,180)	9%
65A	(415,202)	9%
70A	(103,837)	9%
75A	(10,622)	9%
80A	(285)	9%
Total	(16,124,804,845)	8.22%



El resultado es un valor presente correspondiente a flujos actuariales por 16 mil millones, el cual tiene una duración de 11.78 años⁵¹.

Se realizó la valuación de los activos y pasivos del plan de pensiones de una manera análoga, es decir, para activos como para pasivos realizamos el valor presente los flujos futuros con una curva de mercado a diciembre del 2011, se realizó para los flujos futuros esperados en las inversiones y para las obligaciones futuras, con lo cual podemos continuar con el análisis con la tranquilidad de que estamos tratando con valuaciones análogas tanto para los activos del fondo así como para los pasivos o flujos actuariales.

⁵¹ Duración Macauley: $Duración = \frac{\sum^n t_i VP_i}{VP}$, donde t=tiempo del flujo i, VPi= valor presente del flujo i y VP representa el calor presente total. (Jorion, Financial Risk Management Handbook, 2007, p10)

3.1.1.3 Evolución del Plan de pensiones (estatus)

De las valuaciones realizadas obtenemos nuestro primer resultado, el estatus del plan de pensiones, es decir cuál es la posición del fondo de pensiones a valores de mercado al 31 de diciembre del 2011 y cuanto es el valor presente de las obligaciones futuras, de los flujos actuariales o el pasivo del plan de pensiones. La meta es que el plan se encuentre correctamente fondeado, si el plan tuviera un estatus deficitario (los pasivos son más grandes que los activos) se tendrían que realizar acciones correctivas que pudieran ser el rebalanceo de las posiciones riesgosas y/o inyectar mayor capital. El siguiente cuadro muestra los posibles balances de nuestro plan.

Cuadro 11: Estatus de un plan de pensiones

Gestión del fondo

Plan sobre fondeado		Plan sub fondeado	
Balance del Fondo		Balance del Fondo	
+ Valor a mercado de los Activos	- VP Pasivos	+ Valor a mercado de los Activos	- VP Pasivos
+Capital disponible			- Capital disponible

El siguiente cuadro resume la posición histórica del fondo de pensiones y de los flujos actuariales a valor presente. Aunque la valuación actuarial es anual, se realiza una estimación o ajuste a los flujos actuariales mensual la cual contempla actualizar las curvas de valuación por las actuales, la cual nos permite llevar un mejor control de la posición pasiva del fondo.

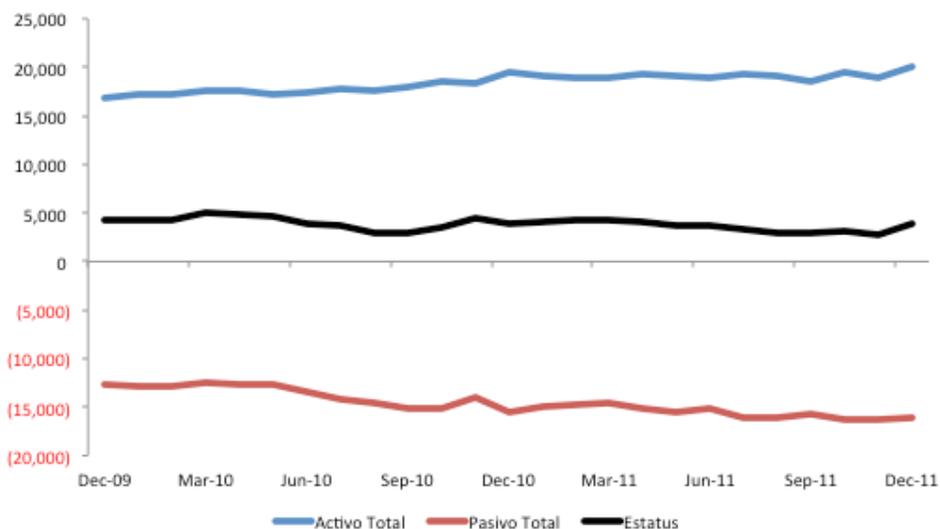
Grafica 3: Evolución mensual del fondeo del plan.

	Dec-09	Mar-10	Jun-10	Sep-10	Dec-10	Mar-11	Jun-11	Sep-11	Dec-11
Renta Fija	6,569	7,000	7,244	9,396	9,733	9,481	9,682	8,939	10,224
Renta Variable	10,263	10,651	10,107	8,579	9,778	9,375	9,143	9,661	9,755
Fondo total	16,832	17,651	17,351	17,975	19,511	18,856	18,824	18,600	19,979
Cambio mes A	0	506	116	432	1,164	(74)	(267)	(546)	1,078
Vp Pasivos	(12,609)	(12,556)	(13,374)	(15,050)	(15,573)	(14,512)	(15,194)	(15,728)	(16,125)
Cambio mes P	0	361	(723)	(405)	(1,642)	229	267	396	87
Estatus	4,224	5,094	3,978	2,926	3,938	4,344	3,630	2,872	3,854

Observamos que se cuenta con un plan “correctamente” fondeado, sin embargo esta vista puede ser engañosa ya que pudieran suceder escenarios económicos

que incrementan abruptamente el pasivo, una probable alza de tasas podría causar pérdida de valor en el fondo, o un des aceleramiento económico pérdida de valor al sector productivo impactando directamente el valor del capital variable. De lo anterior podemos concluir que no basta con darle seguimiento a la vista contable del plan sino analizar y medir los riesgos asociados con éste en particular. De aquí continuamos con el proceso de gestión.

Grafica 4: Evolución del plan de pensiones



3.2 Cómputo del rendimiento y análisis de pérdidas y ganancias.

Al 31 de Diciembre del 2011 se cuenta con un plan fondeado correctamente, sin embargo es recomendable conocer cuál es el desempeño de éste, ya que el que un plan esté fondeado correctamente, puede tener sus causas en inyecciones de capital y no necesariamente por un buen desempeño, es decir en las decisiones de inversión del fondo.

El reporte de rendimientos nos dice cuál es el comportamiento histórico y actual de los diferentes tipos de inversión que el plan está llevando a cabo, a partir de esto se pueden tomar decisiones sobre la eficacia de la administración del fondo.

El resultado que obtendremos será el rendimiento por tipo de activo así como el análisis de pérdidas y ganancias generado por el fondo de pensiones.

Para computar el rendimiento, las pérdidas y las ganancias necesitamos:

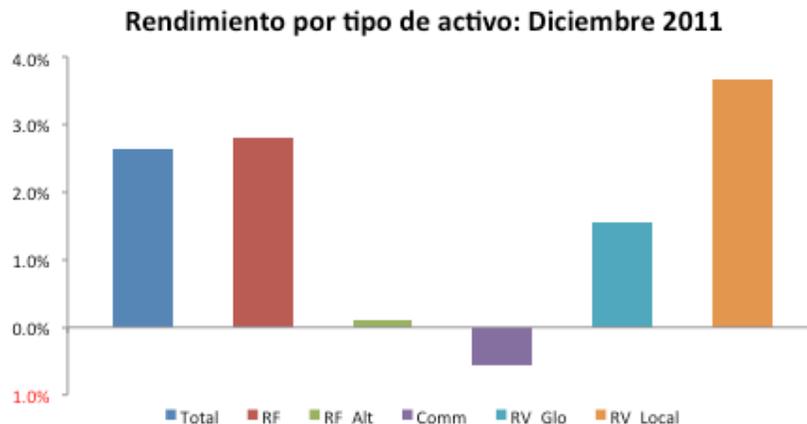
- Sumario del estado de cuenta del mes anterior, es decir el cierre contable del fondo al 30 de noviembre del 2011.
- Sumario del estado de cuenta: cierre contable del mes en cuestión.
- Estado de Cuenta: detalle exhaustivo de operación por operación que se realizó en el fondo.
- Vector de precios: base de precios de diciembre del 2011.

El proceso de construcción del rendimiento debe ser manejado con cuidado, no es válido tomar la posición de noviembre y compararla con la de diciembre directamente, si se hiciera de esta manera se podría estar sub o sobre ponderando el rendimiento real de los activos debido a los flujos de efectivo que pudieran entrar (inyecciones de capital o entradas al plan) y las salidas (pagos de beneficios o liquidación de empleados). Por lo que debe de construirse un proceso diario de seguimiento de flujos, siguiendo la nota técnica donde se describe el procedimiento usado para no sobre o sub ponderar los rendimientos.

El cómputo de los rendimientos se realiza de acuerdo con el Capítulo 2: “Nota Técnica”, con el denominado *Time Weighted*, y con este método lo que se logra es dejar de considerar en los flujos diarios del fondo las entradas y salidas de éste; es decir se elimina el ruido que podría provocar disolver posiciones para realizar el pago de beneficios o la inversión por inyecciones de capital.

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Grafica 5: rendimiento por tipo de activo, 31 de diciembre 2011



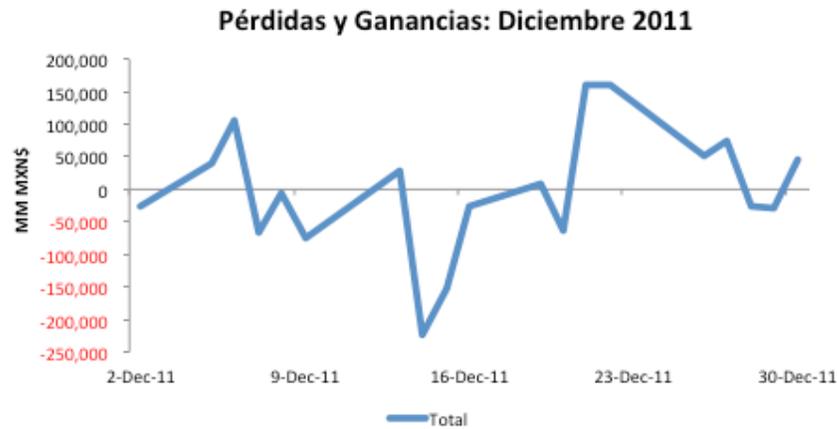
Fuente: Computo de rendimientos bajo metodología *time weighted*, de la institución sobre el cambio de periodo de Noviembre 2011 a Diciembre 2011.

El rendimiento total del portafolio fue de 2.62%, siendo los mayores contribuyentes los instrumentos cuya clasificación corresponde a renta fija con 2.8 % y renta variable con 3.67 %, notamos que las inversiones en activos reales (Comm) están

generando pérdidas, por lo que este tipo de inversión sería un candidato a su evaluación de venta.

Ahora, con base en los rendimientos obtenidos, la asignación del capital adquiere relevancia, es decir si el total del fondo estuviera invertido en activos reales hubiera sufrido una pérdida, sin embargo el fondo está dividido en diferentes tipos de activos, con lo cual se tiene el beneficio de la diversificación, a continuación se presenta la evolución de las pérdidas y las ganancias del mes.

Grafica 6: Pérdidas y Ganancias del fondo a lo largo del mes de Diciembre 2011.



Fuente: Computo de rendimientos, pérdidas y ganancias bajo metodología *time weighted*, de la institución sobre el cambio de periodo de 1 de Diciembre 2011 al 31 de Diciembre 2011.

Cuadro 12: Pérdidas y ganancias acumuladas para el mes de Diciembre 2011, por tipo de activo del Fondo.

Pérdidas y Ganancias Dic-11

Total	473,841,124
RF	222,035,180
RF_Alt	1,198,577
Comm	(2,838,460)
RV_Glo	48,353,217
RV_Local	205,092,611

Fuente: Computo de rendimientos, pérdidas y ganancias bajo metodología *time weighted*, de la institución sobre el cambio de periodo de 1 de Diciembre 2011 al 31 de Diciembre 2011.

Derivado de la administración del fondo se obtuvo una ganancia en el mes de diciembre por 473 millones, los cuales provienen de posiciones de renta fija y renta variable, este resultado se considera positivo.

3.3 Medición y análisis del riesgo.

Sobre el plan de pensiones, nos interesa saber cuál es el riesgo que estamos corriendo para poder gestionarlo, es en este punto en el cual se toman las posiciones tanto activas como pasivas y se descomponen en factores de riesgo que posteriormente alimentarán a un modelo de valor en riesgo el cual nos dará un valor en riesgo del portafolio incluyendo activos y pasivos.

Los factores de riesgo a los que se encuentra primordialmente expuesto el fondo de pensiones son de tres naturalezas, que son de renta fija o riesgo de tasa, de renta variable y de tipo de cambio.

Los insumos utilizados para realizar la descomposición de los factores de riesgo son:

- Posición del fondo de pensiones: Archivo computado anteriormente, el cual incluye la posición al cierre del mes, con las sociedades de inversión ya descompuestas en todos los instrumentos que contengan.
- Vector de precios: Archivo que contiene precio y detalle de todos los instrumentos financieros.
- Curvas de valuación: curvas de mercado, con las cuales se valúan los instrumentos financieros.
- Flujos actuariales: los pasivos del fondo

3.3.1 Factores de riesgo para posiciones de renta fija.

Calculamos el factor de riesgo de cada posición en el fondo de pensiones, esto lo resumimos por tipo de riesgo y duración, es decir a cada instrumento se le calcula la sensibilidad a la tasa siguiendo el procedimiento de valuación descrito en el Capítulo 2 “ La Nota Técnica” y después aplicando el PV01, obtendremos la sensibilidad al movimiento de 1 punto base en la curva de descuento, por plazo e instrumento.

La segmentación de la sensibilidad en un vector de plazos responde a lo siguiente, como ejemplo un bono a 10 años que paga cupón mensualmente tendrá sensibilidad en cada uno de los plazos en los que paga cupón y una sensibilidad mayor en el plazo correspondiente al flujo del principal, a su vez si el cupón está indizado a alguna tasa de referencia éste también generará una sensibilidad (está sensibilidad será de signo contrario).

La sensibilidad de los instrumentos del fondo, dependiendo de sus características fueron agrupados en cuatro factores de riesgo, esta separación se debe a las características de valuación de cada uno de los instrumentos que conforman el

portafolio de activos correspondientes a instrumentos de renta fija. Por ejemplo el riesgo de CETES corresponde a aquellos instrumentos cuya valuación se realiza con la curva de CETES, y entre los más comunes se encuentra los CETES y los Bonos M.

Las sensibilidades son calculadas para cada instrumento por plazo según su metodología de valuación. Aunque los instrumentos son calculados uno por uno a su plazo para presentar y trabajar la información se agrupa en plazos característicos de manera que el valor presentado en un nodo t es la que corresponde a un valor entre el nodo t-1 y el t.

Las sensibilidades computadas como el PV01 o el impacto en valor económico dado un movimiento de 1 punto base en la curva de valuación generan los resultados de la Gráfica 7.

Grafica 7: Sensibilidad del portafolio de instrumentos de renta fija del fondo

Activos						
	Cetes	TIIE	UDI	Bondes	Brems	Corporativa
O/N	(132)	(25)	(13)	(1)	(0)	(12)
1 M	(553)	(77)	(9)	(3)	(0)	(7)
2 M	(409)	40	(29)	(1)	(0)	(30)
3 M	(823)	3	(978)	(311)	(1)	(138)
6 M	(1,490)	46	(5,806)	(343)	(3)	(285)
9 M	(32,845)	79	(2,639)	(790)	(4)	(33,078)
1 A	(57,254)	117	(21,249)	(2,525)	(7)	(58,548)
2 A	(2,135)	579	(6,548)	(5,559)	(217)	(2,376)
3 A	(2,068)	1,766	(25,407)	(8,218)	(269)	(2,190)
4 A	(1,853)	890	(14,111)	(10,562)	(401)	(4,477)
5 A	(2,628)	1,219	(138,909)	(18,993)	(363)	(119,063)
7 A	(1,429)	620	(184,131)	(37,932)	(103)	(91,686)
10 A	(1,510)	12	(94,896)	(17,036)	0	(3,291)
15 A	(2,035)	0	(21,753)	(2,035)	0	(4,672)
20 A	(1,998)	0	(436,844)	(1,998)	0	(4,409)
25 A	(994)	0	(3,484,483)	(994)	0	(90,213)
30 A	0	0	(5,799,352)	0	0	(146,330)
+ 30 A	0	0	0	0	0	0
Total	(110,156)	5,269	(10,237,157)	(107,301)	(1,368)	(560,805)

Fuente: evaluación de sensibilidad del fondo de pensiones de la institución, siguiendo lo presentado en el Capítulo 2 , sobre la posición al 31 de diciembre del 2011.

Como resultado tenemos que si se diera un incremento en un punto básico en la curva de CETES el fondo tendría una pérdida de \$110,156 y si sucediera el mismo escenario con la curva de UDIS serían \$10 millones; la sensibilidad observada para la TIIE es positiva porque se refiere al cupón, es decir contrariamente que con el incremento en la curva de valuación si sucede un incremento en la tasa del cupón se tiene una ganancia.

3.3.2 Sensibilidades para los flujos actuariales.

Para calcular la sensibilidad a la tasa de los flujos actuariales se realizó de manera análoga a los activos, conforme al Capítulo 2 “La Nota Técnica”, los flujos actuariales fueron separados por mes, y se consideró un tratamiento como si fueran bonos sin pago de cupón es decir el principal al vencimiento fue traído a valor presente con una curva de valuación, posteriormente se aplicó el DV01 como lo señala la nota técnica. El resultado del cómputo de la sensibilidad de los flujos actuariales fue agrupado de manera análogo a los activos por tipo de riesgo y plazo.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Grafica 8: Sensibilidad a tasa de interés de los flujos actuariales.

Pasivos				
	Cetes	TIIE	Real	Corporativa
O/N	0	0	0	0
1 M	0	0	0	0
2 M	0	0	0	0
3 M	0	0	0	0
6 M	0	0	0	0
9 M	0	0	0	0
1 A	78,294	0	0	0
2 A	150,980	0	0	0
3 A	223,081	0	0	0
4 A	292,883	0	0	0
5 A	566,851	0	0	0
7 A	1,235,481	0	0	0
10 A	2,445,692	0	0	0
15 A	3,301,698	0	0	0
20 A	2,776,701	0	0	0
25 A	1,967,406	0	0	0
30 A	3,580,912	0	0	0
+ 30 A	0	0	0	0
Total	16,619,979	0	0	0

Fuente: evaluación de sensibilidad del pasivo de pensiones de la institución, siguiendo lo presentado en el Capítulo 2 , sobre la posición al 31 de diciembre del 2011.

Grafica 9: Resumen de flujos actuariales

Total Sensibilidad	16,619,979
Valor Presente	(16,124,804,845)
IRR	8.22%
Duración	11.78

Si el factor de riesgo Cetes se incrementara en 1 pb entonces el valor presente de los flujos actuariales disminuiría en \$16,619,979.

Ahora bien, interpretando el resultado obtenido para las sensibilidades obtenidas, podemos decir que en el caso de los activos, en particular para el factor de riesgo CETES, si se incrementase +1 pb en paralelo la curva de CETES, esto representaría una pérdida de 110,153 pesos aproximadamente (ver Gráfica 7), aunque los pasivos aumentarían valor por 16 millones de pesos aproximadamente dada la sensibilidad positiva que presentan, que dada su naturaleza negativa resultaría en un pasivo menor⁵² (ver grafica 8), lo que nos llevaría a un neto de 15.8 millones aproximadamente de superávit Sin embargo si consideramos que un movimiento similar se diera en la tasa real (UDIS) esto tendría un impacto de -10 millones de pesos(ver Gráfica 7) que si lo añadimos al movimiento en CETES tendríamos una pérdida en valor del plan en +6 millones de pesos⁵³.

3.3.3 Factores de riesgo para posiciones de renta variable.

Para la medición del riesgo de las posiciones que no dependen de una tasa, es decir las posiciones de renta variable, usamos el riesgo implícito que tienen con respecto al mercado (modelo CAPM), a partir de éste obtendremos una matriz de Betas la cual nos indicará el riesgo que mantiene cada una de ella con el mercado.

El punto de referencia es diferente dependiendo las características de cada instrumento, por ejemplo para acciones en el mercado mexicano es el IPC y para acciones en el mercado estadounidense pudiera ser el Dow Jones o el Nasdaq.

El factor de riesgo de estas posiciones estará dado por el resultante de la beta obtenida y la posición que el fondo mantiene en ellas.

⁵² En un sentido practico, si descontamos los pasivos con una tasa mayor obtendremos un valor presente menor.

⁵³ Si el movimiento mencionado fuera de -1 punto base tendríamos aproximadamente una perdida de -6 millones de pesos.

Grafica 10: Ejemplo de Betas obtenidas a través del CAPM, mismo que se propuso en el Capítulo 2.

		FONBNM.C0-C	HZPAT.C0-C	PE&OLES.*	C.*	AAPL.*	MSFT.*
Alfa	α	0.00	0.00	0.03	(0.00)	0.03	(0.01)
IPC	β	0.98	0.96	1.07	0.00	0.00	0.00
DOW	β	-	-	-	4.16	-	-
NASDAQ	β	-	-	-	-	0.91	0.91

Fuente: Evaluación de sensibilidad del pasivo de pensiones de la institución, siguiendo lo presentado en el Capítulo 2 , sobre la posición al 31 de diciembre del 2011.⁵⁴

3.3.4 Factores de riesgo procedentes de operaciones en moneda extranjera.

Las posiciones en moneda extranjera generan otro factor de riesgo adicional al que pueden generar por modelo, este se le conoce como riesgo de posición cambiaria el cual puede ser largo o corto es decir si estamos largos en dólares nos vemos beneficiados por un aumento en la paridad peso dólar.

En el fondo tenemos riesgo cambiario procedente de posiciones de renta variable que corresponden a mercados extranjeros, esta posición cambiaria va a ser exactamente la misma que calculamos a partir del modelo CAPM, es decir es el monto en el que estamos largos en riesgo cambiario, lo singular de este factor de riesgo es que va a estar sujeto a la volatilidad que tenga el peso contra la moneda del subyacente, cosa que en el caso de su factor de riesgo puro no está considerado.

A continuación el detalle de la posición que está sujeta a riesgo cambiario:

Cuadro 13: Exposición a riesgo cambiario del fondo de pensiones al 31 de Diciembre del 2011.

Posición USD	Valor a Mercado
RV Global	2,255,908,211
RV Global EM	1,087,233,721
Activos Reales	555,740,827
Total	3,898,882,759

3.4 Valor en riesgo (Capital en riesgo)

A partir de los factores de riesgo calculados se sigue la metodología delta-normal para calcular el valor económico en riesgo (VaR), el nivel de confianza utilizado para la construcción de este corresponde a una sigma y el horizonte es de 1 mes.

⁵⁴ El alfa computado se refiere al rendimiento obtenido en exceso con punto de referencia bajo el modelo CAPM.

Este valor nos va a dar el monto de pérdida probable, dado que se incluye todo el portafolio tanto el fondo de activos así como de los flujos actuariales es deseable que este VaR esté dentro de los límites de la Institución y si llegara a sobrepasar un determinado límite tomar acciones correctivas en el portafolio.

Se construye la matriz de varianzas y covarianzas a partir de información histórica, esta es construida por plazo y factor de riesgo, la matriz es calculada con información histórica de 6 meses. Cabe mencionar que la selección del periodo para la construcción puede tener impacto importante sobre el Var, por ejemplo si se generara la información histórica de 36 meses se estaría metiendo el periodo de crisis “subprime”⁵⁵ mexicano, el cual es un periodo de alta volatilidad y anómalo por la procedencia de este, y parecería mas adecuado para una prueba de estrés.

Grafica 11: Matriz de varianzas y covarianzas utilizada en el computo del VaR.

Factor de riesgo	Vol	CETES ON	...	CETES 30 A	TIIE ON	...	TIIE 30 A	UDI 3 M	...	UDI 30 A	BONDE ON	...	BONDE 30Y	BREMS ON	...	BREMS 30Y	FX	Corporativa ON	...	Corporativa 30 A	RV	MSCI WI	MSCI EM	COMM GSCITR	COMM CRB	COMM DJAIG	Rv Global	Rv Global Emergente	Activos reales	
CETES ON	6.20	1.00	0.17	0.76	0.24	0.19	0.15	0.07	0.07	0.34	0.03	0.34	(0.03)	(0.18)	0.01	(0.02)	0.17	0.04	0.06	0.01	(0.19)	(0.07)	0.03	0.03						
...																														
CETES 30 A	31.91	0.17	1.00	0.11	0.92	0.22	0.96	0.12	0.12	0.08	0.08	0.19	(0.01)	(0.23)	0.17	0.16	0.07	(0.10)	0.09	0.06	0.01	(0.06)	(0.12)	(0.10)	(0.03)	(0.13)				
TIIE ON	6.04	0.76	0.11	1.00	0.17	0.15	0.07	0.12	0.12	0.20	0.20	(0.00)	(0.19)	0.01	(0.03)	0.07	(0.02)	(0.01)	(0.06)	(0.12)	(0.10)	(0.03)	(0.03)	(0.04)						
...																														
TIIE 30 A	37.68	0.24	0.92	0.17	1.00	0.22	0.88	0.02	0.02	0.06	0.06	0.22	(0.12)	(0.26)	0.16	0.16	0.11	(0.14)	0.04	(0.01)	(0.04)	0.06	(0.15)							
UDI 3 M	108.12	0.19	0.22	0.15	0.22	1.00	0.25	(0.07)	(0.07)	0.27	0.27	0.16	(0.20)	(0.30)	(0.06)	(0.11)	(0.08)	(0.16)	0.02	(0.03)	(0.00)	(0.10)	(0.19)							
...																														
UDI 30 A	27.91	0.15	0.96	0.07	0.88	0.25	1.00	(0.01)	(0.01)	0.04	0.04	0.25	0.02	(0.27)	0.09	0.16	(0.00)	(0.15)	0.03	0.03	(0.03)	(0.06)	(0.19)							
BONDE ON	3.74	0.07	0.12	0.12	0.02	(0.07)	(0.01)	1.00	1.00	0.16	0.16	(0.15)	(0.11)	(0.16)	0.08	(0.05)	0.08	(0.01)	0.05	(0.03)	0.02	0.07	0.04							
...																														
BONDE 30Y	3.74	0.07	0.12	0.12	0.02	(0.07)	(0.01)	1.00	1.00	0.16	0.16	(0.15)	(0.11)	(0.16)	0.08	(0.05)	0.08	(0.01)	0.05	(0.03)	0.02	0.07	0.04							
BREMS ON	2.12	0.34	0.08	0.20	0.06	0.27	0.04	0.16	0.16	1.00	1.00	(0.17)	0.04	0.05	0.14	0.36	0.20	0.30	0.19	(0.24)	0.08	0.22	0.27							
...																														
BREMS 30Y	2.12	0.34	0.08	0.20	0.06	0.27	0.04	0.16	0.16	1.00	1.00	(0.17)	0.04	0.05	0.14	0.36	0.20	0.30	0.19	(0.24)	0.08	0.22	0.27							
FX	30.83	(0.03)	0.19	(0.00)	0.22	0.16	0.25	(0.15)	(0.15)	(0.17)	(0.17)	1.00	0.13	(0.01)	(0.71)	(0.44)	(0.75)	(0.80)	(0.59)	(0.55)	(0.64)	(0.77)	(0.79)							
Corporativa ON	8.50	(0.18)	(0.01)	(0.19)	(0.12)	(0.20)	0.02	0.13	0.13	0.04	0.04	0.13	1.00	0.53	(0.13)	0.00	(0.32)	(0.04)	0.05	0.05	0.07	(0.29)	(0.02)							
...																														
Corporativa 30 A	17.94	0.01	(0.23)	0.01	(0.26)	(0.30)	(0.27)	(0.01)	(0.01)	0.05	0.05	(0.01)	0.53	1.00	(0.09)	(0.10)	(0.21)	0.00	(0.07)	0.05	0.00	(0.19)	(0.00)							
RV	14.46	(0.02)	0.17	(0.03)	0.16	(0.06)	0.09	0.08	0.08	0.14	0.14	(0.71)	(0.13)	(0.09)	1.00	0.63	0.82	0.81	0.75	0.72	0.80	0.84	0.79							
MSCI WI	40.85	0.17	0.16	0.07	0.16	(0.11)	0.16	(0.05)	(0.05)	0.36	0.36	(0.44)	0.00	(0.10)	0.63	1.00	0.67	0.73	0.64	0.26	0.61	0.69	0.68							
MSCI EM	49.23	0.04	0.07	(0.02)	0.11	(0.08)	(0.00)	0.08	0.08	0.20	0.20	(0.75)	(0.32)	(0.21)	0.82	0.67	1.00	0.83	0.63	0.48	0.64	0.97	0.78							
COMM GSCITR	61.76	0.06	(0.10)	(0.01)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.01)	(0.01)	0.30	0.30	(0.80)	(0.04)	0.00	0.81	0.73	0.83	1.00	0.76	0.54	0.76	0.86	0.92							
COMM CRB	52.19	0.01	0.09	(0.06)	0.04	0.02	0.03	0.05	0.05	0.19	0.19	(0.59)	0.05	(0.07)	0.75	0.64	0.63	0.76	1.00	0.58	0.95	0.67	0.70							
COMM DJAIG	35.36	(0.19)	0.06	(0.12)	(0.01)	(0.03)	0.03	(0.03)	(0.03)	(0.24)	(0.24)	(0.55)	0.05	0.05	0.72	0.26	0.48	0.54	0.58	1.00	0.72	0.50	0.52							
Rv Global	50.67	(0.07)	0.01	(0.10)	(0.04)	(0.00)	(0.03)	0.02	0.02	0.08	0.08	(0.64)	0.07	0.00	0.80	0.61	0.64	0.76	0.95	0.72	1.00	0.67	0.69							
Rv Global Emergente	45.31	0.03	0.02	(0.03)	0.06	(0.10)	(0.06)	0.07	0.07	0.22	0.22	(0.77)	(0.29)	(0.19)	0.84	0.69	0.97	0.86	0.67	0.50	0.67	1.00	0.87							
Activos reales	57.10	0.03	(0.13)	(0.04)	(0.15)	(0.19)	(0.19)	0.04	0.04	0.27	0.27	(0.79)	(0.02)	(0.00)	0.79	0.68	0.78	0.92	0.70	0.52	0.69	0.87	1.00							

Fuente: Cálculos propios con información histórica

A continuación son cargados los factores de riesgo computados en el plan de pensiones de tal manera que podemos tener el Valor en Riesgo del plan así como por factor, se aplica el método delta normal para obtenerlo.

⁵⁵ Subprime: Referencia sobre el periodo de volatilidad en los mercados generado por las crisis de créditos hipotecarios de tipo “subprime” en los Estados Unidos de Norte América.

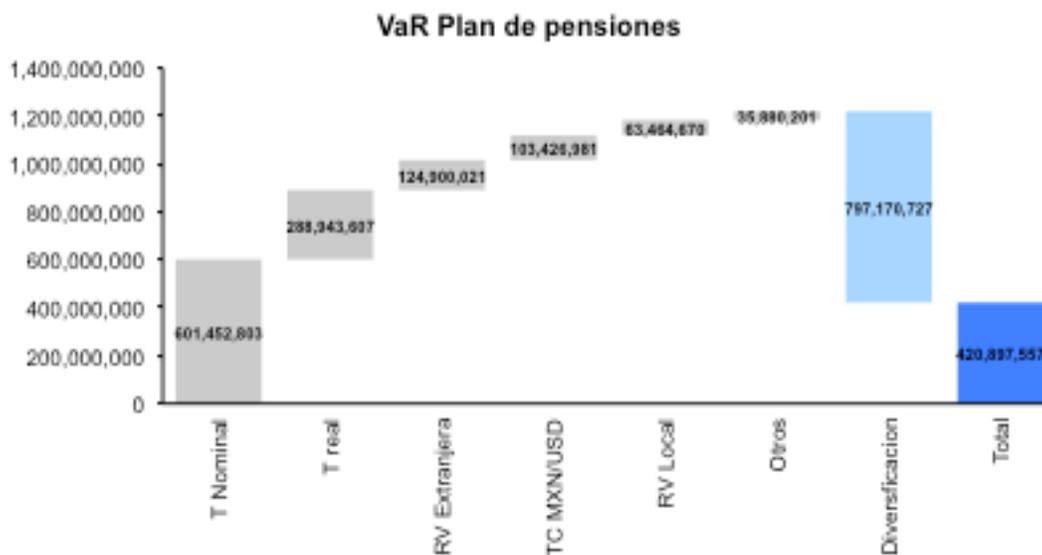
Grafica 12: Resumen valor en riesgo calculado para el plan de pensiones al 31 de Diciembre del 2011.

		Sensibilidades		
		Activos	Pasivos	Neto
RF	Tasa Nominal	(13,555,761)	16,619,978,872	16,606,423,111
	Tasa Real	(10,237,105,811)	0	(10,237,105,811)
	Tasa Corporativa	(560,805,115)	0	(560,805,115)
	Sobretasa Gobierno	(107,300,933)	0	(107,300,933)
RF_ALT	Tasa Nominal	(91,330,333)	0	(91,330,333)
	Indice	0	0	0
RV	Local	4,230,113,134	0	4,230,113,134
RV_FX	Extranjera	2,876,315,867	0	2,876,315,867
	TC MXN USD	2,876,315,867	0	2,876,315,867
COMM	Activos Reales	478,138,886	0	478,138,886
	TC MXN USD	478,138,886	0	478,138,886
VaR		301,103,831	602,412,349	420,897,160

Fuente: Cálculos propios con información del plan de pensiones de la institución al 31 de diciembre del 2011

Obtenemos un valor en riesgo para el fondo de pensiones de 420 millones, es decir la máxima pérdida probable del plan en un mes, por está cantidad al 99% de confianza por esta cantidad, esto es aproximadamente el 2.14% del valor del Fondo de pensiones.

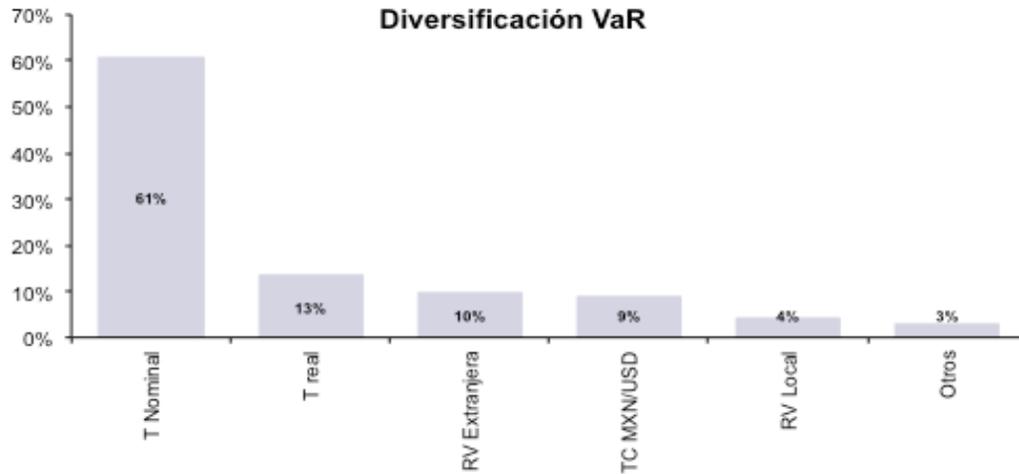
Grafica 13: VaR del plan de pensiones de la institución por tipo de riesgo + efecto diversificación.



Fuente: Cálculos propios con información del plan de pensiones de la institución al 31 de diciembre del 2011

El VaR total del portafolio es de 420 millones, calculando el VaR independientemente a cada uno de los factores de riesgo obtenemos que tenemos un efecto de diversificación en el plan por 767 millones.

Grafica 14: Efecto diversificación en el VaR, por tipo de riesgo.



Fuente: Cálculos propios con información del plan de pensiones de la institución al 31 de diciembre del 2011

Observamos que el factor de riesgo que mayor mitigante en cuanto a diversificación es la tasa nominal al participar con un 61% del total de la diversificación del portafolio.

Grafica 15: Posibles reducciones de Var, según factor de riesgo.

		VaR independiente	Posible Posición (Factor de riesgo)	Ganancia de VaR
RF	Tasa Nominal	533,552,665	(9,771,806)	223,654
	Tasa Real	(193,998,475)	(9,511,826)	105,898
	ST Corp.	2,305,717	7,424,893	14,844
	ST Gov.	(23,735)	(6,666,667)	660
RF_ALT	Tasa Nominal	(545,888)	(9,771,806)	223,654
	Indice	0	0	0
RV	ACC. LOC.	29,660,040	(13,813,506)	50,413
RV_FX	ACC. FOR.	47,382,882	(3,810,853)	29,843
	FX MXN USD	(2,000,553)	307,940	107
COMM	COMM	4,897,461	(1,322,473)	6,828
	FX MXN USD	(332,558)	307,940	107

Fuente: Cálculos propios con información del plan de pensiones de la institución al 31 de diciembre del 2011

Con el VaR al 31 de Diciembre de 2011 , hacemos un ejercicio que resulta en una opinión directa del modelo matemático del VaR; ajustamos para cada uno de los

factores de riesgo un posible aumento o disminución en la posición (en el cuadro está expresado ya en su factor de riesgo), y con estos escenarios obtenemos una ganancia en VaR, es decir una reducción o mitigación del riesgo. Por ejemplo si se inyectara la posición correspondiente a 9 millones de sensibilidad en tasa nominal tendríamos una reducción de 200 millones de VaR aproximadamente.

El VaR obtenido que es de aproximadamente un 2.14% del portafolio activo, nos da una certeza numérica de que el plan está razonablemente cubierto con un nivel de confianza del 99% y el mismo análisis nos da la oportunidad de considerar posicionamientos que nos llevarían a una disminución de riesgo en el plan.

4 Conclusiones

En los resultados podemos observar dos visiones del plan de pensiones, la contable que refleja el valor del plan y no provee mayor información acerca del riesgo o desempeño de este, la segunda vista, que es complementaria es la del riesgo que se enfoca en la medición de la exposición al riesgo del plan, y es con está con la cual el gobierno corporativo del plan puede tomar decisiones acerca del posicionamiento del fondo y el apetito de riesgo, así como nuevas oportunidades de inversión pero con límites de riesgo preestablecidos gracias a la correcta medición del riesgo del plan.

Al realizar el análisis total del posicionamiento del plan de pensiones y la gestión de los activos y pasivos de éste, primeramente observamos que contablemente el plan mantiene un balance sano, al tener un fondo mayor que los flujos actuariales a valor presente, sin embargo dicho resultado no es suficiente para determinar el buen funcionamiento del plan, sin embargo lo que si nos permite observar es que la Institución ha hecho lo posible para no tener un pasivo descubierto en su balance, observamos que en el 2011 se ha mantenido la relación de activos y pasivos positiva e inclusive se tiene un colchón o amortiguador, para poder cubrir pérdidas temporales sin llegar a estar descubiertos.

El desempeño del fondo de pensiones dada la diversificación y atribución de activos en el fondo logró un buen desempeño en el mes de diciembre con un rendimiento de 2.6%, teniendo activos con pérdidas, pero observando que sería muy adelantado el juzgar a las posiciones que resultaron perdedoras, tomando en cuenta que estas son las que le dan el poder de diversificación al fondo así como mayor volatilidad, pero sin llegar a ser el punto medular del fondo ya que éstas representan aproximadamente el 20%, por lo que se podría decir que tienen un objetivo especulativo en el fondo a tratar de llevar al fondo rendimientos anormales (este tipo de inversiones suelen tener rendimientos grandes en el largo plazo).

Por último se calcularon las exposiciones riesgosas del fondo como de los pasivos de pensiones, éstas junto con los factores históricos del mercado (volatilidades y correlaciones) alimentan el modelo de VaR delta normal utilizado, se obtuvo una pérdida máxima probable del portafolio total (Fondo de pensiones y pasivo) de aproximadamente 490 millones y 2.1% en relación a los activos con un nivel de confianza del 99%, el resultado del VaR nos ilustra el riesgo reconocido por el plan de pensiones, tenemos el riesgo individual del portafolio y el beneficio obtenido por la diversificación.

A partir de los resultados obtenidos se sugieren los siguientes pasos:

- Tomar los posibles escenarios de reducción de riesgo y analizar su viabilidad en la incorporación al fondo de pensiones.
- La posibilidad de usar instrumentos derivados para transferencia de riesgos.
- Al existir una desventaja de modelo al suponer la normalidad del rendimiento del fondo, se tendrán que realizar pruebas estadísticas que soporte la ejecución de este modelaje.
- La aplicación de un VaR Montecarlo sería deseable (una vez teniendo idea de la distribución de los rendimientos del fondo), tomando en cuenta la inversión y costo que este puede acarrear (recursos computacionales).
- El computo en paralelo de un Var con escenarios estresados nos puede advertir del comportamiento del fondo en momentos de crisis económicas o efectos correlacionados con mercados foráneos (crisis mexicana-Efecto tequila, crisis rusa, crisis subprime, etc.)
- La incorporación de una métrica genérica de la liquidez del portafolio, nos permitiría llevarle el pulso a la liquidez necesaria (ni excesiva ni insuficiente), para cumplir con las obligaciones a mediano corto y largo plazo.

5 Cuadros y Graficas

CUADRO 1:FACTORES QUE AFECTAN LA TOLERANCIA AL RIESGO DE UN PLAN DE BD	21
CUADRO 2:PERSPECTIVAS DE ACTIVOS Y PASIVOS	23
CUADRO 3 EXPOSICIONES INHERENTES A LOS MERCADOS FINANCIEROS Y ESTRATEGIAS DE COBERTURA.....	26
CUADRO 4 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DELTA-NORMAL.....	58
CUADRO 5 : INCONSISTENCIAS DE LAS FORMULAS DE RENDIMIENTOS.....	64
CUADRO 6: BENEFICIO A NIVEL SALARIAL	65
CUADRO 7: DERECHOS ADQUIRIDOS.....	66
CUADRO 8: DISTRIBUCIÓN DEL FONDO POR TIPO DE ACTIVO%.....	69
CUADRO 9: DISTRIBUCIÓN DEL FONDO POR TIPO DE ACTIVO%.....	70
CUADRO 10: DISTRIBUCIÓN DEL FONDO POR MONEDA.....	70
CUADRO 11: ESTATUS DE UN PLAN DE PENSIONES	73
CUADRO 12: PERDIDAS Y GANANCIAS ACUMULADAS PARA EL MES DE DICIEMBRE 2011, POR TIPO DE ACTIVO DEL FONDO.	76
CUADRO 13: EXPOSICIÓN A RIESGO CAMBIARIO DEL FONDO DE PENSIONES AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2011.....	81
GRAFICA 1: FLUJOS ACTUARIALES POR PASIVOS DE PENSIÓN.....	71
GRAFICA 2: VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS ACTUARIALES ESTIMADOS	72
GRAFICA 3: EVOLUCIÓN MENSUAL DEL FONDEO DEL PLAN.	73
GRAFICA 4: EVOLUCIÓN DEL PLAN DE PENSIONES	74
GRAFICA 5: RENDIMIENTO POR TIPO DE ACTIVO, 31 DE DICIEMBRE 2011	75
GRAFICA 6: PERDIDAS Y GANANCIAS DEL FONDO A LO LARGO DEL MES DE DICIEMBRE 2011.	76
GRAFICA 7: SENSIBILIDAD DEL PORTAFOLIO DE INSTRUMENTOS DE RENTA FIJA DEL FONDO	78
GRAFICA 8: SENSIBILIDAD A TASA DE INTERÉS DE LOS FLUJOS ACTUARIALES.	79
GRAFICA 9: RESUMEN DE FLUJOS ACTUARIALES.....	80
GRAFICA 10: EJEMPLO DE BETAS OBTENIDAS A TRAVÉS DEL CAPM, MISMO QUE SE PROPUSO EN EL CAPITULO 2.....	81
GRAFICA 11: MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS UTILIZADA EN EL COMPUTO DEL VAR.....	82
GRAFICA 12: RESUMEN VALOR EN RIESGO CALCULADO PARA EL PLAN DE PENSIONES AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2011..	83
GRAFICA 13: VAR DEL PLAN DE PENSIONES DE LA INSTITUCIÓN POR TIPO DE RIESGO + EFECTO DIVERSIFICACIÓN.....	83
GRAFICA 14: EFECTO DIVERSIFICACIÓN EN EL VAR, POR TIPO DE RIESGO.	84
GRAFICA 15: POSIBLES REDUCCIONES DE VAR, SEGÚN FACTOR DE RIESGO.....	84

6 Bibliografía

Banco de Mexico. (2013). *Material Educativo: Banco de México*. From Banxico: <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/intermedio/subastas-y-colocacion-de-valores/>

Bernstein, R. D., & L., A. a. (1998). The Right Way to Manage Your Pension Fund. *Harvard Business Review* , 9.

Blake, D. (2006). *Pension Economics*. West Sussex, England: Jhon Wiley & Sons Ltd.

Blake, D. (2006). *Pension Finance*. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.

Bodie, Z. (1990). Pensions as retirement income insurance. *Journal of Economic Literature* , 28-49.

CONSAR. (2013). *Consar: Planes Privados de Pensiones*. From Consar: https://www.consar.gob.mx/sirepp/Docs/Estadisticas_Registro_2012.pdf

Esch, L., Kieffer, R., & Lopez, T. (2005). *Asset and risk management, risk oriented finance*. John Wiley & sons Ltd.

Fabozzi, F. J. (2002). *The handbook of Financial Instruments*. John Wiley & sons Ltd.

Friedman, M. (1956). *A Theory of the Consumption Function*. Princeton: Princeton University Press.

Gajek, L., & Ostaszewski, K. M. (2004). *Financial Risk Management for Pension Plans* (1a edición ed.). Elsevier.

Gold, R., & Bookstaber, J. (1988). In search of the Liability Asset. *Financial Analyst Journal* , 44, 70-80 .

Jorion, P. (2007). *Financial Risk Management Handbook* (4ta ed ed.). John Wiley & sons ltd.

Jorion, P. (2010). *Valor en riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados*. Limusa.

Meder, A., & Staut, R. (2012). Linking Pension Liabilities to Assests. In CFA, *CFA III Program Curriculum*. Wiley.

Milesvsky, M. A. (2006). *The Calculus of Retirement Income: Financial models for pension annuities and life insurance*. New York: Cambridge University Press.

Tschmpion, C., Diegel, L. B., Takanashi, D. J., & Manguin, j. L. (2012). Managing Institutional Investor Portfolios. In CFA, *CFA Program Curriculum*. WILEY.