



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MÉXICO**



---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**“SIMULACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA SIEFORE BÁSICA  
2. UNA PROYECCIÓN HACIA 2020, MÉXICO”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN ACTUARÍA**

**PRESENTAN:**

**ANA KAREN FLORES REYES  
JOSÉ ALBERTO SALGADO MONTERO**

**ASESOR:**

**M. EN A OSWALDO GARCÍA SALGADO**

**REVISORES:**

**DOCTORA EN H. MARGARITA J. HOLGUIN GARCÍA  
M EN MA. VERÓNICA ÁNGELES MORALES**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO**

**FEBRERO 2014**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL DE LAS PENSIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 TEORÍAS DEL AHORRO. ....</b>	<b>7</b>
1.1.1 HIPÓTESIS DEL CICLO DE VIDA: ANDO-MODIGLIANI.....	8
1.1.2 HIPÓTESIS DEL INGRESO PERMANENTE: MILTON FRIEDMAN. .	8
<b>1.2 SURGIMIENTO DE LA SEGURIDAD SOCIAL COMO DERECHO AL TRABAJADOR .....</b>	<b>8</b>
1.2.1. MODELO DE SEGURIDAD SOCIAL DE OTTON VON BISMARCK.....	9
1.2.2. MODELO INGLES DE LA SEGURIDAD SOCIAL DE BEVERIDGE. ....	9
1.2.3 DIFERENCIAS ENTRE EL MODELO ALEMÁN Y EL MODELO INGLES Y SIMILITUDES CON EL MODELO DE PENSIONES MEXICANO.....	10
<b>1.3 SISTEMAS DE PENSIONES PRIVADOS. ....</b>	<b>11</b>
1.3.1 MARTIN FELDSTEIN MODELO DE CAPITALIZACIÓN INDIVIDUAL.....	11
1.3.2 MODELO CHILENO Y DE AMÉRICA LATINA.....	12
<b>1.4 . AFORE, METODOLOGÍAS Y OTROS ESTUDIOS .....</b>	<b>13</b>
1.4.1 SIMULACIÓN HISTÓRICA .....	15
1.4 MÉTODO DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO. ....	17
1.5 CICLO ECONÓMICO.....	20
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>TEORÍAS DE LA SIMULACIÓN .....</b>	<b>22</b>
2.1 DEFINICIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN .....	22
2.3 FASES QUE COMPRENDE EL ESTUDIO DE SIMULACIÓN. ....	26
2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN MODELO DE SIMULACIÓN.....	29

2.5. SIMULACIÓN BAJO EL ENFOQUE DE SISTEMAS.....	29
2.5.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	32
2.6. PRUEBAS ESTADÍSTICAS. ....	33
<b>CAPÍTULO III</b>	
PRINCIPALES CONCEPTOS DE LAS AFORES.....	38
3.1. HISTORIA DE LA PENSIONES EN MÉXICO EN EL SIGLO XX.....	38
3.2. LA AFORE Y SUS PRINCIPALES CONCEPTOS TEÓRICO. ....	43
3.3. ESTADÍSTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE AFORES.....	48
<b>CAPÍTULO IV</b>	
MODELACIÓN DE LA SIEFORE BÁSICA 2: UNA PROYECCIÓN PARA EL AÑO 2020. ....	63
4.1. ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LAS AFORES.....	63
4.2. DISTRIBUCIÓN DE LAS AFORES DE ACUERDO AL CICLO ECONÓMICO. ....	66
4.3. MODELACIÓN DEL CICLO ECONÓMICO.....	67
4.4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	73
4.5 SIMULACIÓN MONTE CARLO.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA .....	87
ANEXO 1. BASE DE DATOS SB2. ....	91
ANEXO 2. COMPROBACIÓN DE SUPUESTOS DE LA REGRESIÓN .....	95
ANEXO 3. GRÁFICAS DE SIMULACIÓN PARA EL AÑO 2020.....	99
ANEXO 4. CICLO ECONÓMICO.....	102
ANEXO 5. GRAFICOS Y REPLICAS DE SIMULACIONES.....	104

## INTRODUCCIÓN

En 1992 se creó en México un Sistema de Ahorro para el Retiro en beneficio de los servidores públicos y se integró a la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), como uno de los ramos de aseguramiento, que comprende el régimen obligatorio de dicho Instituto. En consecuencia se establece como un sistema complementario de la pensión que recibirá el trabajador al término de su vida laboral; posteriormente se realizaron reformas en el año 1995 y 1997 que dieron origen al actual sistema de pensiones y a las Administradoras de Fondos para el Retiro.

A partir del 1° de julio de 1997 se puso en funcionamiento el nuevo esquema de pensiones en México y con ellos nacen las Administradoras de Fondos de Ahorro para el Retiro, conocidas como AFOREs, y las Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro, SIEFOREs; estas entidades junto con la normatividad que las rige conforman las bases del sistema de pensiones en México.

El Gobierno Federal establece un nuevo sistema de ahorro para el retiro, en donde los principales administradores de la misma serían estas instituciones financieras nacionales, AFOREs, que bajo una reglamentación especial son las depositarias de la mayoría de las cuentas de los trabajadores mexicanos. Entre las principales AFOREs tenemos: Afirme Bajío, Azteca, Banamex, Coopel, Inbursa, Invercap, Metlife, Pension ISSSTE, Principal, Profuturo GNP, SURA y XXI Banorte (CONSAR, 2013).

Las AFOREs son las entidades encargadas de abrir, administrar y operar las cuentas individuales de los trabajadores; por su parte, las SIEFORES son las encargadas de invertir los recursos de los trabajadores, son los fondos de inversión en los cuales las AFOREs invierten los recursos de los trabajadores para generar rendimientos. Existen cuatro diferentes SIEFORES de acuerdo a la edad de cada trabajador. La SIEFORE Básica 4 (SB4) está constituida por los trabajadores de 36 años y menores, la SIEFORE básica 3 (SB 3) por trabajadores entre los 37 y 45 años, la SIEFORE Básica 2 (SB 2) contempla a los trabajadores entre 46 y 59 años y por último la SIEFORE básica 1 (SB 1), en la cual se encuentran los trabajadores de 60 años o más. (CONSAR, 2013)

El objetivo general de esta Tesis es simular los rendimientos de la SIEFORE Básica 2 para 2020. Mientras que los objetivos específicos son: describir las teorías que sustentan la presente investigación, abordar los principales conceptos de los modelos de simulación, analizar el sistema de las AFOREs y finalmente, realizar la simulación de los rendimientos de la SIEFORE Básica 2 para 2014.

En diferentes trabajos de investigación se han propuesto diversas formas de analizar el rendimiento de las diferentes AFOREs a fin de determinar cuál es la mejor opción para las personas que cotizan en ellas. Se han hecho análisis comparativos de los rendimientos, comisiones, y de la forma en que invierten su capital, pero también se necesita analizar sus comportamientos a futuro.

Es recomendable conocer cuánto aportar a un fondo para el retiro y la tasa de reemplazo esperada, pero también es de interés para el trabajador saber en qué AFORE introducir su ahorro, por lo cual es de utilidad proponer diversas metodologías que ayuden a decidirlo.

No existen proyecciones a futuro de dominio público del comportamiento de los rendimientos de la SIEFORE Básica 2, sólo existe información de los rendimientos de las AFOREs en años pasados, es por ello que es importante estudiar y dar a conocer cómo se comportarán las AFOREs en los próximos años para que los trabajadores tomen una decisión informada sobre sus ahorros.

En este trabajo se hizo uso de herramientas estadísticas como la simulación para obtener mejores resultados y poder obtener los posibles comportamientos futuros de los rendimientos de la SIEFORE Básica 2.

Se plantea como hipótesis construir un modelo basado en simulación que permita medir los posibles rendimientos de la SIEFORE Básica 2 (SB2) para el año 2020. Estudiando los rendimientos de la SB2, las fases del ciclo económico y las relaciones que existen entre dichas variables.

La presente investigación está conformada en cuatro capítulos, en el capítulo 1 se presenta el Marco Teórico y Referencial de las pensiones. En éste se describe en forma general el análisis de las pensiones desde su creación así como su desarrollo en los últimos años, bajo un contexto mundial.

En este capítulo se describieron las principales teorías en el ahorro, como lo son el ciclo de vida de Ando-Modigliani y el ingreso permante de Milton Friedman, Además se describieron los principales modelos de seguridad social entre los principales el modelo de Bismarck comparándolo con el modelo de Beveridge, seguido del surgimiento de los modelos de administración privados en México y Latinoamérica. Por otra parte, también dentro de este capítulo se define el ciclo económico y algunas otros estudios que aportan herramientas necesarias a esta investigación.

En el capítulo 2 se abordaron los principales conceptos de los modelos de simulación, conociendo la definición, la clasificación y sus componentes. Se analizó la simulación bajo el enfoque de sistemas y sus principales pruebas estadísticas.

Para el capítulo 3 se analizaron los siguientes aspectos: la historia de las pensiones en México en el siglo XX, la AFORE y sus principales conceptos teóricos, definición, quién lo regula, y estadísticas sobre el comportamiento de este sistema.

Mientras que, para el capítulo 4 se analizaron las variables que se considerarán en el modelo, mediante técnicas de regresión se analizó la tendencia de los rendimientos de las AFORES además, se encontró una distribución para los cambios en los rendimientos de las afores de acuerdo al ciclo económico, mediante la simulación se generó un modelo de ciclo económico para el periodo en estudio, finalizando con la construcción de un modelo de causalidad para reconocer el comportamiento del sistema de la SB2.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL DE LAS PENSIONES

### 1.1 TEORÍAS DEL AHORRO.

Para entender la necesidad de la creación de un sistema de pensiones se requiere estudiar sobre la perspectiva de ahorro por parte de la población, algunos autores argumentan diferentes teorías sobre el consumo y el ahorro así como las diferentes posturas que los trabajadores toman.

¿Qué espera la gente en el futuro? La discusión teórica sobre la función del ahorro en el desarrollo, está en relación con el consumo. Keynes (1936) revela el estudio de la relación existente entre las variables de ingreso, gasto y ahorro como variables clave en el análisis macroeconómico.

Por su parte Friedman (1957) y Ando y Modigliani (1963) han sugerido diferentes teorías para explicar el comportamiento humano hacia el ahorro y el consumo. Estas teorías explican la reacción de la gente con respecto a la edad en la que la desacumulación llega y la prevención que encuentra la población al sacrificio del consumo para la vejez o la llegada de alguna crisis económica.

#### 1.1.1 HIPÓTESIS DEL CICLO DE VIDA: ANDO-MODIGLIANI.

Ciclo de vida; algunas personas lo estudian, algunas personas sólo lo inducen, pero es aquí a donde las preguntas sobre el consumo y el ahorro salen a la luz, además de la necesidad de contar con algún sistema como lo expresa la teoría del ciclo vital (Ando & Modigliani, 1963), en donde se explica que el ser humano atraviesa etapas, en una primera etapa donde con el desarrollo físico e intelectual

la persona se convierte en un prestatario ya que es dependiente de familiares o incluso del estado para desarrollar una formación, seguida de la etapa de acumulación que es donde el trabajador desarrolla las habilidades aprendidas en la etapa anterior para obtener recursos para el consumo diario y el ahorro, monto que es repartido en diferentes utilidades y una parte de él es colocado en un fondo para el retiro el cual llegada la etapa de la vejez se desacumulará hasta el término del ciclo vital.

### **1.1.2 HIPÓTESIS DEL INGRESO PERMANENTE: MILTON FRIEDMAN.**

M. Friedman expuso en su teoría del ingreso permanente que las familias tienden a suavizar su consumo, un caso especial de maximización de la utilidad corresponde a la familia que trata de mantener una trayectoria de consumo permanente estable, para así consumir lo mismo en cada período. En este caso, el consumo se fija exactamente igual al ingreso permanente. Por lo tanto el ahorro está dado por la brecha entre el ingreso corriente y el ingreso permanente. (Rodríguez Macías, 1998)

Ingreso permanente se define como el ingreso promedio que la familia espera para un horizonte a largo plazo, entonces si el ingreso corriente es más alto que el ingreso permanente la familia puede ahorrar la diferencia, pero si es más bajo tenderá a endeudarse involucrando futuros ingresos. (Sachs & Larraín, 1994)

## **1.2 SURGIMIENTO DE LA SEGURIDAD SOCIAL COMO DERECHO AL TRABAJADOR**

Para hablar de las pensiones es conveniente primero mencionar a la seguridad social que la Organización Internacional del Trabajo (2010) define como la protección que ofrece una sociedad a personas y hogares para garantizar

asistencia sanitaria y seguridad de los ingresos en situaciones como; enfermedad, discapacidad, maternidad, lesión profesional y edad avanzada.

A continuación se presentan los dos modelos más significativos en el tema de seguridad social, se menciona específicamente la sección relacionada a las pensiones ya que es el tema de interés.

### **1.2.1. MODELO DE SEGURIDAD SOCIAL DE OTTON VON BISMARCK.**

Cuando la población va en aumento las políticas sociales son requeridas, para el caso del trabajador en Alemania en 1883 el canciller Otton von Bismarck quien decía “es necesario un poco de socialismo para evitar tener socialistas” ideó una forma de atenuar los movimientos socialistas y al mismo tiempo un bienestar a los trabajadores para mantener una economía sana implementando ideas de seguridad social como lo son; seguro contra enfermedades, invalidez, accidentes de trabajo y de vejez y fue precisamente hasta 1889 donde la ley “*Gesetz betreffend die Invaliditäts –und Altersversicherung-IAVG*” (ley concerniente a la invalidez y jubilación) instituyó un sistema de jubilación. Este seguro era obligatorio y financiado por los empleadores y por los mismos trabajadores.

### **1.2.2. MODELO INGLÉS DE LA SEGURIDAD SOCIAL DE BEVERIDGE.**

Fue en 1942, cuando el Gobierno del Reino Unido publicó el Plan creado por Lord Beveridge que dio lugar a la creación del primer sistema unificado de seguridad social.

Este modelo tenía la ventaja de ser universal es decir aplicaba para toda la población y era dirigido para aquellas personas que tenían un bajo nivel de ingresos garantizando una pensión mínima, tenía una estructura de aportaciones

tripartita en la cual las aportaciones eran hechas por el trabajador, el contratante y el gobierno, dando como resultado un sistema de pensiones que adopta los tres principios fundamentales en un sistema de seguridad social los cuales son: la universalidad, la solidaridad ya que las prestaciones son implementadas sin importar el tamaño de las cotizaciones y de carácter contributivo ya que estas financiaciones salen de impuestos y están administrados por sólo una entidad.

### **1.2.3 DIFERENCIAS ENTRE EL MODELO ALEMÁN Y EL MODELO INGLÉS Y SIMILITUDES CON EL MODELO DE PENSIONES MEXICANO.**

Existen diferencias significativas entre el modelo inglés y el alemán comenzando por la cobertura, mientras en el sistema Alemán es para los trabajadores que aportan, el modelo inglés tiene una tendencia a ser universal, el Modelo de Bismark maneja seguros separados existiendo uno de salud, uno de retiro etc., mientras que el modelo de Beveridge se basa en la unificación de los riesgos.

El financiamiento en el primer modelo es básicamente dependiente del empleado y el empleador recayendo la mayoría en el empleador mientras que en el segundo modelo la financiación depende en su mayoría del Estado. La administración de estos fondos para el modelo Alemán es dirigida por los colectivos aseguradores y en el modelo Inglés se busca la unificación dejando la administración pública como único gestor.

México por su parte adopta una combinación entre ambos modelos, aunque antes de la reforma de 1997 del Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS tomaba una tendencia al modelo inglés, a partir de la aparición de las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE) la gestión administrativa fue concedida a estas empresas privadas y aunque el sistema es tripartita el mayor peso del financiamiento recae sobre el empleador debido a esto sus principios son más

cercanos al modelo Alemán ya que además el tema las pensiones es separado del tema de salud, y sumándole a esto que la pensión dependen de las cotizaciones y quienes cotizan son sólo trabajadores el parecido al modelo de Bismark es más notable.

### **1.3 SISTEMAS DE PENSIONES PRIVADOS.**

Se han mencionado antes las discusiones que se tienen acerca del ahorro, los sistemas gubernamentales para la protección de los trabajadores y de la población, en general se cuestiona qué sistema favorece más a la población.

El modelo universal pareciera ser la mejor opción, pero aparecen algunos autores quienes argumentan que un modelo de pensiones dependiente del estado no fomenta el ahorro y que un sistema privado podría traer mayores beneficios a largo plazo como el caso de Martin Feldstein o José Piñeira.

#### **1.3.1 MARTIN FELDSTEIN MODELO DE CAPITALIZACIÓN INDIVIDUAL.**

Feldstein (1974) sostiene que los sistemas de pensiones se consideran un sustituto del propio ahorro personal causando una disminución en el ahorro privado, es decir; que la gente al tener una tranquilidad causada por un sistema de reparto asegurado disminuye su preocupación por el ahorro personal.

Feldstein incorpora formalmente en el análisis teórico y empírico del modelo del ciclo vital la idea de que la Seguridad Social tendería claramente a reducir la necesidad de reservas privadas dando como resultado la reducción del ahorro privado, esto afectando a la economía de la nación, y por lo tanto él está de

acuerdo con la idea de un sistema de capitalización individual. Idea que México adopta dando entrada al control de los fondos para el retiro a industrias privadas, induciendo al aumento del ahorro (aportaciones voluntarias) por parte de la población, es por eso que es importante estudiar el rendimiento en un largo plazo que estos gestores generarían, elaborando simulaciones y proyecciones para descubrir el posible comportamiento de estos fondos y de los rendimientos obtenidos.

### **1.3.2 MODELO CHILENO Y DE AMÉRICA LATINA.**

Existen variables que vistas como desfases actuariales como lo son los malos cálculos intergeneracionales sobre la esperanza de vida, la fuerza de trabajo y el tamaño de las aportaciones para la financiación de las pensiones, que con el tiempo van cambiando y debido a la falta de actualizaciones la economía puede entrar en crisis. La situación financiera es una de las principales causas para las reformas en los sistemas de pensiones, los subsidios tienen que ser formidables y las contribuciones son insuficientes (Lacey, Robert, 1996).

En 1980 la economía mundial estuvo rodeada de crisis económicas, de una u otra forma éstas crearon la necesidad de revisar los sistemas de pensiones que se manejaban antes y que no parecían atractivos para Latinoamérica.

*“Los sistemas de seguridad social en América Latina y el Caribe difieren en cuanto a la antigüedad del programa de pensiones, el porcentaje de la población cubierta, la contribución porcentual que es financiada con impuestos a la planilla de sueldos, el porcentaje del gasto en seguridad social con respecto del PIB y el gasto fiscal; el grado de solvencia actuarial y financiera; y la estructura poblacional de los participantes.” (Rodríguez Macías, 1998)*

Las variables mencionadas anteriormente son importantes en cualquier estudio o proyección relacionado a los fondos de pensiones, ya que para cada país los salarios son diferentes y con los sistemas privados las contribuciones son calculadas como un porcentaje de éstos además de los rendimientos que son otorgados, estos mismos que son definidos por las administradoras privadas.

Chile fue el país pionero en la incursión del sistema de capitalización individual en América Latina, el sistema de pensiones creado en Chile a partir de 1981 por José Piñera, se fundó sobre cuatro grandes pilares: la capitalización individual, la administración privada de los fondos, la libertad de elección de administrador de los fondos y la solidaridad en la base y a diferencia de México cuenta con un sistema de pensiones mixto (aplicando un modelo estatal para generaciones anteriores a la reforma y modelo privado para generaciones después de la reforma) hizo un cambio completo en el sistema. (Márquez Lizana, 2004).

#### **1.4. AFORE, METODOLOGÍAS Y OTROS ESTUDIOS**

La CONSAR explica que los beneficios futuros son desconocidos, pero un análisis histórico del desempeño en los últimos años de las administradoras puede facilitar la elección. Surgen entonces las interrogantes para los trabajadores mexicanos refiriéndose a quienes entran en un sistema de capitalización individual, ya que éste es un sistema de contribución definida, estos trabajadores deben preocuparse por la tasa de reemplazo que tendrán al momento de jubilarse, la forma en la que ésta se calcula, la cantidad o el tamaño de sus aportaciones y las tasas de comisión y rendimiento que se manejan, siendo estas variables tomadas en cuenta para conocer la cantidad que debe ahorrar, y la forma en la que decidirá que administradora elegir, la comparación del rendimiento neto ofrecido por las AFOREs es el recurso más utilizado, hay estudios que demuestran la evolución de los fondos en general, para el país existen registros del tamaño de los fondos y algunas proyecciones de su crecimiento, pero pocos que faciliten la toma de esta

decisión con perspectiva hacia el futuro y tomando en cuenta algunas otras variables distintas al rendimiento como lo podría ser la fase económica presente.

Diversas investigaciones se han publicado con relación al estudio de las administradoras privadas de fondos para el retiro, y aunque son recientes algunas técnicas resultaron ser eficaces para la comparación entre AFOREs, algunos realizan técnicas estadísticas otros simulaciones Monte Carlo y algunos más calculan índices para compararlas entre ellas mediante los cuales pueden contrastar las AFOREs directamente índice por índice para México, esto con diversas variables una de ellas y la más común es conforme a su rendimiento,

A continuación se presentan algunas técnicas utilizadas anteriormente por autores quienes por medio de diversas técnicas comparten el objetivo de la presente investigación analizando y comparando a las administradoras de fondos para el retiro de México.

Recientemente metodologías son propuestas como Flores Lilia (2009) que propone una metodología de valor en riesgo para determinar estrategias de operación en los fondos para el retiro.

*“El VAR se obtiene a partir de la distribución completa de los rendimientos hipotéticos. Alternativamente, podría asumirse normalidad y confiar en la varianza para obtener el VaR”*  
(Jorion, 1999).

Para obtener dichos rendimientos hipotéticos se recurren a dos técnicas de simulación, simulación histórica y simulación de Montecarlo.

### 1.4.1 SIMULACIÓN HISTÓRICA

De acuerdo con Jorion (1999), una simulación histórica es utilizada cuando se tiene información de los precios de mercado y la posición del riesgo a la cual se encuentra adverso, con esta información se simula una serie de tiempo de los rendimientos bajo el supuesto de la conservación del mismo portafolio en el periodo simulado. Es decir se estudia el comportamiento de un portafolio durante las últimas  $t$  unidades de tiempo y se simula suponiendo un comportamiento similar durante un mismo periodo aplicando pesos actuales.

Este método utiliza observaciones del comportamiento pasado de los rendimientos del activo, que se presentan por:

$$R_{p,k} = \sum_{i=1}^N w_i R_{i,k} \quad k = 1, \dots, t \quad (1.1)$$

Donde;

$R_{p,k}$  Es el rendimiento total de la cartera en el tiempo  $k$

$w_i$  Es el peso que se le otorga a la acción  $i$

$R_{i,k}$  Rendimiento de la acción  $i$  en el tiempo  $k$

Observemos que los pesos  $w_i$  se mantienen en sus valores actuales. Este rendimiento no representa una cartera real sino más bien reconstruye la historia de una cartera hipotética utilizando la posición actual.

Los precios futuros hipotéticos para k escenarios se obtienen aplicando los cambios históricos en los precios para el nivel actual de los precios:

$$P_{i,k}^* = P_{i,0} + \Delta P_{i,k} \quad i = 1, \dots, N \quad (1.2)$$

El rendimiento hipotético se define por:

$$R_{p,k} = \frac{P_{i,k}^* - P_{i,0}}{P_{i,0}} \quad (1.3)$$

Para la elección del periodo muestral depende de la información ya que periodos más largos podrían tener mayor exactitud en estimadores pero también contener información inusual que carezca de importancia en la simulación.

Para calcular el VaR por el método de simulación histórica se utiliza la historia de los cambios porcentuales del precio y se aplica al portafolio que se analiza siguiendo el algoritmo que a continuación se describe:

- 1.- Se obtiene una serie histórica de cambios que hubo en el precio para los elementos del portafolio.
- 2.- Estos cambios de precio calculados anteriormente son aplicados al portafolio para calcular una nueva serie histórica de cambios en el valor del portafolio.
- 3.- Ordenar los cambios en el valor del portafolio resultante, de mayor a menor y obtener los percentiles deseados de la distribución.
- 4.- Obtener el VaR del portafolio usando los percentiles correspondientes.

(Flores Castillo, 2009)

La facilidad para implementar este modelo es una de sus ventajas, basándose en cambios empíricos el método no supone una distribución de probabilidad eliminando así riesgos de colas pesadas o el problema si las distribuciones no llegaran a ser normales.

La simplicidad es apreciada, pero puede llegar a ser una desventaja, este método está bajo el supuesto de que el futuro inmediato se comportara de una forma similar al pasado pero éste puede tener variabilidad riesgos inminentes que pueden ser desconocidos en los datos históricos.

Para seleccionar un periodo histórico se debe tomar en cuenta que si se eligen periodos largos la información contenida puede ya no ser aplicable al ciclo económico que vivimos y que ya no se observan en la variable; mientras que los periodos cortos pueden generar errores de muestreo.

#### **1.4 MÉTODO DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO.**

La experiencia histórica ilustra resultados posibles en materia de inversiones, pero es muy importante no perder de vista que dichos resultados no son representaciones que garanticen ese desempeño a futuro. Por ende, a efecto de poder evaluar hacia adelante las inversiones en la SIEFORE Flores Castillo (2009) propone tomar en cuenta distintos escenarios sobre el posible comportamiento de los precios en las distintas clases de activo que componen a sus carteras bajo el régimen de inversión previsto. Una forma de plantear posibles escenarios de comportamiento futuro en los precios de los activos financieros es realizando ejercicios de simulación de Montecarlo.

Para el año de 1940 se tenía en desarrollo un proyecto para la bomba de hidrógeno en Estados Unidos de América y se necesitaban una técnica para predecir las posibles reacciones en los niveles de acercamiento por lo cual la simulación de Monte Carlo tuvo sus primeros orígenes. Pero fue hasta la llegada de la década del '70 cuando esta técnica apareció utilizando términos financieros y esto gracias a la tecnología que mediante el uso de computadoras la técnica se convirtió en una herramienta al alcance de la mayoría y se facilitó su aplicación, algunos software en la actualidad son bondadosos para la aplicación de esta técnica de simulación por ejemplo @Risk, Crystal Ball incluso una hoja de cálculo en la paquetería Excel es posible elaborar una simulación de Monte Carlo.

En finanzas este método se utiliza cuando no se tiene la información completa del precio de los instrumentos que componen un portafolio de inversión. Fue propuesto por Boyle en 1977 y consiste en la generación de números aleatorios, para generar la integral de una función y también se puede utilizar para calcular el valor en riesgo de un portafolio, el método genera escenarios y a partir de las observaciones infiere el resultado.

Cuando de análisis de riesgo se trata la forma de describir la incertidumbre suele ser más realista utilizando distribuciones de probabilidad, mediante el uso de ellas las variables generan diferentes probabilidades y a su vez diferentes resultados.

$$S_{t+1} = S_t + S_t(\mu \Delta t + \phi \sigma \sqrt{\Delta t}) \quad (1.4)$$

Dónde:

$S_t$ : Es el último precio observado del cual se parte para hacer la simulación de los precios hipotéticos.

$\Delta t$ : Es calculado como uno entre el número de observaciones históricas.

$\phi$  : Es una variable aleatoria independiente con distribución  $N(0,1)$ .

$\sigma$  : Es la desviación estándar de los cambios porcentuales de los precios observados.

$\mu$  : Es el rendimiento esperado de los cambios porcentuales de las observaciones históricas de los precios de la SIEFORE.

(Flores Castillo, 2009).

Así, en este trabajo se emplea la idea general de la técnica de Simulación Monte Carlo para proyectar el rendimiento de las principales clases de activo en la SIEFORE Básica 2 en distintos horizontes de inversión, interactuando con el ciclo económico y estos proyectándose de uno a veinte años.

Fiscal Escobar y Gonzáles López (2005) presentan el uso de tres índices Sharpe, Jensen y Treynor, mediante los cuales se compara a las AFOREs para el país Mexicano y además sugiere la mejor elección comparando y proponiendo la mejor AFORE para cada uno de estos índices. Metodologías que podrían ser utilizadas para aplicarse en futuros rendimientos pronosticados, es por ello que el simular estos rendimientos puede abrir diferentes caminos a futuras investigaciones pero también puede aplicarse en metodologías ya existentes.

La simulación es útil para predecir ciertos comportamientos y en base a ellos poder aplicar otras técnicas que nos ayuden a la toma de decisiones en base a la elección de una AFORE, una simulación histórica presentaría un inconveniente, ¿qué tanto afecta la fase del ciclo económico que se está viviendo al modelo? porque en base a ello es a cómo reaccionan los rendimientos otorgados por las distintas SIEFOREs, por ello la elección de una simulación de Monte Carlo, por lo tanto es necesario estudiar los ciclos económicos para México, entenderlos y

aplicarlos a los posibles escenarios y en base a ello sugerir una elección de administradora.

### **1.5 CICLO ECONÓMICO.**

Al conjunto de fenómenos económicos sucedidos en un periodo determinado se le llama ciclo económico en el cual se observan tres puntos de inflexión, valle inicial, pico y valle final, todo comienza con un valle inicial hasta llegar un pico (ascenso) donde el crecimiento termina y empieza a declinar hasta llegar valle final (descenso), el periodo entre el valle inicial y el valle final es llamado duración del ciclo y éste está compuesto por cuatro fases según Alfredo Erquizio (2007).

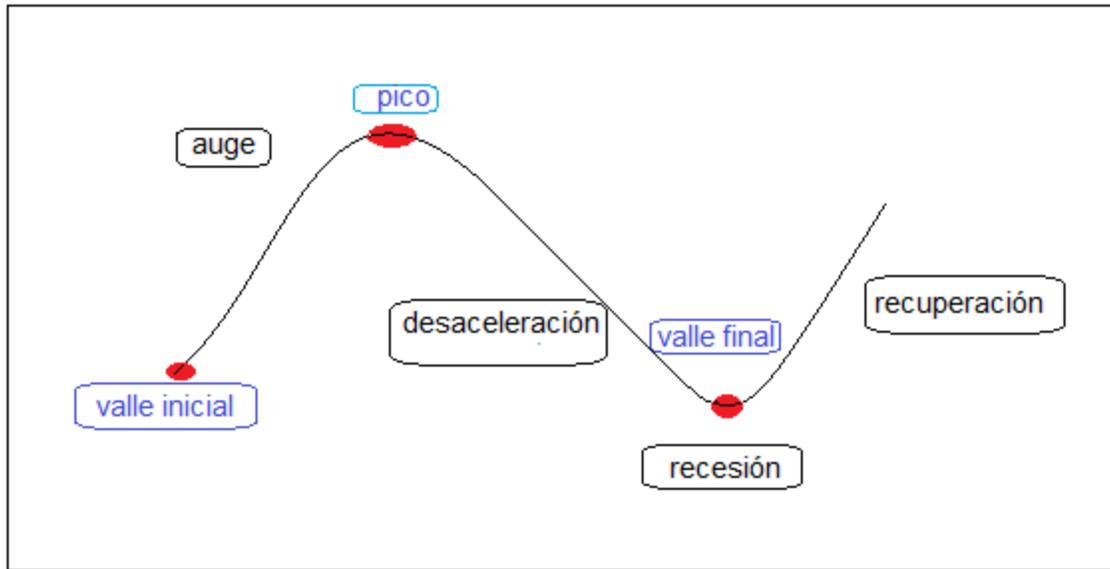
**Recuperación:** este es el comienzo de un crecimiento en la economía, se inicia por el valle inicial y termina cuando el indicador está por debajo del pico del ciclo anterior o cuando deja de ascender.

**Expansión:** algunos autores también lo llaman auge, existe cuando el valor alcanzado ya supera el pico del periodo anterior y concluye cuando alcanza su valor máximo.

**Desaceleración:** comienza cuando el indicador comienza a descender y termina cuando el descenso se detiene o antes de que descienda más contrastándolo con su valle inicial.

**Contracción o recesión:** comienza cuando el indicador ya está por debajo del valle inicial y termina cuando deja de descender. (Erquizio Espinal, 2007).

Figura 1.1 Representación ciclo económico



Fuente: Elaboración propia.

En el artículo publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía “El ciclo económico en México” publicado por Arturo Antón Sarabia en agosto del 2011 se encontraron algunos resultados tales como el promedio de duración de un ciclo económico de pico a pico el cual dura alrededor de 60 a 63 meses. Además las contracciones duran en promedio 18 meses y las expansiones entre 43 y 46 meses. Afirma que la contracción más extensa registrada para el país es de 38 meses y se dio entre septiembre del 2000 y noviembre del 2003 además de la contracción de la producción registrada en el 2009 por el contexto adverso internacional.

Los rendimientos de la SIEFORE Básica 2 son directamente afectados por estos cambios económicos, de hecho es notable que a partir del año 2002 (año a partir del cual fue posible la obtención de la información por la CONSAR) el decrecimiento de los rendimientos bajaron a tal grado que nunca volvieron a recuperarse, y para el año 2008 este rendimiento bajo aún más, es claro que para simular distintos escenarios además de encontrar la distribución de probabilidad el ciclo económico debe ser incluido.

## CAPÍTULO II

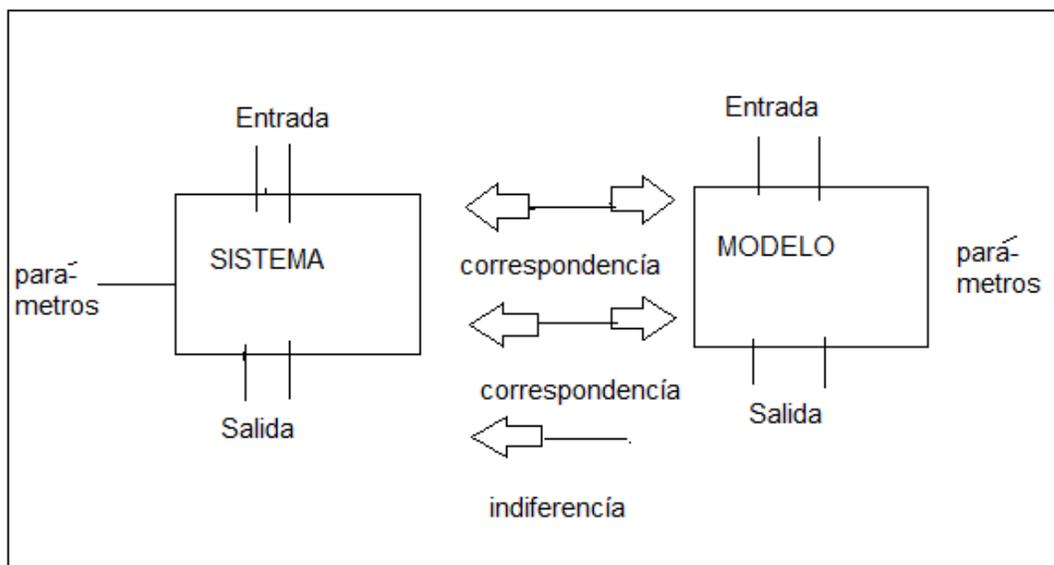
### TEORÍAS DE LA SIMULACIÓN

#### 2.1 DEFINICIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN

Existe interés por parte del ser humano acerca del futuro y ha tratado de representar y expresar objetos e ideas para tratar de entender y manipular su medio. Algunos empresarios afirman que la información da un acercamiento al éxito, bajo determinadas hipótesis y supuestos sosteniéndose en bases sólidas lo que la simulación ofrece es pronosticar qué sucederá en un sistema en distintos acontecimientos.

A la representación de un objeto una idea o un sistema se le conoce como modelo y su propósito es ayudar a entender y explicar e incluso mejorar un sistema. La descripción de un modelo hacia un sistema debe ser con suficiente detalle para obtener predicciones válidas sobre el comportamiento de dicho sistema.

Figura 2.1 Sistema vs. Modelo



Fuente: Sistema, modelos y simulación Universidad de Buenos Aires (2013).

Un modelo presenta una abstracción de la realidad para estudiar mediante una representación un sistema o proyecto, el modelo debe tomar en cuenta los detalles de mayor interés para que la representación sea tan real como sea posible, pero tener en mente que los detalles menos representativos son innecesarios y por simplicidad es recomendable omitir.

Los modelos más cercanos a la realidad son aquellos en los cuales el analista incrementa su entendimiento y esto se logra mientras avanza el estudio del sistema.

*“Se requiere pues, que el modelo sea una fiel representación del sistema real. No obstante, el modelo no tiene por qué ser una réplica de aquél. Consiste en una descripción del sistema, junto con un conjunto de reglas que lo gobiernan. “*

(Universidad de Buenos Aires, 2013)

La descripción puede ser física, un ejemplo es en una empresa de llantas en la cual al terminar una llanta es probada en una máquina que hace que gire a revoluciones altas simulando el comportamiento que tendrá cuando éste en el auto, y la descripción puede ser abstracta un modelo econométrico es el perfecto ejemplo, en el cual se hacen diferentes ensayos para pronosticar futuras consecuencias económicas de una decisión antes de que ésta sea tomada.

•

## 2.2 CLASIFICACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN.

Los modelos de simulación son utilizados para representar diferentes situaciones posibles, y existen diferentes tipos de clasificaciones, por ejemplo se pueden clasificar por su fundamento matemático el cual puede ser discreto o continuo, y esto está relacionado directamente con las variables adoptadas en un modelo de simulación, ya que una variable discreta es aquella que se va a representar con ecuaciones evaluadas en un punto específico por ejemplo, el número de personas de alguna actividad mientras que una variable continua utiliza ecuaciones diferenciales para poder simular su comportamiento por ejemplo durante el tiempo.

También se pueden clasificar como modelos de simulación dinámicos y estáticos, para un modelo dinámico las variables de estudio están directamente relacionadas al tiempo, es decir estudiará fenómenos que transcurren a través del tiempo, como por ejemplo el número de carros que hacen fila para salir de un estacionamiento, mientras que por su parte para los modelos estáticos ya existe un número determinado de condiciones y posibles resultados como lo es un volado, ya que en diferentes experimentos sólo hay dos posibles resultados y los estudios se hacen en base a ellos.

En una clasificación más se encuentran los modelos determinísticos y los modelos probabilísticos, en un modelo determinísticos los cambios que sufren las variables son constantes es decir si una variable sufre un cambio será determinado, por ejemplo el número de artículos que elabora al día una maquinaria (la cual hace el mismo número de artículos por hora) por lo tanto será sencillo saber cuántos artículos hará en un cierto número de horas, a diferencia de un modelo probabilístico en el cual la variable maneja una distribución y durante el proceso existe la posibilidad de que en una hora hagan un cierto número de productos y a la siguiente, el número sea diferente por lo tanto no existe la seguridad y es

necesario encontrar la distribución de este fenómeno, por eso este modelo es llamado probabilístico o estocástico.

Para representar posibles resultados es necesario hacer diferentes pruebas pero ¿Cuál es el número correcto de pruebas a realizar? Y ¿Cuánto tiempo se debe tomar en cuenta? Porque al final lo importante es cuán cercano a la realidad es un modelo.

García Dunna, García Reyes y Cárdenas Barron (2006), mencionan dos estados, estado transitorio y estado estable en el primero la variabilidad que presentan las variables es notoria, por lo tanto sería arriesgado tomar decisiones en base a estos promedios dispersos, a diferencia de un estado estable en el cual las variaciones pueden ser poco significativas, un momento adecuado para la toma de decisiones. En algunas ocasiones el cambio del estado de las variables de transitorio a estable puede variar en cuanto a duración por ello la suma atención en los detalles es pertinente en este tipo de estudios.

Es evidente que una de las ventajas de la simulación es reproducción de diferentes escenarios de sucesos futuros, aunque algunas ocasiones el costo computacional es elevado.

En un modelo el éxito no se puede garantizar García Dunna, García Reyes y Cárdenas Barron (2006) mencionan algunas causas por las cuales un modelo de simulación podrían arrojar un error

- Tamaño insuficiente de la corrida.
- Variables de respuesta mal definidas.
- Errores al establecer las relaciones entre las variables aleatorias.



asegurarse que será posible contar con la información para lograr establecer un modelo.

**Generación del modelo de simulación base:** una vez que se elabora un sistema conceptual se debe proceder con la elaboración de un modelo base que deberá ser sencillo ya que en esta etapa es cuando el programador se dará cuenta de las habilidades y toda la información estadística que requiere para trabajar con las variables de decisión.

**Recolección y análisis de datos:** Junto con el paso anterior se debe ir recolectando toda la información estadística que proporcionen nuestras variables de estudio y determinar qué información es útil.

**Generación del modelo preliminar:** Una vez que se generó el modelo base se utiliza la información encontrada y los supuestos del modelo para generar un modelo preliminar y este modelo estar listo para ser probado y verificar que tanto se aproxima a la realidad.

**Verificación:** La comprobación de que sus parámetros y supuestos definidos anteriormente funcionen de manera correcta.

**Validación del modelo:** La importancia del conocimiento del analista con respecto al modelo juega un papel fundamental con relación a este paso, ya que es momento de validar el modelo y se debe saber identificar y explicar resultados no esperados. Se debe utilizar información real para observar la proximidad del

modelo a la realidad, si lo que se quiere es mejorar un proceso se deberá introducir condiciones actuales.

**Generación del modelo final:** Es el momento de aplicar el modelo para entender el comportamiento de un proceso, y éste será el modelo raíz para las diferentes réplicas que se harán en distintos escenarios.

**Determinación de escenarios:** esto es dependiente al estudio que se desea realizar pero es una de las ventajas de la simulación mientras no sobrepase el presupuesto, se podrán hacer simulaciones en distintos escenarios para estimar diferentes comportamientos del objeto de estudio, el rendimiento de la SIEFORE básica dos puede ser simulada entonces en diferentes fases del ciclo económico.

**Análisis de sensibilidad:** Esto es para comparar los resultados finales, calcular intervalos de confianza y elegir la réplica que más le competa, si dos resultados se traslapan una vez que se incluyen los intervalos de confianza, es necesario volver a correr ambos escenarios aumentando el tiempo de simulación ya que sin esto no hay evidencia estadística para decidir cuál es mejor a otra.

**Documentación del modelo, conclusiones y sugerencias:** se debe documentar para su posible uso, incluir las variables y los supuestos que son tomados en cuenta y sugerir la manera correcta de utilizarlo.

## **2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN MODELO DE SIMULACIÓN**

### Ventajas

- La experiencia podrá ser adquirida a mayor velocidad y con bajo costo ya que se puede conocer el impacto de procesos sin tener que llevarlos a cabo.
- Poder observar el comportamiento de un fenómeno en diferentes escenarios.
- Capacitación en la toma de decisiones, como entrenamiento para gerentes y ejecutivos y cada uno prueba los resultados con sus diferentes medidas.
- Pronosticar futuros resultados económicos como lo son los rendimientos de la SIEFORE Básica 2.

### Desventajas

- La simulación no es una herramienta de optimización
- No se asegura que el modelo sea válido
- Es fundamental que el analista domine técnicas de simulación y conceptos estadísticos para poder realizar esta técnica.

## **2.5. SIMULACIÓN BAJO EL ENFOQUE DE SISTEMAS.**

Se llama sistema a la suma total de partes que funcionan independientemente pero conjuntamente para lograr productos o resultados requeridos, basándose en las necesidades. (Kaufman, 1990).

Sistema es el conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí, o el conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre

sí, contribuyen a determinado objeto. Según el diccionario de la Real Academia Española.

Un sistema está definido por una colección de entidades las cuales actúan e interactúan entre sí para obtener un mismo fin. (Taha,1988).

Los sistemas se pueden clasificar de acuerdo a:

- Origen: naturales, aquéllos creados por la naturaleza; artificiales, los creados por el hombre, o mixtos.
- Tamaño: suprasistemas, sistema, subsistema.
- Comunicación con su medio ambiente: cerrados, aquéllos que no interactúan con su medio ambiente, como los átomos, la moléculas y los sistemas mecánicos; y abiertos, los que si interactúan con su medio ambiente como los sistemas orgánicos (plantas y animales).
- Comportamiento: determinísticos o probabilísticos;
- Evolución en el tiempo: estáticos o dinámicos.

Para la simulación los sistemas se clasifican en: discreto o continuo, estático o dinámico, determinístico o probabilístico. Que sea una u otra clasificación depende del comportamiento de las variables de estado que son aquellas que están en función del tiempo y describen como evoluciona el sistema a través de este.

Es importante conocer el estado de un sistema que se define como la colección de variables necesarias para describir a un sistema en un punto particular del tiempo. Un sistema está caracterizado por un conjunto de variables; cada combinación de valores de las variables representa un estado del sistema.

- **Estado Transitorio:** Condiciones iniciales de un sistema. Cambios bruscos en la variable de respuesta del sistema.
- **Estado Estable:** La distribución de probabilidad de la variable de respuesta no cambia en el tiempo. Matemáticamente: El periodo de tiempo durante el cual la variable de respuesta ya no cambia. Pragmáticamente: Cuando la respuesta del sistema no afecte al siguiente sistema/ proceso.

Los modelos de simulación usualmente no se diseñan para encontrar soluciones óptimas o mejores, como se busca en la programación lineal. Sin embargo, en la simulación se evalúan diversas alternativas y se toma una decisión con base en la comparación de resultados. Es decir, se evalúa el rendimiento de un sistema previamente especificado.

En la simulación se busca definir el problema como un todo, así se deben tomar en cuenta todas las partes del sistema; como resultado, todas las relaciones de causa y efecto entre los diferentes componentes del modelo son consideradas en todos los experimentos del sistema. (Anáhuac, 2013).

La simulación es considerada como una de las mejores herramientas para observar un sistema real en operación, con la ventaja de que no es necesario detener todo el sistema para poder analizarlo. (Anáhuac, 2013).

### 2.5.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA.

**Entidades:** Representan las entradas y salidas del sistema.

**Estado del sistema:** Es la condición que guarda el sistema en un momento del tiempo determinado. Este se compone de variables o características de operaciones puntuales, acumuladas o promedio.

**Evento:** Es un cambio en el estado actual del sistema. Es la realización de un proceso dentro del modelo una vez que se haya alimentado de una entidad. Existen dos tipos de eventos: Actuales, que son aquellos que están sucediendo en el sistema en un momento dado; y futuros, que son cambios que presentará el sistema después del tiempo de simulación.

**Localización:** Son los elementos que componen los modelos bajo una metodología establecida, para así, conocer la secuencia que habrá dentro de la modelización para con ellos obtener un resultado específico.

**Recursos:** Son aquellos dispositivos para llevar a cabo una operación que pueden ser las transformaciones a las que se verán sometidas para que se continúe el proceso, se pueden considerar como los vínculos de las localizaciones.

**Atributo:** Es una característica de una unidad.

**Variable:** Se considera las condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas, estadísticas y relaciones lógicas. Son el

elemento más importante dentro del modelo ya que un cambio a éstas modificaría los resultados.

**Reloj de simulación:** se entenderá bajo dos conceptos esenciales. El primero es que un reloj de simulación como el contador del tiempo de la simulación y su función consiste en determinar cuándo empezará el proceso y cuánto tiempo se utilizará dentro de la simulación con el objeto de conocer eventos futuros y así poder transformarlos en eventos actuales. El otro aspecto del reloj simulación es cuando el tiempo no es parte de las variables de análisis, pero es parte del modelo, por lo tanto, el reloj es la cantidad de procesos que se harán dentro del modelo.

Existen dos tipos de reloj; absoluto que parte de cero y termina con el tiempo total de simulación, y el relativo que define el lapso entre dos eventos.

## **2.6. PRUEBAS ESTADÍSTICAS.**

Para comprobar la bondad de ajuste a determinadas curvas de distribuciones estadísticas existen diversas pruebas. Las principales pruebas estadísticas utilizadas en simulación para determinar si un conjunto de datos describe una distribución estadística se mencionan a continuación:

- Prueba Chi Cuadrada: Mayormente utilizada para distribuciones discretas. Esta prueba consiste en una prueba de hipótesis a partir de los datos, basado en el cálculo del estadístico de prueba, al cual se le compara con el valor crítico, mismo que se obtiene de tablas estadísticas. El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Obtener al menos 30 datos de la variable aleatoria a analizar.
- 2.- Calcular media y varianza de los datos.
- 3.- Crear un histograma de raíz de  $n$  intervalos, y obtener la frecuencia observada en cada intervalo ( $O_i$ ).
- 4.- Establecer explícitamente la hipótesis nula, proponiendo una distribución de probabilidad que se ajuste a la forma del histograma.
- 5.- Calcular la frecuencia esperada,  $E_i$ ; a partir de la función de probabilidad propuesta.
- 6.- Calcular el estadístico de prueba:

$$c = \sum_{i=1}^m \frac{(E_i - O_i)^2}{E_i} \quad (2.1)$$

- 7.- Definir el nivel de significancia de la prueba,  $\alpha$ , y determinar el valor crítico de la prueba,  $\chi^2_{\alpha, m-k-1}$  ( $k$  es el número de parámetros estimados en la distribución propuesta).
  - 8.- Comparar el estadístico de prueba con el valor crítico. Si el estadístico de prueba es menor que el valor crítico no se puede rechazar la hipótesis nula. (García Dunna, 2006).
- Prueba Kolmogorov- Smirnov: Esta prueba permite (al igual que la chi cuadrada) determinar la distribución de probabilidad de una serie de datos. Esta prueba sólo se puede aplicar al análisis de variables continuas. El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Obtener al menos 30 datos de la variable aleatoria a analizar
- 2.- Calcular media y varianza de los datos
- 3.- Crear un histograma de raíz de  $n$  intervalos, y obtener la frecuencia observada en cada intervalo ( $O_i$ ).
- 4.- Calcular la probabilidad observada en cada intervalo  $PO_i = O_i/n$ , esto es, dividir la frecuencia observada  $O_i$  entre el número total de datos,  $n$ .
- 5.- Acumular las probabilidades  $PO_i$  para obtener la probabilidad observada hasta el  $i$ -ésimo intervalo,  $POA_i$ .
- 6.- Establecer explícitamente la hipótesis nula, proponiendo una distribución de probabilidad que se ajuste a la forma del histograma.
- 7.- Calcular la probabilidad esperada acumulada para cada intervalo,  $PEA_i$ , a partir de la función de probabilidad propuesta.
- 8.- Calcular el estadístico de prueba:

$$c = \max |PEA_i - POA_i| \quad i = 1, 2, 3, \dots, k, \dots, m \quad (2.2)$$

- 9.- Definir el nivel de significancia de la prueba  $\alpha$ , y determinar el valor crítico de la prueba,  $D_{\alpha, n}$ .
  - 10.- Comparar el estadístico de prueba con el valor crítico. Si el estadístico de prueba es menor que el valor crítico no se puede rechazar la hipótesis nula. (García Dunna, 2006).
- Prueba Anderson- Darling. Tiene como propósito corroborar si una muestra de variables aleatorias proviene de una población con una distribución de

probabilidad específica. En realidad se trata de una modificación de la prueba Kolmogorov- Smirnov, aunque tiene la virtud de detectar las discrepancias en los extremos de las distribuciones. Para esta prueba es necesario calcular los valores críticos para cada distribución. Debe ser usada con cautela para distribuciones con límite inferior acotado, ya que, la prueba es muy sensible en los extremos, además de que no es confiable para distribuciones discretas. El procedimiento es:

- 1.- Obtener  $n$  datos de la variable aleatoria a analizar.
- 2.- Calcular la media y varianza de los datos.
- 3.- Organizar los datos en forma ascendente:  $Y_i \quad i=1,2,\dots,n$
- 4.- Ordenar los datos en forma ascendente:  $Y_{n+1-i} \quad i=1,2,\dots,n$
- 5.- Establecer explícitamente la hipótesis nula, proponiendo una distribución de probabilidad.
- 6.- Calcular la probabilidad esperada acumulada para cada número  $Y_i$ ,  $PEA(Y_i)$ , y la probabilidad esperada acumulada para cada número,  $PEA(Y_{n+1-i})$ , a partir de la función de probabilidad propuesta.
- 7.- Calcular el estadístico de prueba:

$$A_n^2 = - \left[ n + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i - 1) [\ln(1 - PEA(Y_{n+1-i}))] \right] \quad (2.3)$$

- 8.- Ajustar el estadístico de prueba de acuerdo con la distribución de probabilidad propuesta.
- 9.- Definir el nivel de significancia de la prueba  $\alpha$ , y determinar su valor crítico,  $\alpha_{\alpha,n}$  (véase tabla 2.3.1)

10.- Comparar el estadístico de prueba con el valor crítico. Si el estadístico de prueba es menor que el valor crítico no se puede rechazar la hipótesis nula. (García Dunna, 2006).

Tabla 2.6.1. Estadístico de prueba y Valores críticos de la prueba Anderson Darling

Distribución	Estadístico de prueba ajustado	Valores críticos $\alpha$			
		0.1	0.05	0.025	0.001
Parámetros conocidos $n \geq 5$	$A_n^2$	1.933	2.492	3.07	3.857
Normal	$A_n^2 (1 + 4/n - 25/n^2)$	0.632	0.751	0.87	1.029
Exponencial	$A_n^2 (1 + 3/5n)$	1.07	1.326	1.587	1.943
Weibull	$A_n^2 (1 + 1/5\sqrt{n})$	0.637	0.757	0.877	1.038
Log-logística	$A_n^2 (1 + 1/4\sqrt{n})$	0.563	0.66	0.769	0.906

Fuente: Simulación y Análisis de sistemas con Promodel (2006).

## **CAPÍTULO III**

### **PRINCIPALES CONCEPTOS DE LAS AFORES**

#### **3.1. HISTORIA DE LA PENSIONES EN MÉXICO EN EL SIGLO XX.**

En el artículo 123 de la Constitución de 1917 se dispuso que los patrones tengan responsabilidades en accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como la obligación de observar las leyes y reglamentos en materia de higiene y seguridad. (Carmona, 2007).

El presidente Lázaro Cárdenas en 1935, encomendó un proyecto de iniciativa de ley del seguro social, que funcionará con aportaciones y administración tripartita por: gobierno, patrones y trabajadores asegurados, y cuyos beneficiarios fueran los asalariados industriales y agrícolas. La iniciativa contemplaba la creación de un “Instituto de Seguros Sociales”, que cubría los seguros de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, enfermedades no profesionales y maternidad, vejez e invalidez y desocupación involuntaria. Los diputados decidieron posponer su aprobación por la crisis provocada por la expropiación petrolera y para sustentar la propuesta. (Carmona, 2007).

El presidente Manuel Ávila Camacho anunció la creación de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social y señaló: “todos debemos asumir desde luego el propósito, que yo desplegaré con todas mis fuerzas, de que un día próximo las leyes de seguridad social protejan a todos los mexicanos en las horas de la adversidad, en la orfandad, en la viudez de las mujeres, en la enfermedad, en el desempleo, en la vejez, para sustituir este régimen secular que por la pobreza de la nación hemos tenido que vivir”. En diciembre de 1942 envió al Congreso la iniciativa de Ley del Seguro Social. (Carmona, 2007).

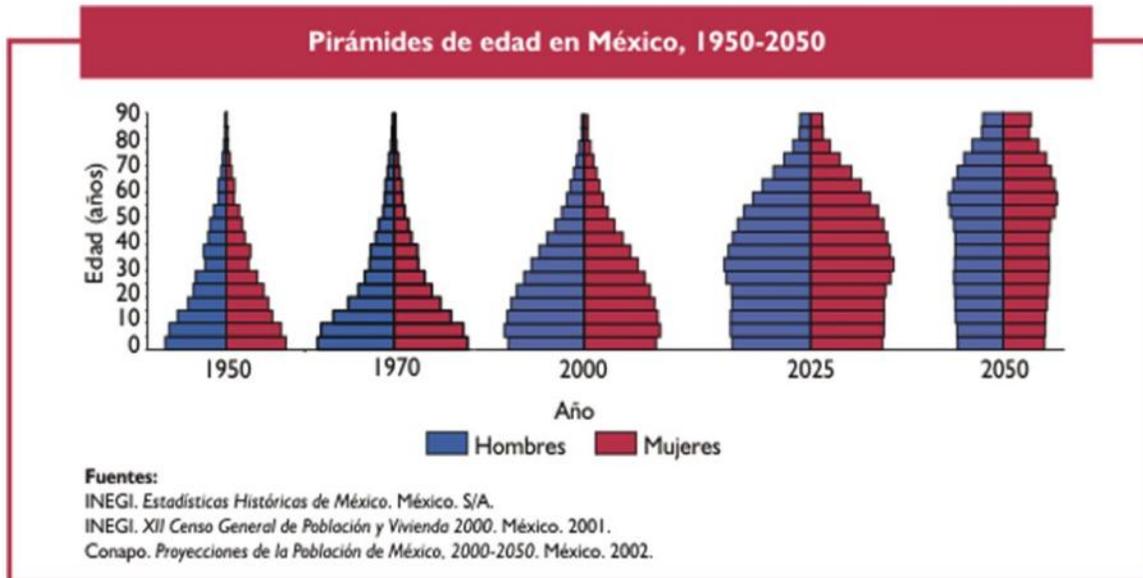
El 19 de enero de 1943 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley del Seguro Social. Se crea el Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS como organismo público descentralizado, con personalidad y patrimonio propio para administrarlo y organizarlo. En esta Ley sólo se pretende la protección al trabajador, hasta 1949 se extiende la protección a la familia del trabajador. (Carmona, 2007).

Al final de la década de los ochenta, el sistema de pensiones era dirigido por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en este sistema las aportaciones de los trabajadores activos servían para darle los beneficios a los trabajadores retirados, era evidente que tal sistema enfrentaba importantes retos al incrementarse la esperanza de vida y en consecuencia aumentaba el tiempo en el que se debían pagar las pensiones de los retirados. (AMAFORE, 2013).

Otro hecho que afectó al sistema fue la disminución de la tasa de natalidad, por lo que la proporción de trabajadores activos entre los retirados disminuyó notablemente, teniendo un impacto importante en los fondos disponibles para cubrir el pago de las pensiones. (AMAFORE, 2013).

Los gráficos muestran el cambio poblacional observado de 1970 a la fecha y las proyecciones para el año 2050.

Gráfica 3.1.1. Pirámides Poblacionales



Fuente: **INEGI**. II Conteo de Población y Vivienda, 2005.

**INEGI**. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Es notable que la población de mayor edad cada vez aumenta de manera considerable, de acuerdo con las pirámides poblacionales seguirá aumentando, así como la esperanza de vida.

La situación financiera del IMSS se complicó también, por el hecho de que los remanentes económicos que tuvo en un inicio debido a que las aportaciones eran mayores que los egresos por pensiones, se destinaron para hacer frente a gastos de infraestructura y financiar parte de los servicios de los médicos afiliados. (AMAFORE, 2013).

En 1992 se creó en México un Sistema de Ahorro para el Retiro en beneficio de los servidores públicos y se integró a la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), como uno de los ramos de

aseguramiento, que comprende el régimen obligatorio de dicho Instituto. En consecuencia se establece como un sistema complementario de la pensión que recibirá el trabajador al término de su vida laboral. (Solís, 2000).

En marzo de 1996 el Ejecutivo presentó al Congreso la iniciativa de *Ley de los sistemas de ahorro para el retiro*, con el objetivo de establecer un esquema eficiente y financieramente sustentable. En diciembre de 1995 se había reformado la *Ley del Seguro Social*, pero fue hasta el 23 de mayo de 1996 cuando se publicó la nueva *Ley de los sistemas de ahorro para el retiro*. (AMAFORE, 2013).

La nueva ley que entró en vigor el primero de julio de 1997, modificó de manera sustancial la operación de las pensiones. Esta reforma no presentó cambios para los trabajadores que se pensionaron antes del primero de julio de 1997. Los trabajadores que cotizaban al sistema hasta esa fecha, denominados trabajadores en transición entre sistemas, se les permitió decidir entre los beneficios del sistema anterior y los de la nueva ley. (Solís, 2000).

Se considera que ésta es una de las reformas estructurales más importantes en materia de seguridad social en la historia del país. Se pasó de un régimen de reparto y de beneficio definido a uno de contribución definida basado en la capitalización de cuentas individuales en las que se concentran las aportaciones del trabajador, los patrones y el gobierno. (Solís, 2000).

La reforma fue diseñada para dar sustentabilidad al sistema de ahorro para el retiro y ofrecer a los trabajadores un medio seguro y confiable para obtener una pensión, sin embargo, ha contribuido al desarrollo de la cultura del ahorro, ha promovido el desarrollo de los mercados financieros y es una fuente permanente de capital a largo plazo, esto ha provocado que sea haya vuelto una herramienta en la consolidación de la economía nacional. (AMAFORE, 2013).

Los trabajadores que ingresaron al mercado laboral a partir de que entró en vigor la nueva ley, fueron asegurados con nuevo plan de pensiones.

Los trabajadores afiliados al IMSS deben contar con una cuenta constituida por tres subcuentas: retiro por cesantía en edad avanzada y vejez, vivienda (las aportaciones las realiza solamente el patrón) y aportaciones voluntarias. Es importante señalar que los recursos de vivienda son administrados directamente por los institutos de vivienda (INFONAVIT para el caso de los cotizantes al IMSS y FOVISSSTE para el de los cotizantes al ISSSTE), las AFOREs sólo informan a través de sus estados de cuenta el saldo que les es reportado por dichos institutos. (Solís, 2000).

A partir del 1° de julio de 1997 se puso en funcionamiento el nuevo esquema de pensiones y con ellos nacen las Administradoras de Fondos de Ahorro para el Retiro, conocidas como AFOREs, y las Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro, SIEFOREs; estas entidades junto con la normatividad que las rige conforman las bases del sistema de pensiones en México. (Solís, 2000).

Gracias a la publicación de la *Ley de los Sistemas de ahorro para el retiro*, se permitió la participación del sector financiero privado, por medio de las AFOREs quienes se encargarían de administrar los recursos de las cuentas individuales. De igual manera se crearon las SIEFOREs, que son los instrumentos a través de los cuales las AFOREs invierten los recursos de los trabajadores. (AMAFORE, 2013).

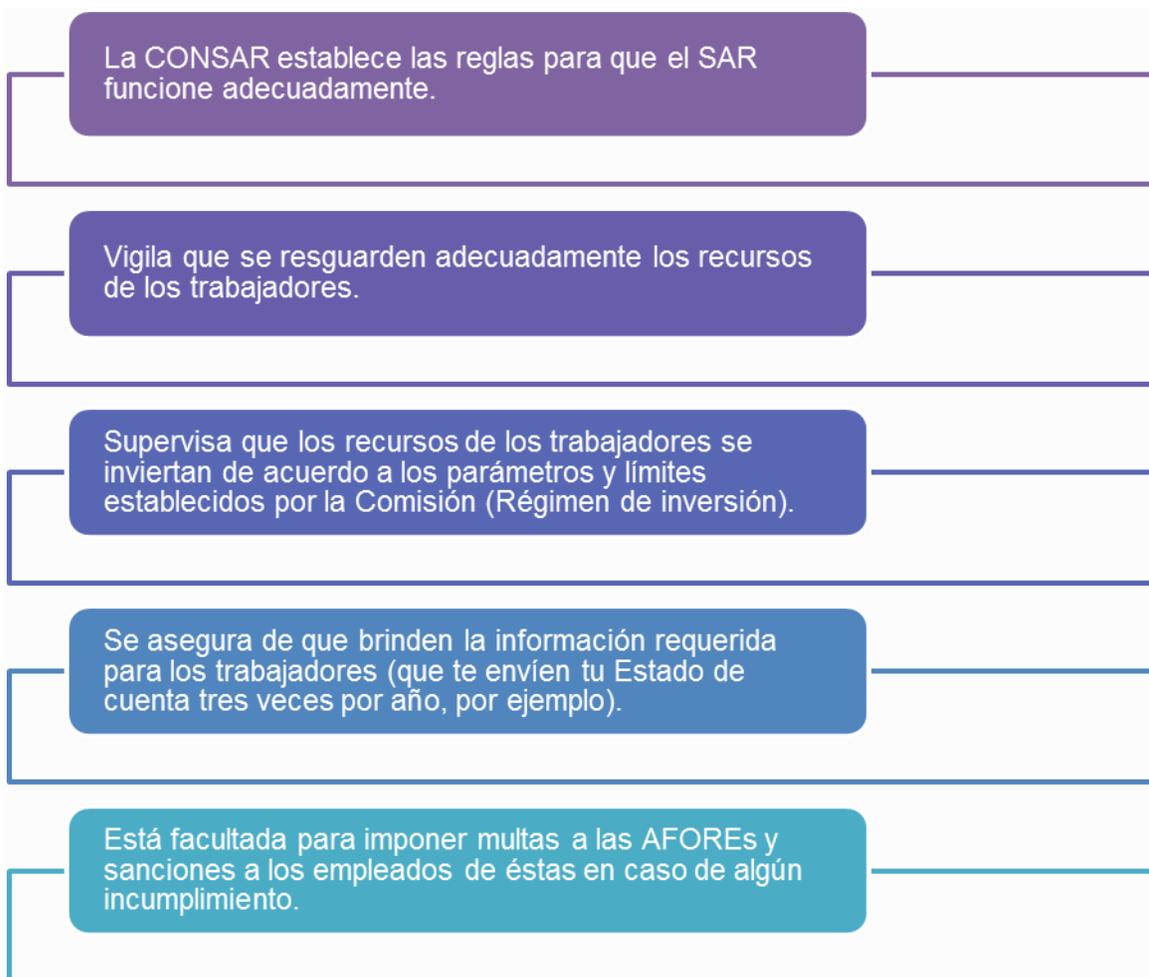
El Gobierno Federal establece un nuevo sistema de ahorro para el retiro, en donde los principales administradores de la misma serían estas instituciones financieras nacionales, AFOREs, que bajo una reglamentación especial son las depositarias de la mayoría de las cuentas de los trabajadores mexicanos. Entre las principales

AFOREs tenemos: Afirme Bajío, Azteca, Banamex, Coopel, Inbursa, Invercap, Metlife, Pensión ISSSTE, Principal, Profuturo GNP, SURA y XXI Banorte (CONSAR, 2013).

### 3.2. LA AFORE Y SUS PRINCIPALES CONCEPTOS TEÓRICOS.

CONSAR es la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro y su labor fundamental es regular el Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR) que está constituido por las cuentas individuales de los trabajadores que manejan las AFOREs.

Diagrama 3.2.1 Actividades de la CONSAR



Fuente: CONSAR (2013).

Con todo ello, se asegura no sólo de que el SAR funcione sino de que los derechos de los trabajadores sean respetados por las AFOREs.

Las AFOREs son administradoras de fondos para el retiro, su objetivo es administrar de manera clara y profesional las cuentas individuales de los trabajadores, dinero que usarán al momento de su retiro. Los recursos de los trabajadores se invertirán en una SIEFORE, Sociedad de Inversión Especializada en Fondos para el Retiro.

En la cuenta individual de cada asegurado, las SIEFOREs depositan las aportaciones del trabajador, patrón y del gobierno, así como los rendimientos generados por la inversión de dichas aportaciones, se les llama aportaciones tripartita.

Este ahorro está destinado para utilizarse al final de la vida laboral de cada uno de los trabajadores. La aportación total a la cuenta individual es el equivalente al 6.5% del Salario Base de Cotización ante el IMSS. Del 6.5%, el patrón aporta 5.15%, el trabajador aporta 1.125% y el Gobierno Federal aporta 0.225%. Para aumentar el monto de las pensiones existe la posibilidad de que el trabajador realice aportaciones voluntarias a la cuenta de ahorro para el retiro.

Durante los años de existencia del sistema, las inversiones en las AFOREs han reportado rendimientos superiores a los que han otorgado otras formas de ahorro como los Certificados de la Tesorería (CETES) o los Pagars Bancarios.

El objetivo de las SIEFOREs es invertir recursos provenientes de la cuenta individual del trabajador en diversos instrumentos, con ellos se obtienen mayores ganancias al dinero del trabajador.

Existen cuatro tipos de SIEFORES. Cada SIEFORE tiene diferentes porcentajes de inversión en renta variable nacional, renta variable internacional, deuda privada nacional, deuda internacional, productos estructurados y deuda gubernamental, entre otros; estos porcentajes han sido determinados por la autoridad y van de acuerdo a la edad del trabajador.

Gráfica 3.2.1. Rangos de edad de las SIEFORES



Fuente: CONSAR (2013).

La pensión que un trabajador recibirá al final de su vida laboral está basada financieramente en los recursos que logre acumular durante su etapa activa. La acumulación de dicha pensión depende a su vez, de su carrera salarial, años de cotización, ahorro voluntario con fines de pensión y de la tasa de rendimiento neta obtenida por sus aportaciones. Con el sistema de AFOREs, los trabajadores buscan maximizar la tasa de rendimiento neta de las subcuentas de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez.

El sistema de competencia entre las AFOREs, busca generar las condiciones de eficiencia para que los trabajadores tengan a su disposición las mejores tasas de rendimiento neto. Las empresas que forman parte de este sistema, tienen incentivos para competir en precios y rendimientos para ganar la preferencia de los trabajadores, ya que estos pueden cambiar de AFORE cada 12 meses. Las

AFOREs sólo pueden tener una concentración máxima del 20% de las cuentas estimadas anualmente para el mercado potencial.

*De acuerdo con Beristain y Espíndola (2001) : “Actualmente, la posibilidad de competir por rendimientos se encuentra acotada por la existencia de un régimen de inversión basado en restricciones cuantitativas. Este régimen establece límites máximos y mínimos de concentración en activos de acuerdo a su plazo o al tipo de emisor. El sistema de pensiones no tiene sin embargo definida como una característica estructural la existencia de un régimen único de inversión. Se prevé que en el futuro inmediato las empresas podrán operar familias de fondos, de tal manera que las inversiones sean un elemento diferenciador de las empresas, que permita a los trabajadores una elección de acuerdo a su perfil de riesgo- rendimiento”.*

Las AFOREs están autorizadas a cobrar porcentajes sobre los flujos de aportaciones, sobre los saldos o una combinación de ambos, las empresas no pueden hacer diferencias de precios para ninguno de sus afiliados, aunque están permitidos esquemas de estímulos por permanencia.

Tabla 3.2.1. Comisiones vigentes durante 2013

<b>Comisiones vigentes en cada AFORE durante 2013</b>		
<b>AFORES</b>	<b>COMISIONES</b>	
PensionISSSTE	<b>0.99%</b>	●
XXI Banorte	<b>1.10%</b>	●
Banamex	<b>1.16%</b>	●
Inbursa	<b>1.17%</b>	●
SURA	<b>1.21%</b>	●
Profuturo GNP	<b>1.27%</b>	●
Principal	<b>1.36%</b>	●
Metlife	<b>1.39%</b>	●
Afirme Bajío	<b>1.40%</b>	●
Azteca	<b>1.45%</b>	●
Invercap	<b>1.47%</b>	●
Coppel	<b>1.49%</b>	●
<b>Promedio Simple<sup>1</sup></b>	<b>1.29%</b>	
<b>Promedio Ponderado<sup>2</sup></b>	<b>1.21%</b>	

- Comisión baja
- Comisión media
- Comisión alta

Fuente: CONSAR (2013)

Las administradoras están obligadas a administrar los recursos de las cuentas de retiro y aportaciones voluntarias de los afiliados, además de llevar un registro de la evolución de los saldos de las cuentas de vivienda; a cambio del cobro de comisiones. También deben prestar servicios de información y orientación, así como expedir constancias de la evolución de los saldos de las diferentes subcuentas, cuando les sean requeridas. Por otra parte, las administradoras deben contar con mecanismos de captación y pago de recursos y en su momento el pago de pensiones en su modalidad de retiros programados. (Beristáin y Espíndola, 2001).

### 3.3. ESTADÍSTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE AFORES.

A lo largo de los 16 años de existencia del Sistema de Ahorro para el Retiro, las AFORES han otorgado rendimientos competitivos constituyéndose como una de las mejores alternativas de inversión en México.

Aquí algunos resultados del SAR:

Diagrama 3.3.1 Resultado del SAR

El Sistema acumula hoy 1.919 billones de pesos de los cuales 788.6 miles de millones de pesos (alrededor del 41.1%) corresponden a los rendimientos netos de comisiones que se encuentran hoy depositados en las cuentas de los ahorradores.

Las AFORES han ofrecido a los ahorradores rendimientos cada año de 13.07% nominal y 6.49% real, un nivel que las ubica como una de las mejores alternativas de inversión en México.

Desde enero del 2009 (fecha en que concluyó la crisis financiera global), las AFORES han obtenido rendimientos netos de comisiones de 537 mil millones de pesos.

Durante los primeros cuatro meses del 2013, se acumularon 130 mil millones adicionales de plusvalías, es decir, de enero del 2012 a abril del 2013 se acumularon 365 mil millones de pesos de plusvalías.

El 87% de los ahorradores en el SAR ahorrarán en su AFORE por lo menos 10 años más. El 65% por lo menos 20 años.

Fuente: CONSAR (2013)

Además, a través de las AFORES se ha logrado democratizar el sistema financiero mexicano ofreciendo a sus ahorradores (tanto de bajos como de altos ingresos) rendimientos competitivos; y en el 2012 se alcanzaron rendimientos sin precedentes al sumar 235 mil millones de pesos. (CONSAR, 2013).

Tabla 3.3.1.RECURSOS REGISTRADOS EN LAS AFORES

Cifras en millones de pesos al cierre de mayo de 2013

AFORE	Recursos Administrados por las AFORES					Recursos Administrados por Otras Instituciones			Total de Recursos Registrados en las AFORES <sup>8</sup>
	Recursos de los Trabajadores			Capital de las AFORES <sup>4</sup>	Total de Recursos Administrados por las AFORES	Bono de Pensión ISSSTE <sup>5</sup>	Vivienda <sup>6</sup>	Recursos Depositados en el Banco de México <sup>7</sup>	
	RCV <sup>1</sup>	Ahorro Voluntario y Solidario <sup>2</sup>	Fondos de Previsión Social <sup>3</sup>						
Afirme Bajío	5,102.90	431.1	0	115.6	5,649.50	42	1,971.80	0	7,663.30
Azteca	15,293.70	18.2	0	229.4	15,541.30	79.6	5,991.30	0	21,612.20
Banamex	338,046.60	2,066.10	0	2,742.50	342,855.20	6,671.80	121,077.20	0	470,604.20
Coppel	71,012.40	110	0	623.7	71,746.20	266.1	30,913.50	0	102,925.70
Inbursa	95,481.80	431.9	0	1,234.00	97,147.70	1,568.50	36,926.10	0	135,642.30
Invercap	113,417.60	318.9	0	952.3	114,688.80	672.2	35,122.40	0	150,483.30
Metlife	59,131.50	323.8	0	517	59,972.20	2,835.60	20,039.60	0	82,847.40
Pension ISSSTE	92,568.90	3,518.90	0	5,472.50	101,560.30	116,456.30	100,199.00	0	318,215.50
Principal	132,427.50	368.1	0	1,139.40	133,935.00	2,357.60	49,856.30	0	186,148.90
Profuturo GNP	231,784.70	916.8	0	1,971.80	234,673.30	7,398.10	69,925.20	0	311,996.60
SURA	269,506.80	1,373.50	0	2,260.70	273,141.00	4,224.60	95,282.20	0	372,647.70
XXI Banorte	508,022.90	6,020.40	24,889.00	4,477.10	543,409.40	8,677.70	184,206.80	21,725.60	758,019.50
<b>Total</b>	<b>1,931,797.10</b>	<b>15,897.70</b>	<b>24,889.00</b>	<b>21,735.90</b>	<b>1,994,319.70</b>	<b>151,250.20</b>	<b>751,511.30</b>	<b>21,725.60</b>	<b>2,918,806.80</b>

Fuente: CONSAR (2013)

## Notas:

Hasta junio de 2012 los Recursos Administrados por las AFOREs se calcularon con el número de acciones del penúltimo día hábil del mes y los precios de las acciones correspondientes al último día hábil del mismo mes. Sin embargo, con la finalidad de ser consistentes con las Normas de Información Financiera (NIF), a partir de julio de 2012 los montos son calculados con los precios y las acciones del último día hábil del mes. De esta forma, a partir de la fecha citada, la información de Recursos Administrados por las AFOREs que se presenta en esta tabla dejará de ser equivalente con los Activos Netos de las SIEFOREs que reporta la CONSAR.

Montos calculados con los precios de las acciones de las SIEFOREs registrados en la Bolsa Mexicana de Valores el 31 de mayo de 2013.

1.-Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez de trabajadores cotizantes al IMSS y al ISSSTE. Incluye los fondos de Retiro del SAR 92 de los trabajadores cotizantes al IMSS y los recursos del SAR ISSSTE.

2.-Incluye Aportaciones Voluntarias, Aportaciones Complementarias de Retiro, Ahorro a Largo Plazo y Ahorro Solidario.

3.-Recursos de Previsión Social de entidades públicas y privadas administrados por las AFOREs.

4.-Recursos de las AFOREs que, conforme a las normas de capitalización, deben mantener invertidos en las SIEFOREs.

5.-Conforme a la Ley del ISSSTE, las AFOREs llevan el registro del valor actualizado del Bono de Pensión ISSSTE en las cuentas individuales de los trabajadores.

6.-Los recursos de Vivienda son registrados por las AFOREs y administrados por el INFONAVIT y por el FOVISSSTE.

7.-Corresponde a los recursos de cuentas administradas por Prestadoras de Servicios, que son registrados por las AFOREs e invertidos en el Banco de México, de acuerdo a las reglas vigentes.

8.-A partir de enero de 2012 incluye los recursos de trabajadores pendientes de asignar, que son administrados por el Banco de México.

La suma de las cifras parciales puede no coincidir con el total por redondeo. (CONSAR, 2013).

Tabla 3.3.2. CUENTAS DE TRABAJADORES ASIGNADOS POR SIEFORE

(Al cierre de mayo de 2012)

AFORE	Con Recursos Depositados en SIEFOREs Básicas					Con Recursos Depositados en Banco de México	Total
	SB 5	SB 4	SB 3	SB 2	SB 1		
Afirme Bajío	44,024	4,050	73	41	12	-	48,200
Azteca	125	266	118	100	50	-	659
Banamex	387,110	603,292	404,536	2,644	125,189	-	1,522,771
Bancomer	4	270,944	416,384	152,994	81,857	-	922,183
Coppel	47	45	25	8	3	-	128
Inbursa	263	567	307	1,121	2,560	-	4,818
Invercap	397,823	506,669	413,973	196,407	113,290	-	1,628,162
Metlife	234,659	316,634	127	119,358	50,281	-	721,059
PensionISSSTE	-	-	-	-	-	-	-
Principal	166,760	677,043	12,203	466,885	248,058	-	1,570,949
Profuturo GNP	9,695	176,307	134,433	98,715	45,565	-	464,715
SURA	349,431	819,422	616,334	372,798	109,012	-	2,266,997
XXI Banorte	434,298	830,241	493,981	550,761	185,908	4,467,334	6,962,523
<b>Total</b>	<b>2,024,239</b>	<b>4,205,480</b>	<b>2,492,494</b>	<b>1,961,832</b>	<b>961,785</b>	<b>4,467,334</b>	<b>16,113,164</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Notas:

Cifras correspondientes a trabajadores cotizantes al IMSS. No incluye trabajadores cotizantes al ISSSTE ni trabajadores Independientes.

La distribución por SIEFORE se refiere a aquella en la que deberían invertirse los recursos de los trabajadores de acuerdo a su edad.

En la tabla 3.3.2 se observa que la mayor concentración de cuentas la tiene la administradora XXI Banorte, este dato no resulta extraño ya que antes de la reforma los trabajadores sólo tenían la opción de estar afiliados a la AFORE XXI, en segundo lugar esta SURA, mientras que la administradora con menos número de cuentas es Coopel.

Tabla 3.3.3. CUENTAS ADMINISTRADAS POR LAS AFORES POR GÉNERO Y RANGO DE EDAD

(Al cierre de marzo de 2013)

Rango de Edad	Hombres		Mujeres		Total
	Cuentas	Porcentaje	Cuentas	Porcentaje	
36 años o menos	7,854,058	57.2	5,866,648	42.8	13,720,706
37 - 45 años	4,825,549	59.8	3,246,187	40.2	8,071,736
46 - 59 años	4,189,744	64.9	2,265,614	35.1	6,455,358
60 años o más	2,108,625	75.8	671,432	24.2	2,780,057
<b>Total</b>	<b>18,977,976</b>	<b>61.2</b>	<b>12,049,881</b>	<b>38.8</b>	<b>31,027,857</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Notas:

Cifras correspondientes a trabajadores cotizantes al IMSS registrados en las AFORES. No incluye trabajadores asignados, trabajadores cotizantes al ISSSTE e independientes.

La tabla 3.3.3 se comporta de acuerdo a la pirámide poblacional de México, la mayor concentración de cuentas están en los menores de 36 años, mientras aumenta la edad es mejor el número de cuentas en la SIEFORE.

Tabla 3.3.4.CUENTAS ADMINISTRADAS POR LAS AFORES POR ENTIDAD  
FEDERATIVA

(Al cierre de marzo de 2013)

Entidad Federativa	Hombres		Mujeres		Total
	Cuentas	Porcentaje	Cuentas	Porcentaje	
Aguascalientes	246,951	59.5	167,787	40.5	414,738
Baja California	742,204	54.5	618,463	45.5	1,360,667
Baja California Sur	122,667	62.1	74,760	37.9	197,427
Campeche	145,726	68.5	67,091	31.5	212,817
Chiapas	303,405	68.8	137,722	31.2	441,127
Chihuahua	833,235	55.9	656,423	44.1	1,489,658
Coahuila	723,142	62.8	428,195	37.2	1,151,337
Colima	142,258	64.5	78,367	35.5	220,625
Distrito Federal	2,930,007	58.5	2,078,258	41.5	5,008,265
Durango	308,346	63.5	176,908	36.5	485,254
Estado de México	1,525,979	58.4	1,087,677	41.6	2,613,656
Guanajuato	846,127	60.8	545,510	39.2	1,391,637
Guerrero	286,900	65.3	152,757	34.7	439,657
Hidalgo	261,312	62.3	157,862	37.7	419,174
Jalisco	1,378,839	60.5	899,161	39.5	2,278,000
Michoacán	448,197	63.4	258,296	36.6	706,493
Morelos	252,968	61.4	158,713	38.6	411,681
Nayarit	167,578	65.2	89,618	34.8	257,196
Nuevo León	1,378,723	62	846,684	38	2,225,407
Oaxaca	258,223	66	132,817	34	391,040
Puebla	614,278	61.9	378,740	38.1	993,018
Querétaro	324,128	58.8	226,804	41.2	550,932
Quintana Roo	288,161	66	148,645	34	436,806
San Luis Potosí	351,453	62.8	208,038	37.2	559,491
Sinaloa	635,653	62.6	380,379	37.4	1,016,032
Sonora	625,838	60.3	411,881	39.7	1,037,719
Tabasco	358,570	73.1	131,983	26.9	490,553
Tamaulipas	767,475	60	511,778	40	1,279,253
Tlaxcala	121,725	59.2	83,958	40.8	205,683
Veracruz	1,104,736	69.9	474,601	30.1	1,579,337
Yucatán	329,222	63.8	186,957	36.2	516,179
Zacatecas	153,952	62.3	93,049	37.7	247,001
<b>Total</b>	<b>18,977,976</b>	<b>61.2</b>	<b>12,049,881</b>	<b>38.8</b>	<b>31,027,857</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Notas:

Cifras correspondientes a trabajadores cotizantes al IMSS registrados en las AFOREs. No incluye trabajadores asignados, cotizantes al ISSSTE e independientes.

La entidad federativa con el mayor número de cuentas es el Distrito Federal seguido por el Estado de México, mientras que la entidad federativa con menor número de cuentas es Baja California Sur. Este dato está correlacionado con la población ocupada de cada entidad.

Tabla 3.3.5. TRASPASOS AFORE-AFORE

(Cifras acumuladas en el año)

AFORE	Recibidos	Cedidos
	Ene - May 13	Ene - May 13
<b>Afirme Bajío</b>	3,024	4,150
<b>Azteca</b>	149,506	8,800
<b>Banamex</b>	68,160	145,840
<b>Coppel</b>	151,914	96,182
<b>Inbursa</b>	40,399	69,877
<b>Invercap</b>	165,183	57,513
<b>Metlife</b>	25,589	20,903
<b>Pension ISSSTE</b>	1,855	7,199
<b>Principal</b>	78,589	79,480
<b>Profuturo GNP</b>	72,780	91,268
<b>SURA</b>	67,998	118,721
<b>XXI Banorte</b>	159,202	284,266
<b>Total</b>	<b>984,199</b>	<b>984,199</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Notas:

A partir de diciembre de 2008, la liquidación de los traspasos se realiza bimestralmente.

XXI Banorte incluye los traspasos de Bancomer.

La AFORE que más cuentas ha recibido es Invercap y la que más ha cedido es XXI Banorte. Si bien AFORE XXI Banorte está en segundo lugar de cuentas recibidas, es mayor el número de cuentas cedidas que tiene, dicha administradora tiene la mayor diferencia negativa entre las cuentas recibidas y cedidas. La que tiene mayor diferencia positiva es AFORE Azteca.

Tabla 3.3.6 Diversificación de la SB1

Diversificación de la SIEFORE Básica 1 (*Índice y Porcentajes de la Cartera Total)									
AFORES	Índice de Diversificación (1)	Valores Nacionales					Valores Internacionales		
		Gubernamentales		No Gubernamentales			Renta Variable	Deuda	Renta Variable
		Pesos	Divisas	Entidades Paraestatales	Corporativos	Instituciones Financieras			
XXI-Banorte	9.7053	58.9	4.6	11.4	12.9	3.5	2.1	4.0	2.6
SURA	9.6965	58.8	0.2	10.8	14.6	6.3	1.3	4.4	3.6
Profuturo	9.5376	63.8	0.4	8.5	8.2	6.9	1.5	7.3	3.5
Metlife	9.4368	64.7	0.8	6.9	17.2	2.7	1.8	3.7	2.1
PensionISSSTE	9.3931	65.4	0.0	14.1	12.6	3.1	2.1	1.1	1.6
Principal	8.3348	69.1	0.0	8.3	15.4	2.1	1.3	3.5	0.2
Banamex	8.0772	68.2	0.0	5.1	15.0	3.9	2.5	2.9	2.4
Invercap	6.6097	81.2	0.0	3.6	5.6	1.6	2.5	3.1	2.3
Azteca	6.4471	83.8	0.0	2.2	6.2	0.0	1.9	3.5	2.5
Inbursa	6.4253	70.5	0.0	9.1	18.3	1.0	0.0	1.1	0.0
Afirme	4.9387	83.8	0.0	8.3	1.8	1.7	2.5	1.8	0.0
Coppel	4.7638	76.9	0.0	8.3	13.2	1.7	0.0	0.0	0.0
<b>Total**</b>	<b>8.9404</b>	<b>64.6</b>	<b>1.2</b>	<b>9.9</b>	<b>13.1</b>	<b>3.8</b>	<b>1.8</b>	<b>3.4</b>	<b>2.2</b>

Fuente: CON SAR (2013)

Tabla 3.3.7. Diversificación de la SB2

Diversificación de la SIEFORE Básica 2 (Índice y Porcentajes de la Cartera Total*)									
AFORES	Índice de Diversificación (1)	Valores Nacionales					Valores Internacionales		
		Gubernamentales		No Gubernamentales			Renta Variable	Deuda	Renta Variable
		Pesos	Divisas	Entidades Paraestatales	Corporativos	Instituciones Financieras			
Profuturo	9.8701	50.5	0.3	8.4	8.4	5.8	7.0	3.0	16.5
SURA	9.8445	51.9	0.3	7.3	9.8	4.4	6.3	2.7	17.4
XXI-Banorte	9.8428	52.9	3.8	8.0	7.9	2.6	8.2	2.2	14.5
Banamex	9.7999	54.4	0.9	4.1	10.9	2.7	8.4	2.5	16.0
PensionISSSTE	9.7324	57.7	0.0	11.2	8.9	2.6	11.3	0.8	7.5
Metlife	9.6972	58.9	1.4	2.9	11.6	2.0	8.1	2.5	12.5
Azteca	9.5462	62.9	0.9	2.0	9.6	0.0	11.4	2.6	10.7
Principal	9.3069	67.8	0.0	4.6	8.9	1.0	8.7	1.5	7.6
Coppel	9.0899	60.8	0.0	6.0	11.4	1.8	9.8	0.0	10.2
Invercap	8.6620	69.3	0.0	0.2	3.8	0.9	11.4	1.6	12.8
Inbursa	8.0206	75.4	0.0	6.3	8.1	1.2	3.9	0.4	4.8
Afirme	7.7027	74.4	0.0	6.7	1.8	1.7	12.9	1.8	0.7
<b>Total**</b>	<b>9.5939</b>	<b>56.8</b>	<b>1.3</b>	<b>6.6</b>	<b>8.8</b>	<b>2.9</b>	<b>8.0</b>	<b>2.1</b>	<b>13.5</b>

Fuente: CON SAR (2013)

Tabla 3.3.8. Diversificación de la SB3

### Diversificación de la SIEFORE Básica 3 (Índice y Porcentajes de la Cartera Total\*)

AFORES	Índice de Diversificación (1)	Valores Nacionales						Valores Internacionales	
		Gubernamentales		No Gubernamentales			Renta Variable	Deuda	Renta Variable
		Pesos	Divisas	Entidades Paraestatales	Corporativos	Instituciones Financieras			
Profuturo	9.9351	43.1	0.4	9.3	9.2	7.0	8.3	3.4	19.4
XXI-Banorte	9.8875	49.0	3.4	7.9	7.9	2.4	9.8	2.3	17.3
SURA	9.8834	48.5	0.3	7.1	9.4	4.0	8.5	2.5	19.7
Banamex	9.8721	49.7	3.2	3.8	9.1	2.2	10.8	2.8	18.5
Metlife	9.8391	52.4	1.4	3.2	12.4	2.7	9.6	3.5	14.8
Azteca	9.7198	57.5	0.9	2.5	10.9	0.0	13.2	2.1	12.9
PensionISSSTE	9.6359	60.7	0.0	9.9	6.3	1.3	12.2	0.6	9.2
Principal	9.6288	61.1	0.0	5.6	9.8	1.3	10.8	1.7	9.8
Coppel	9.2392	57.8	0.0	5.2	11.7	0.9	12.2	0.0	12.0
Inbursa	9.1142	64.6	0.0	8.6	10.8	1.5	6.5	0.6	7.4
Invercap	9.0323	64.4	0.0	0.2	4.1	0.8	13.4	1.3	15.8
Afirme	8.4150	68.2	0.0	10.4	1.0	1.7	15.4	2.3	0.9
<b>Total**</b>	<b>9.7527</b>	<b>51.5</b>	<b>1.6</b>	<b>6.5</b>	<b>8.8</b>	<b>3.0</b>	<b>9.8</b>	<b>2.3</b>	<b>16.6</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Tabla 3.3.9. Diversificación de la SB4

### Diversificación de la SIEFORE Básica 4 (Índice y Porcentajes de la Cartera Total\*)

AFORES	Índice de Diversificación (1)	Valores Nacionales						Valores Internacionales	
		Gubernamentales		No Gubernamentales			Renta Variable	Deuda	Renta Variable
		Pesos	Divisas	Entidades Paraestatales	Corporativos	Instituciones Financieras			
Profuturo	9.9473	38.4	0.3	8.7	8.1	5.8	10.7	3.0	24.8
XXI-Banorte	9.9264	43.2	4.2	7.7	6.4	2.3	12.7	1.9	21.6
SURA	9.9146	42.8	0.5	6.6	8.6	3.5	10.1	2.2	25.7
Banamex	9.9054	44.4	4.2	3.5	7.4	1.2	12.8	2.5	24.0
Metlife	9.8799	48.7	1.8	2.4	11.6	2.8	12.0	2.9	17.9
Azteca	9.7946	53.7	1.0	2.9	9.1	0.0	15.2	2.1	16.2
Principal	9.7801	55.1	0.0	5.7	8.4	1.4	14.5	1.7	13.2
PensionISSSTE	9.7422	56.3	0.0	9.4	6.0	1.1	17.4	0.5	9.3
Inbursa	9.5944	54.4	0.0	9.9	13.4	1.8	8.7	0.8	11.0
Invercap	9.5220	53.2	0.0	0.3	5.8	0.7	21.2	1.2	17.6
Coppel	9.4904	51.5	0.0	6.0	10.5	1.2	16.4	0.0	14.5
Afirme	8.8632	63.5	0.0	14.4	2.9	1.8	12.1	4.6	0.7
<b>Total**</b>	<b>9.8367</b>	<b>45.9</b>	<b>2.1</b>	<b>6.0</b>	<b>7.8</b>	<b>2.3</b>	<b>13.1</b>	<b>2.0</b>	<b>20.8</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Cifras al 27 de junio de 2013.

1) Un mayor valor del índice significa que la SIEFORE está más diversificada

\*Los porcentajes están calculados sobre el valor de la cartera y la exposición en renta variable de las SIEFORES de acuerdo con la nota técnica.

\*\*El valor total del Índice corresponde al promedio de los índices de las SIEFORES ponderado por sus activos relativos al sistema.

El régimen de Inversión es supervisado observando los Activos Netos mas no los Valores de Cartera.

Una mayor diversificación del portafolio de inversión tiende a generar mayores rendimientos de forma consistente; sin embargo, no es una garantía. (CONSAR, 2013).

En la SB1 el índice de diversificación tiene una varianza mayor entre las AFOREs, pero en promedio es el menor de los cuatro fondos, esto se debe a que la CONSAR tiene más restricciones con respecto a las inversiones de este fondo.

Tabla 3.3.10. LÍMITES DEL RÉGIMEN DE INVERSIÓN

		Límites por tipo de SIEFORE Básica <sup>1</sup>				
		SB1	SB2	SB3	SB4	
Riesgo de Mercado	Diferencial del Valor en Riesgo Condicional <sup>2</sup>	≤ 0.3%	≤ 0.45%	≤ 0.7%	≤ 1%	
	Renta Variable <sup>3,4</sup>	5%	25%	30%	40%	
	Instrumentos en Divisas <sup>5</sup>	30%	30%	30%	30%	
Riesgo por emisor y/o contraparte <sup>3</sup>	Nac <sup>6</sup>	Deuda común de mxBBB a mxAAA o en Divisas de BB a AAA	5%	5%	5%	5%
		Deuda subordinada de mxBB+ a mxBBB- o en Divisas de B+ a BB-	1%	1%	1%	1%
	Extr <sup>6</sup>	Instrumentos extranjeros de BBB- a AAA un solo emisor o contraparte <sup>8</sup>	5%	5%	5%	5%
		Sobre una misma emisión <sup>7</sup>	-----M á x i m o {35%, \$300 mdp}-----			
Otros Límites <sup>3</sup>	Valores Extranjeros	20%	20%	20%	20%	
	Instrumentos Bursatilizados <sup>9</sup>	10%	15%	20%	30%	
	Instrumentos Estructurados <sup>9</sup>	0%	15%	20%	20%	
	Infraestructura o Vivienda	0%	10%	13%	13%	
	Otros	0%	5%	7%	7%	
	Protección Inflacionaria <sup>10</sup>	Si (51% Min.)	No	No	No	
Conflictos de Interés <sup>3</sup>	Mercancías	0%	5%	10%	10%	
	Instrumentos de entidades relacionadas entre si	15%	15%	15%	15%	
Vehículos y contratos	Instrumentos de entidades con nexo patrimonial con la Afore <sup>11</sup>	5%	5%	5%	5%	
	Mandatos	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	
	Fondos Mutuos	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	
	Derivados	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	

Fuente: CONSAR (2013)

Esta tabla es un resumen de la regulación aplicable, elaborado con fines explicativos y no normativos. Los límites aplican a las SIEFOREs Básicas. Las SIEFOREs Adicionales pueden determinar parámetros diferentes establecidos en sus prospectos de información y con apego a la Ley del SAR.

1.- Todos los límites son porcentajes máximos, excepto el límite de protección inflacionaria, el cual es un porcentaje mínimo de los activos.

2.- Como porcentaje del Activo Administrado directamente por la SIEFORE. El CAR podrá determinar límites más estrictos.

3.- Como porcentaje del Activo Total de la SIEFORE, incluyendo los activos administrados por Mandatarios.

4.- Incluye acciones individuales

5.- Calificación de la emisión de mediano y largo plazo, así como del emisor y/o el aval, en la proporción que corresponde.

6.- Para la inversión en instrumentos extranjeros con calificación menor a A- y no inferior a BBB-, la AFORE deberá cumplir con las Disposiciones del Régimen de Inversión.

7.- Aplica a la tenencia de todas las SIEFOREs Básicas administradas por una misma AFORE, para deuda nacional o extranjera e instrumentos estructurados.

8.- Se computan en este límite las bursatilizaciones que cumplan con la Novena Transitoria de las Disposiciones que establezca el Régimen de Inversión.

9.- Incluye CKDs y FIBRAS. Los estructurados se dividen a su vez en dos: a) Infraestructura o Vivienda, por un lado, y Otros (Capital Privado).

10.- Límite mínimo de inversión en activos financieros que aseguren un rendimiento igual o superior a la inflación en México.

11.- Límite contenido en la Ley del SAR.

La mayor diferencia se encuentra en los porcentajes de inversión permitidos para renta variable en la SB4 se permite hasta un 40% mientras que para la SB1, que engloba a los trabajadores más próximos al retiro es del 5%.

Tabla 3.3.11. RENDIMIENTO NETO PARA LA SB4

Cifras al cierre de junio de 2013  
(Indicador de Rendimiento Neto 50 meses)

<b>SB 4 para personas de 36 años y menores</b>	
<b>INDICADOR DE RENDIMIENTO NETO</b>	
<b>AFORES</b>	<b>RENDIMIENTO NETO</b>
SURA	<b>13.77%</b>
Invercap	<b>13.74%</b>
Profuturo GNP	<b>13.08%</b>
Banamex	<b>13.07%</b>
MetLife	<b>12.88%</b>
PensionISSSTE	<b>12.46%</b>
XXI Banorte	<b>12.43%</b>
Principal	<b>12.39%</b>
Azteca	<b>9.72%</b>
Coppel	<b>8.63%</b>
Afirme Bajío	<b>8.31%</b>
Inbursa	<b>6.40%</b>
<b>Promedio Simple</b>	<b>11.41%</b>
<b>Promedio Ponderado*</b>	<b>12.39%</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Tabla 3.3.12. RENDIMIENTO NETO PARA LA SB3

Cifras al cierre de junio de 2013  
(Indicador de Rendimiento Neto 50 meses)

<b>SB 3 para personas entre 37 y 45 años</b>	
<b>INDICADOR DE RENDIMIENTO NETO</b>	
<b>AFORES</b>	<b>RENDIMIENTO NETO</b>
Invercap	<b>12.36%</b>
SURA	<b>12.32%</b>
PensionISSSTE	<b>12.27%</b>
MetLife	<b>11.54%</b>
Banamex	<b>11.43%</b>
Profuturo GNP	<b>11.42%</b>
XXI Banorte	<b>11.35%</b>
Principal	<b>11.08%</b>
Azteca	<b>9.87%</b>
Coppel	<b>8.38%</b>
Afirme Bajío	<b>8.05%</b>
Inbursa	<b>6.00%</b>
<b>Promedio Simple</b>	<b>10.51%</b>
<b>Promedio Ponderado*</b>	<b>11.20%</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Tabla 3.3.13. RENDIMIENTO NETO PARA LA SB2

Cifras al cierre de junio de 2013  
(Indicador de Rendimiento Neto 50 meses)

<b>SB 2 para personas entre 46 y 59 años</b>	
<b>INDICADOR DE RENDIMIENTO NETO</b>	
<b>AFORES</b>	<b>RENDIMIENTO NETO</b>
PensionISSSTE	<b>11.23%</b>
Invercap	<b>10.93%</b>
SURA	<b>10.90%</b>
Profuturo GNP	<b>10.68%</b>
XXI Banorte	<b>10.43%</b>
Banamex	<b>10.42%</b>
MetLife	<b>10.39%</b>
Principal	<b>10.22%</b>
Azteca	<b>8.78%</b>
Coppel	<b>7.93%</b>
Afirme Bajío	<b>7.32%</b>
Inbursa	<b>5.54%</b>
<b>Promedio Simple</b>	<b>9.56%</b>
<b>Promedio Ponderado*</b>	<b>10.19%</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Tabla 3.3.14. RENDIMIENTO NETO PARA LA SB2

Cifras al cierre de junio de 2013  
(Indicador de Rendimiento Neto 50 meses)

<b>SB 1 para personas de 60 años y mayores</b>	
<b>INDICADOR DE RENDIMIENTO NETO</b>	
<b>AFORES</b>	<b>RENDIMIENTO NETO</b>
PensionISSSTE	<b>9.86%</b>
Invercap	<b>9.85%</b>
Profuturo GNP	<b>9.32%</b>
SURA	<b>8.81%</b>
XXI Banorte	<b>8.67%</b>
Principal	<b>8.53%</b>
Banamex	<b>8.49%</b>
MetLife	<b>8.46%</b>
Azteca	<b>7.24%</b>
Coppel	<b>6.93%</b>
Afirme Bajío	<b>6.79%</b>
Inbursa	<b>5.25%</b>
<b>Promedio Simple</b>	<b>8.18%</b>
<b>Promedio Ponderado*</b>	<b>8.79%</b>

Fuente: CONSAR (2013)

Notas:

\* Es el promedio ponderado, por los activos administrados, de los rendimientos netos de las SIEFOREs Básicas.

Los Indicadores de Rendimiento Neto incluyen la deducción de las Comisiones aplicables.

Dado que se trata de inversiones de largo plazo, los indicadores incorporan información sobre la rentabilidad observada en horizontes de largo plazo. El horizonte del indicador se incrementará de manera gradual hasta llegar a 60 meses (5 años) el 30 de junio de 2014.

Este Indicador refleja el desempeño obtenido consistentemente por las inversiones en cada SIEFORE e indica que las decisiones de traspaso pueden resultar convenientes para los trabajadores. (CONSAR, 2013).

Los rendimientos promedio de cada SIEFORE van disminuyendo de acuerdo a los rangos de edad, la SB4 tiene mayores rendimientos que las tres restantes, conforme aumenta el rango de edad los rendimientos son menores, esto se debe a los límites permitidos en las inversiones, como se observó en la tabla 3.3.10.

En la SB1 que representa los menores rendimientos se permite apenas un 5% de inversión en renta variable, mientras que en instrumentos estructurados no está permitido invertir. Los trabajadores pertenecientes a la SB1 son los que están cercanos al retiro, y si bien sus rendimientos son los menores, también son los más seguros. La CONSAR ha dispuesto un mayor porcentaje en renta fija, así sus rendimientos no se verán comprometidos.

Para los cuatro fondos Invercap se mantiene en los primeros dos lugares con los rendimientos más altos, los rendimientos más bajos para todos los fondos los tienen Inbursa y Afirme Bajío. Invercap está entre los mejores rendimientos netos para todos los fondos resulta interesante ya que tiene comisiones muy altas. Afirme es la AFORE que tiene menor diversificación en todos los fondos, si bien la diversificación de inversión no garantiza mayor rendimiento, es una parte importante y queda a la vista con Afirme.

## **CAPÍTULO IV**

### **MODELACIÓN DE LA SIEFORE BÁSICA 2: UNA PROYECCIÓN PARA EL AÑO 2020.**

En este capítulo se realizará el modelo de simulación para cada una de las administradoras que cuenten con más de 120 datos: Banamex, Inbursa, Principal, Profuturo GNP, SURA, XXI Banorte. Se ha tomado esta determinación para que la estimación de la distribución de cada administradora de acuerdo a la etapa del ciclo económico sea correcta, lo que con lleva a una estimación más certera.

La base de datos de los rendimientos de las AFORES para la SB2 se ha extraído de la página de internet de la CONSAR, dicha base de datos se encuentra en el Anexo I de este trabajo.

Para la construcción del modelo de simulación se realizará un análisis de la tendencia mediante el análisis de regresión para cada AFORE, posteriormente y de acuerdo una predicción del ciclo económico, que también se hará en este capítulo, se encontrará la distribución de las variaciones de los rendimientos de las AFORES; para así, llegar a la construcción final del modelo y realizar las predicciones de los rendimientos hasta 2020.

#### **4.1. ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LAS AFORES.**

Los datos que se han tomado para el análisis de la SB2 empiezan desde julio de 2002. La tendencia histórica de la SB2 ha sido a la baja, y no han llegado a tener los rendimientos que generaban en 2002.

Gráfico 4.1.1. Rendimientos 2002- 2013.



Fuente: Datos CONSAR, elaboración propia.

En relación al análisis gráfico de los rendimientos de las AFORES se ha determinado una tendencia logarítmica, por lo que se realiza una regresión logarítmica, se han obtenido las regresiones siguientes:

- ❖ Banamex =  $27.2 - 4.16 (\text{LN}(X))$
- ❖ Inbursa =  $20.7 - 3.07 (\text{LN}(X))$
- ❖ Principal =  $25.2 - 3.78 (\text{LN}(X))$
- ❖ GNP =  $26.0 - 3.90 (\text{LN}(X))$
- ❖ SURA =  $25.9 - 3.80 (\text{LN}(X))$
- ❖ Banorte =  $25.6 - 3.74 (\text{LN}(X))$ ;

Donde X representa el número de periodo de tiempo.

Se utilizó el Software estadístico Minitab para la elaboración de los modelos de regresión y para la comprobación de supuestos que se encuentran en el Anexo II.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para cada administradora. Todas las administradoras pasan la prueba ANOVA, por lo que podemos tener evidencia estadística para afirmar que el modelo es bueno.

Tabla 4.1.1. ANOVA.

ANOVA						
AFORE	Fuente	GL	SC	MC	F	P
Banamex	Regresión	1	2,034.70	2,034.70	1,189.38	0
	Error residual	132	225.8	1.7		
	Total	133	2,260.50			
Inbursa	Regresión	1	1,109.10	1,109.10	2,580.31	0
	Error residual	132	56.7	0.4		
	Total	133	1,165.80			
Principal	Regresión	1	1,680.00	1,680.00	1,124.91	0
	Error residual	132	197.1	1.5		
	Total	133	1,877.10			
GNP	Regresión	1	1,791.90	1,791.90	1,074.00	0
	Error residual	132	220.2	1.7		
	Total	133	2,012.20			
SURA	Regresión	1	1,703.30	1,703.30	1,037.72	0
	Error residual	132	216.7	1.6		
	Total	133	1,920.00			
XXI BANORTE	Regresión	1	1,643.90	1,643.90	1,033.51	0
	Error residual	132	210	1.6		
	Total	133	1,853.90			

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla se muestra la comprobación del p-value de los coeficientes donde todos son menores a .05 por lo que podemos afirmar que estadísticamente que se pueden explicar los rendimientos con respecto al periodo de tiempo. La tabla también contiene el R- cuadrado ajustado del modelo, al tener un R-

cuadrado ajustado alto nos indica que existe una fuerte relación entre las variables.

Tabla 4.1.2. P-value y R- cuadrado ajustado.

P- VALUE R-CUADRADO AJUSTADO						
AFORE	Predictor	Coefficiente	Coefficiente de EE	T	P	R-cu ajustado
Banamex	Constante	27.1568	0.4864	55.84	0	89.90%
	Periodo	-4.1587	0.1206	-34.49	0	
Inbursa	Constante	20.6879	2438	84.86	0	95.10%
	Periodo	-3.07036	6044	-50.8	0	
Principal	Constante	25.2167	0.4544	55.49	0	89.40%
	Periodo	-3.7788	0.1127	-33.54	0	
GNP	Constante	25.9558	0.4803	54.04	0	89%
	Periodo	-3.9027	0.1191	-32.77	0	
SURA	Constante	25.8756	0.4764	54.31	0	88.60%
	Periodo	-3.805	0.1181	-32.21	0	
XXI BANORTE	Constante	25.6347	0.469	54.66	0	88.60%
	Periodo	-3.7381	0.1163	-32.15	0	

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2. DISTRIBUCIÓN DE LAS AFORES DE ACUERDO AL CICLO ECONÓMICO.

Para encontrar la distribución de probabilidad que describe a las variaciones de los rendimientos de las AFORES en cada etapa del ciclo económico se utilizó el software estadístico Statfit, el cual propone la distribución que mejor describe los datos comprobando las pruebas estadísticas mencionadas en el Capítulo III.

Con respecto a las etapas del ciclo económico todas las variaciones de los rendimientos de las AFORES presentaban una distribución LogNormal con los siguientes parámetros:

Tabla 4.2.1. Parámetros de la distribución LogNormal.

<b>AFORE</b>	<b>Etapas del Ciclo Económico</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Banamex</b>	Expansión	-1	-0.0127	0.054
	Desaceleración	-1	-0.023	0.0851
	Recesión	-1	-0.0138	0.0677
	Recuperación	-1	-0.029	0.0278
<b>Inbursa</b>	Expansión	-1	-0.0079	0.0119
	Desaceleración	-1	-0.0537	0.0137
	Recesión	-1	-0.0516	0.0169
	Recuperación	-1	-0.0147	0.015
<b>Principal</b>	Expansión	-1	-0.0119	0.0501
	Desaceleración	-1	-0.0139	0.0679
	Recesión	-1	-0.0768	0.0643
	Recuperación	-1	-0.0093	0.0243
<b>Profuturo GNP</b>	Expansión	-1	-0.0151	0.064
	Desaceleración	-1	-0.0178	0.0795
	Recesión	-1	-0.0202	0.0634
	Recuperación	-1	-0.0108	0.0275
<b>SURA</b>	Expansión	-1	-0.0113	0.05
	Desaceleración	-1	-0.0178	0.0783
	Recesión	-1	-0.0152	0.0604
	Recuperación	-1	-0.0998	0.0235
<b>XXI Banorte</b>	Expansión	-1	-0.0121	0.0462
	Desaceleración	-1	-0.0981	0.0628
	Recesión	-1	-0.0289	0.0513
	Recuperación	-1	-	0.0239

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3. MODELACIÓN DEL CICLO ECONÓMICO.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI proporciona información histórica del ciclo económico de México especificando la fase del ciclo por mes, se analizó y registró una base de datos (base que se encuentra en los anexos), la

cual está comprendida por información mensual que va de enero de 1980 a Junio de 2013 de las fases del ciclo económico del país,

Ya que la economía de México está en desarrollo, los cambios en el ciclo económico no se presentan en el orden esperado, Recuperación, Expansión, desaceleración y contracción, ya que éstos presentan cambios y retrocesos de tal forma que si se encuentra en una fase de recuperación puede volver a una fase de recesión o pueden existir cambios entre una fase de expansión a una fase de desaceleración tal como sucedió entre abril de 1990 y diciembre de 1994 donde las fases económicas oscilaban entre estas dos fases.

Por lo mencionado anteriormente, el ciclo económico es una variable que afecta directamente, dado a que hay una relación directa entre el ciclo económico del país y el rendimiento en el mercado accionario y éste a su vez relacionado con el rendimiento de la SIEFORE, esta variable es un gran candidato para el modelo propuesto.

Mediante el registro Histórico mencionado anteriormente, es posible calcular ciertas probabilidades de cambio de fase, es decir, se analiza la duración de la fase en meses y se registra la fase sucesora, con esto se estima una probabilidad condicional, dada cierta fase, ¿cuál sería la fase siguiente y que duración tendría?

Se registraron entre Enero de 1980 y Julio 2013 un total de 43 cambios de fase que se contabilizaron y de manera empírica dieron una probabilidad de cambio mostrada en la siguiente tabla:

$$\Pr(\text{Fase económica } x | \text{Fase económica } y) = \frac{\text{Total de cambios de fase } x \text{ a fase } y}{\text{Total de fases } y} \quad (4.1)$$

Tabla 4.3.1 Probabilidad condicional de cambio de fase económica

Cambios	Frecuencia cambios de fase	Condicionales	Probabilidad
01-feb	10	P(exp / des)	1
01-mar	0	P(exp / rec)	0
01-abr	0	P(exp / recup)	0
02-ene	4	P(des / exp)	0.4
02-mar	6	P(des / rec)	0.6
02-abr	0	P(des / recup)	0
03-ene	0	P(rec / exp)	0
03-feb	0	P(rec / des)	0
03-abr	11	P(rec / recuper)	1
04-ene	6	P(recup / exp)	0.5
04-feb	0	P(recup / des)	0
04-mar	6	P(recup / rec)	0.5

Fuente: Elaboración propia

Donde las fases están definidas como:

Fase 1: Expansión

Fase 2: Desaceleración

Fase 3: Recesión

Fase 4: Recuperación

Ya que la recesión es el punto más bajo del ciclo y la Expansión el pico más alto, estas dos fases solo tienen un cambio posible, recuperación y desaceleración respectivamente, por su parte una desaceleración y una recuperación están en un punto medio, por lo cual están comprendidas por dos posibilidades de cambio, una fase de desaceleración puede caer a una recesión o crecer y pasar a un periodo de expansión, sucediendo lo mismo en una fase de recuperación.

Una vez obtenidos los posibles cambios de fase, resta con encontrar la duración de estos, con una metodología similar al anterior se utilizó el registro de duración de cada fase;

$$\Pr(\text{Duración de la fase}) = \frac{\text{Número de casos que contiene n meses}}{\text{Total de casos}} \quad (4.2)$$

Tabla 4.3.2 Probabilidad de duración de una fase económica

Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4	
Duración	Probabilidad	Duración	Probabilidad	Duración	Probabilidad	Duración	Probabilidad
4	0.1754	1	0.179	4	0.155	4	0.558
8	0.3158	4	0.161	5	0.282	5	0.093
10	0.1228	5	0.143	7	0.338	8	0.081
11	0.2105	6	0.125	8	0.141	9	0.07
13	0.0702	7	0.107	9	0.042	11	0.116
16	0.0526	8	0.089	13	0.028	12	0.07
17	0.0351	12	0.143	14	0.014	21	0.012
26	0.0175	13	0.036				
		15	0.018				

Fuente: Elaboración propia

Una vez obteniendo estas probabilidades se procede a elaborar matrices de intervalos, en los cuales sus límites están dados por las probabilidades acumuladas de las calculadas anteriormente. Por ejemplo para la fase de expansión si el primer número aleatorio es .435 y el segundo número aleatorio es .789, el modelo arroja un cambio de fase de expansión a una desaceleración (recordar que en este caso sólo hay un posible cambio) y esta tendrá una duración de ocho meses como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 4.3.3 Intervalo para definir la duración de la fase económica desaceleración

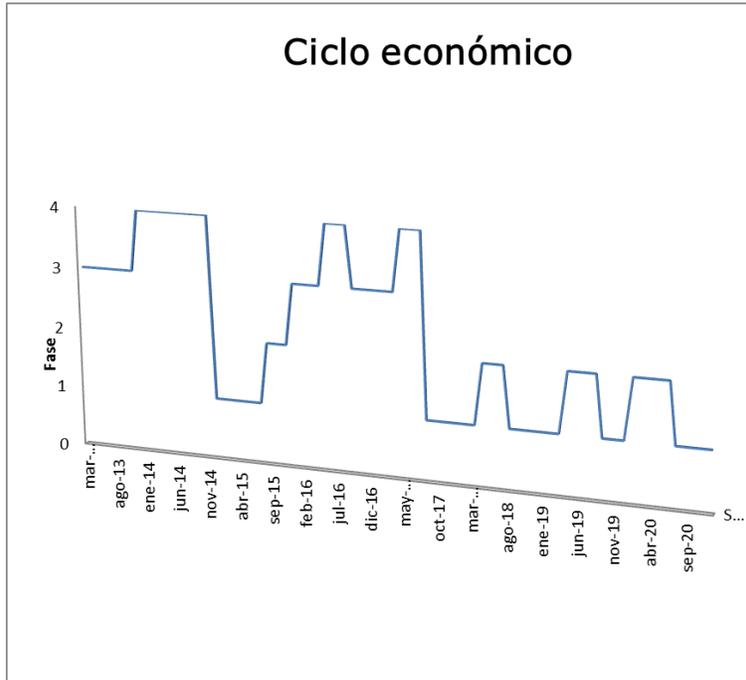
<b>Desaceleración</b>		
<b>Intervalo</b>		<b>Duración (meses)</b>
0	0.18	0-2
0.18	0.34	3-4
0.34	0.48	5
0.48	0.61	6
0.61	0.71	7
0.71	0.8	8
0.8	0.95	9-12
0.95	0.98	13-14
0.98	1	15

Fuente: Elaboración propia

Para el modelo del ciclo económico que es utilizado en la simulación, se calcularon intervalos definiendo sus límites con las probabilidades acumuladas resultantes de lo anterior, tanto para la fase económica, como para su duración, se calculan dos números aleatorios, ubicándolos en sus respectivos intervalos y arrojando un ciclo económico simulado que será de Julio del 2013 a Diciembre del 2020.

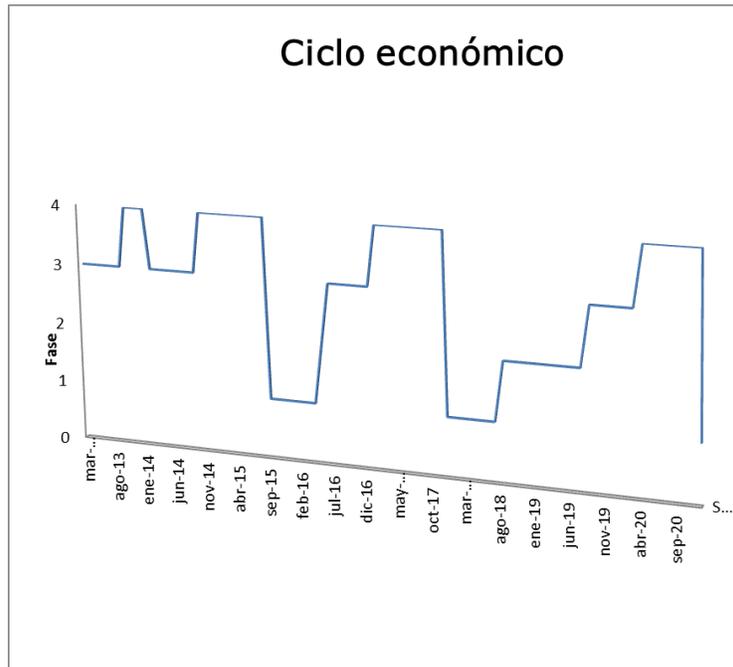
Par ilustrar lo antes mencionado, se muestran los gráficos de dos diferentes simulaciones de ciclo económico para el periodo 2013 a 2020.

Grafico 4.3.1 Primer ciclo económico simulado para el periodo 2013-2020



Fuente: Elaboración propia.

Grafico 4.3.2 Segundo Ciclo económico simulado para el periodo 2013-2020



Fuente: Elaboración propia.

Para ver la base de datos completa del cálculo de las probabilidades presentadas consulte el Anexo 4.

#### 4.4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.

El modelo tiene la siguiente expresión matemática:

$$\text{Rendimiento} = \mu (1 + \sigma) \quad (4.3)$$

Donde; la media ( $\mu$ ) viene dada por la tendencia obtenida en la regresión a ésta se le toma en cuenta la variación obtenida de las distribuciones con respecto a la modelación del ciclo económico ( $\sigma$ ). Modelo basado en la caminata aleatoria. (Venegas, 2006).

Tabla 4.4.1. Predicción.

Predicción						
Mes	Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo GNP	SURA	XXI Banorte
jul-13	6.79	5.64	6.66	6.87	7.26	7.25
ago-13	6.76	5.62	6.63	6.84	7.23	7.23
sep-13	7.81	9.82	6.60	6.81	7.20	7.29
oct-13	6.71	5.57	7.61	6.78	7.18	8.90
nov-13	6.67	5.55	9.02	6.76	7.15	7.15
dic-13	9.24	5.53	6.52	7.64	14.15	7.12
ene-14	6.61	5.51	6.49	6.70	7.09	7.09
feb-14	6.58	5.49	6.47	6.67	7.07	7.07
mar-14	7.20	5.46	6.44	6.64	7.04	7.04
abr-14	6.53	5.44	6.44	6.62	7.01	7.01
may-14	7.65	5.42	6.39	6.59	7.88	6.99
jun-14	6.47	5.40	6.36	6.56	6.96	6.96

jul-14	6.44	5.38	6.77	6.55	6.94	10.29
ago-14	6.41	6.38	6.31	6.51	6.91	6.91
sep-14	6.38	5.34	6.29	8.06	6.89	6.89
oct-14	6.36	5.32	6.26	6.46	7.12	6.86
nov-14	6.33	5.30	7.54	6.44	7.10	6.84
dic-14	6.30	5.28	6.21	6.41	6.81	6.81
ene-15	6.54	5.26	6.18	6.38	6.78	6.86
feb-15	6.25	5.24	6.16	6.36	6.77	6.76
mar-15	6.22	5.22	6.14	6.36	6.73	12.53
abr-15	6.19	5.20	6.11	7.51	6.71	6.71
may-15	6.17	5.18	6.09	6.28	6.69	6.77
jun-15	6.94	5.16	6.06	6.26	6.66	6.67
jul-15	6.11	5.14	6.69	6.23	6.64	6.64
ago-15	6.09	5.12	6.02	8.55	7.22	6.62
sep-15	6.07	5.10	5.99	7.51	6.64	10.37
oct-15	6.04	5.08	5.97	6.21	6.59	6.57
nov-15	6.01	5.06	5.95	6.13	6.54	6.55
dic-15	6.35	5.04	5.92	6.11	8.84	6.53
ene-16	5.96	5.05	5.90	9.05	6.50	6.50
feb-16	5.93	5.01	5.88	6.06	6.47	6.48
mar-16	5.91	4.99	5.85	6.04	6.45	6.46
abr-16	7.91	4.97	5.83	6.02	9.86	6.44
may-16	5.86	4.95	5.81	6.00	6.41	7.06
jun-16	5.93	4.93	5.79	5.97	6.38	6.39
jul-16	5.81	4.92	5.76	5.95	6.36	6.37
ago-16	5.79	4.90	5.74	7.36	6.34	6.35
sep-16	5.76	6.16	5.72	5.90	6.32	6.33
oct-16	5.74	4.86	5.70	5.88	6.30	6.31
nov-16	9.64	4.84	5.68	5.86	6.27	6.28
dic-16	5.69	4.83	5.66	5.84	6.25	6.26
ene-17	5.67	4.81	5.63	5.81	6.23	6.24
feb-17	5.64	4.79	5.61	5.79	6.21	6.22
mar-17	5.62	4.77	5.59	5.77	6.19	6.20
abr-17	5.63	4.76	5.57	5.75	6.17	6.19

may-17	5.57	4.74	7.71	5.73	6.15	6.16
jun-17	5.76	6.97	5.53	5.70	6.12	6.14
jul-17	5.53	4.71	5.51	5.68	6.10	6.12
ago-17	5.51	4.69	5.49	5.66	6.08	6.10
sep-17	5.48	4.67	8.55	5.64	6.06	6.08
oct-17	5.46	4.66	5.45	5.82	6.04	6.06
nov-17	5.44	4.64	5.43	5.60	6.02	6.04
dic-17	5.42	4.62	5.41	5.58	6.00	6.02
ene-18	5.39	4.61	5.39	5.56	5.98	6.00
feb-18	5.37	4.59	5.37	5.54	5.96	5.98
mar-18	5.35	4.58	5.35	5.52	5.94	5.96
abr-18	5.33	4.56	5.33	5.50	5.92	5.94
may-18	9.23	4.54	5.31	5.48	6.43	6.07
jun-18	5.29	4.53	5.29	7.07	11.74	5.90
jul-18	5.26	4.51	5.27	5.44	5.86	5.88
ago-18	5.24	4.50	5.25	5.42	5.84	5.86
sep-18	5.22	4.48	5.23	5.40	5.82	6.28
oct-18	6.14	4.47	6.52	5.38	5.80	5.82
nov-18	5.18	4.45	5.19	5.36	5.79	5.80
dic-18	5.16	4.43	5.17	5.34	8.56	5.78
ene-19	5.14	4.42	5.15	5.32	5.75	5.77
feb-19	5.12	4.40	5.13	5.30	5.73	5.75
mar-19	5.10	4.39	5.15	5.28	5.71	5.73
abr-19	5.08	5.72	5.10	5.26	5.69	5.73
may-19	5.06	4.36	5.08	5.24	5.67	5.69
jun-19	5.04	4.34	5.06	5.22	5.65	7.77
jul-19	5.02	4.33	5.50	5.21	7.08	5.66
ago-19	7.97	4.31	5.02	5.18	5.62	5.64
sep-19	4.98	7.90	5.69	5.16	5.60	5.62
oct-19	4.96	4.28	4.99	6.13	5.58	5.60
nov-19	5.28	4.27	4.97	5.13	5.60	5.58
dic-19	4.92	8.40	4.95	5.11	5.54	6.46
ene-20	4.90	4.24	4.93	5.12	5.61	8.41
feb-20	4.88	4.23	4.92	5.07	5.51	5.53

mar-20	4.86	4.21	4.90	5.05	5.50	6.62
abr-20	4.84	4.20	4.88	5.04	5.47	5.50
may-20	4.82	4.18	4.86	5.02	8.25	5.82
jun-20	4.80	4.17	4.85	5.00	5.44	5.46
jul-20	4.78	4.16	4.83	4.98	5.42	5.44
ago-20	5.06	4.14	4.81	4.96	5.40	5.43
sep-20	4.74	4.13	4.79	4.95	5.39	5.41
oct-20	4.72	4.11	4.78	4.93	5.37	5.39
nov-20	4.71	4.10	4.76	4.91	5.35	5.59
dic-20	4.69	4.09	4.74	4.89	5.34	5.36

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 SIMULACIÓN MONTE CARLO.

Para la simulación se realizaron 10,000 iteraciones para el promedio de los rendimientos de todo el periodo (julio 2013 - diciembre 2020) para la SB2, además se corrió la simulación para el año 2020 únicamente (SB2), los resultados de las simulaciones se presentan a continuación:

Tabla 4.5.1. Simulación Monte Carlo 2013-2020

2013-2020						
Estadísticas	Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo GNP	SURA	XXI Banorte
<b>Pruebas</b>	10000	10000	10000	10000	10000	10000
<b>Caso base</b>	5.89	4.84	5.95	5.96	6.51	6.51
<b>Media</b>	5.85	4.96	5.84	5.98	6.53	6.50
<b>Mediana</b>	5.84	4.95	5.83	5.97	6.52	6.49
<b>Desviación estándar</b>	0.07	0.08	0.08	0.06	0.11	0.10
<b>Varianza</b>	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
<b>Sesgo</b>	0.4198	0.5192	0.4582	0.3829	0.4060	0.3969
<b>Curtosis</b>	3.13	3.25	3.30	3.15	3.12	3.12
<b>Coefficiente de variación</b>	0.0115	0.0160	0.0132	0.0104	0.0172	0.0149
<b>Mínimo</b>	5.66	4.80	5.63	5.80	6.23	6.24
<b>Máximo</b>	6.20	5.36	6.23	6.23	7.06	6.92
<b>Ancho de rango</b>	0.53	0.56	0.59	0.43	0.83	0.68

Fuente: Elaboración Propia.

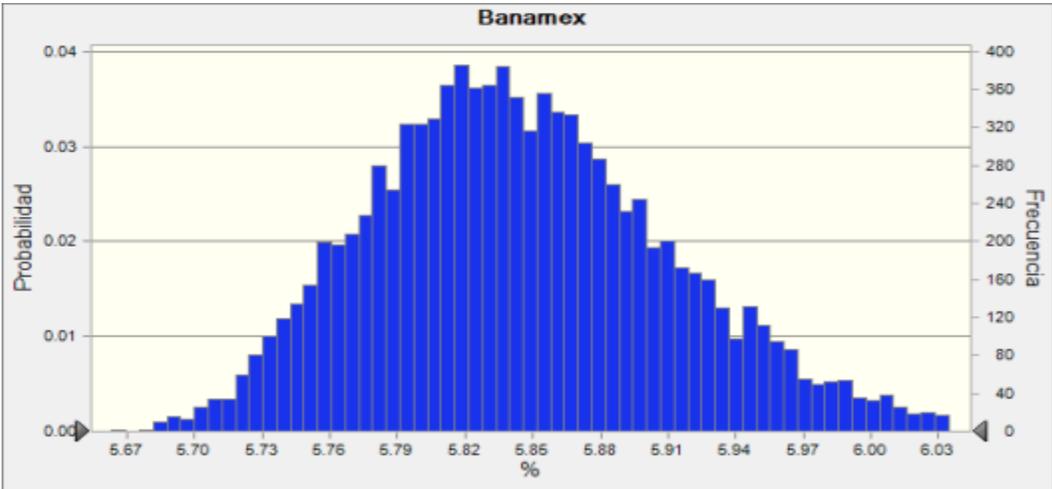
La tabla 4.5.1 muestra 10,000 iteraciones del promedio de los rendimientos desde julio de 2013 hasta diciembre de 2020 para las seis administradoras que forman parte del estudio.

Se observa que la media más baja de rendimientos después de 10,000 iteraciones es de Inbursa con 4.96%, mientras que, SURA tiene la mayor media con 6.53%; XXI Banorte presenta rendimientos similares a SURA. Para las administradoras restantes (Banamex, Principal, Profuturo GNP) los rendimientos no presentan grandes diferencias entre AFOREs.

Resulta importante mencionar que los rendimientos de la AFORE Inbursa están casi 1% debajo de las demás administradoras; históricamente esta tendencia se ha mantenido, los rendimientos de Inbursa siempre han sido los menores.

Las siguientes gráficas manifiestan el resultado de las 10,000 iteraciones del método Monte Carlo para cada administradora.

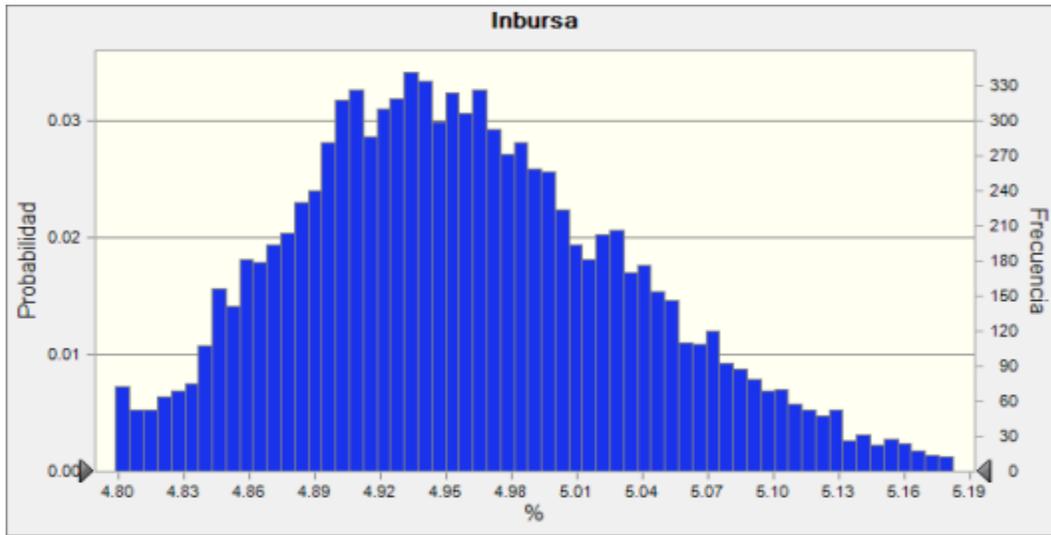
Gráfica 4.5.1. Banamex



Fuente: Elaboración propia Software Crystal Ball.

Se observa en la gráfica 4.5.1 para Banamex que el rango entre los que se encuentran los 10,000 posibles resultados de la simulación del promedio de los rendimientos del periodo julio 2013 – diciembre 2020, es de 5.67 a 6.03, y la media de los valores se encuentra en el 5.85% como se explicó en la tabla 4.5.1

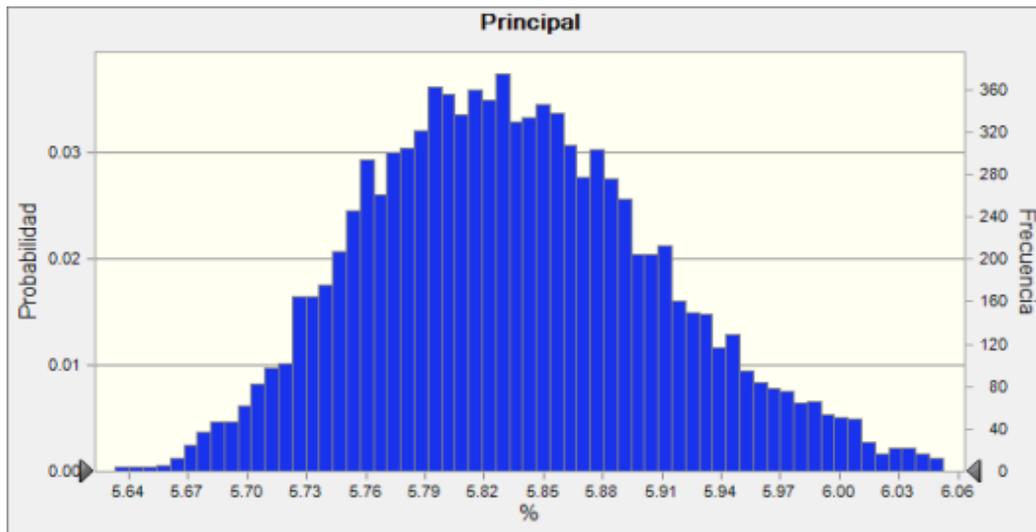
Gráfica 4.5.2. Inbursa



Fuente: Elaboración propia Software Crystal Ball.

Para Inbursa se puede notar que los datos tienen una concentración ligeramente cargada a la izquierda y que el rango se encuentra entre 4.80 y 5.19, Inbursa presenta los menores valores mínimos y máximos.

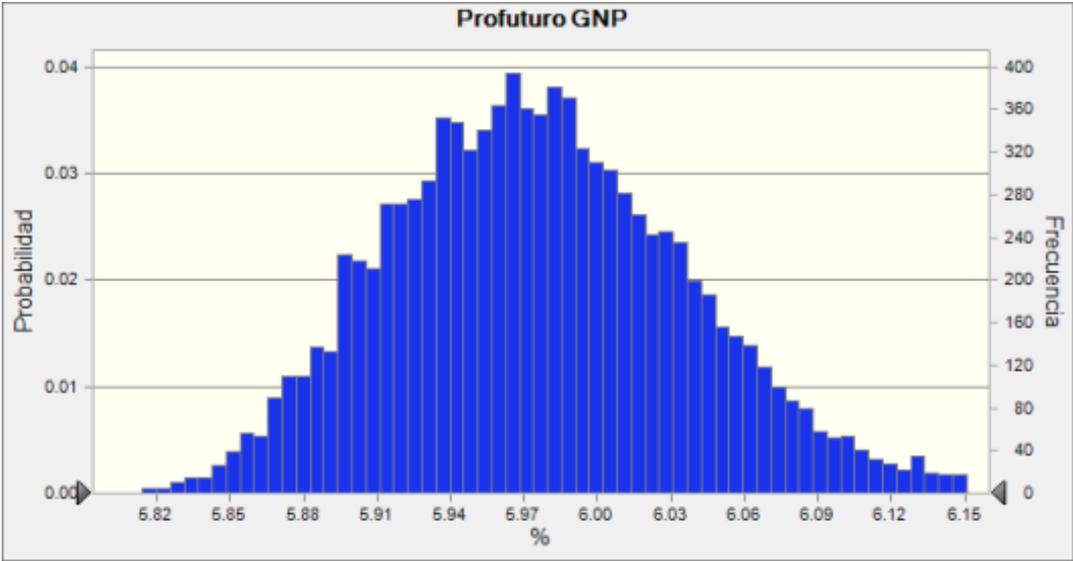
Gráfica 4.5.3. Principal



Fuente: Elaboración propia Software Crystal Ball.

En la gráfica 4.5.3 están representados los 10,000 escenarios posibles para el promedio de rendimientos del periodo julio 2013 – diciembre 2020 donde el rango de valores esta entre 5.64 y 6.06, y tiene la mayor curtosis.

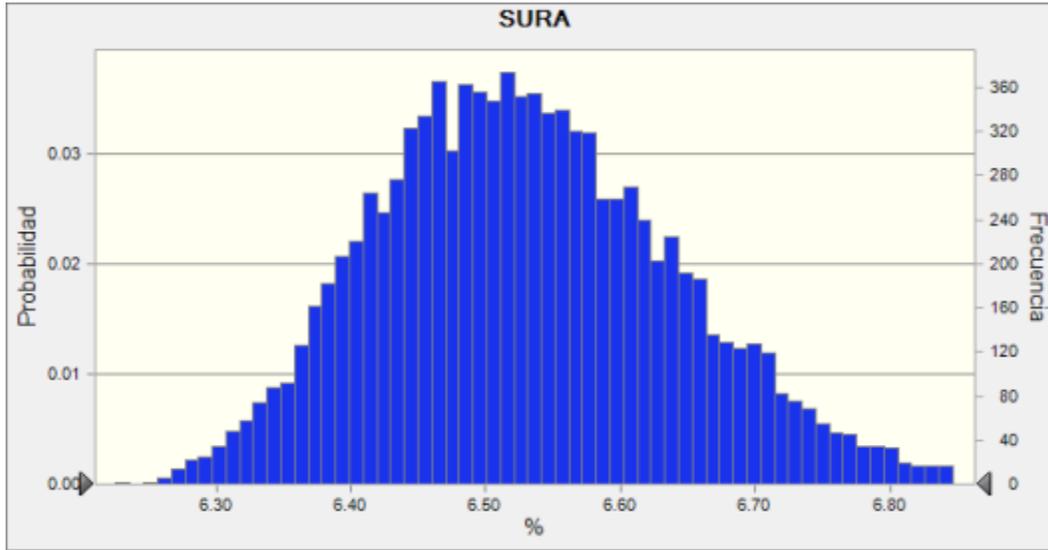
Gráfica 4.5.4. Profuturo GNP



Fuente: Elaboración propia Software Crystal Ball.

Profuturo GNP tiene el menor rango de valores entre las seis administradoras, dicho rango se encuentra entre 5.82 y 6.15, si bien, esta administradora no presenta los mayores rendimientos, presenta la menor desviación estándar junto con Banamex.

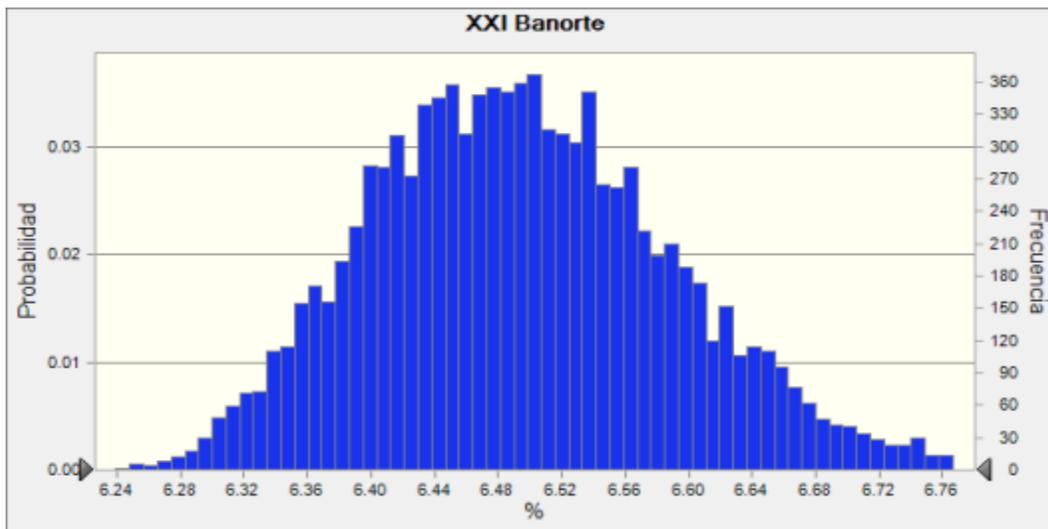
Gráfica 4.5.5. SURA



Fuente: Elaboración propia Software Crystal Ball.

SURA presenta el mayor máximo, sin embargo, es importante mencionar que también presenta el mayor rango que va 6.23 a 7.06, lo que conlleva a la mayor desviación estándar y por lo tanto el mayor riesgo.

Gráfica 4.5.6. XXI Banorte



Fuente: Elaboración propia Software Crystal Ball.

Para el gráfico 4.5.6, el cual muestra los rendimientos de XXI Banorte, el rango de los 10,000 posibles valores está entre 6.24 a 6.76. Esta administradora tiene la mayor cantidad de cuentas captadas para la SB2.

Los gráficos anteriores presentan una distribución normal de los resultados de las 10,000 iteraciones.

Tabla 4.5.2. Simulación del promedio de rendimientos para el año 2020.

2020						
Estadísticas	Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo GNP	SURA	XXI Banorte
<b>Pruebas</b>	10000	10000	10000	10000	10000	10000
<b>Caso base</b>	5.05	4.16	5.35	4.99	5.88	5.85
<b>Media</b>	4.96	4.33	5.06	5.14	5.73	5.69
<b>Mediana</b>	4.92	4.21	5.02	5.11	5.66	5.65
<b>Modo</b>	4.79	4.16	4.84	4.99	5.43	5.45
<b>Desviación estándar</b>	0.16	0.21	0.20	0.15	0.28	0.23
<b>Varianza</b>	0.03	0.04	0.04	0.02	0.08	0.05
<b>Sesgo</b>	1.20	1.36	1.06	1.08	1.06	1.01
<b>Curtosis</b>	4.59	4.82	4.18	4.01	3.96	3.79
<b>Coefficiente de variación</b>	0.0320	0.0482	0.0403	0.0284	0.0495	0.0407
<b>Mínimo</b>	4.79	4.16	4.84	4.99	5.43	5.45
<b>Máximo</b>	5.95	5.62	6.56	5.96	7.44	7.04
<b>Ancho de rango</b>	1.16	1.46	1.72	0.96	2.01	1.59

Fuente: Elaboración Propia.

Para el año 2020 en específico SURA presentó la media más alta e Inbursa la más baja, mismo caso que resultó para todo el periodo. Sin embargo, la brecha que existía entre Inbursa y las demás disminuye un poco para el año 2020. Existe una estadística muy importante para ambos casos, ya sea el periodo completo 2013-

2020 o para el año 2020, la desviación estándar de SURA es la más alta de todas las administradoras, lo que indica un ancho de rango mayor y una volatilidad mayor igual a riesgo mayor, esto quiere decir, que del valor de la media puede aumentar en promedio más que las demás, pero también disminuir un poco más. Las gráficas de la simulación del año 2020 se encuentran en el Anexo 3.

Las administradoras con menor volatilidad y comportamientos más estables son Banamex y Profuturo GNP.

Tabla 4.5.3. Rendimientos promedio por año

<b>AFORE</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Banamex</b>	6.66	6.39	6.01	5.72	5.43	5.23	4.96
<b>Inbursa</b>	5.48	5.41	5.09	4.89	4.58	4.51	4.33
<b>Principal</b>	6.51	6.29	6.04	5.79	5.38	5.21	5.06
<b>Profuturo GNP</b>	6.76	6.49	6.12	5.85	5.57	5.41	5.14
<b>SURA</b>	7.22	6.90	6.77	6.46	6.26	5.85	5.73
<b>XXI Banorte</b>	7.18	7.21	6.55	6.30	6.00	6.10	5.69

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.5.3 se muestra el promedio de los rendimientos de los 10,000 escenarios posibles por año, llama la atención que los únicos aumentos en los rendimientos se dan para XXI Banorte de 2014 a 2015 y de 2018 a 2019. No obstante, la mayor caída también es para XXI Banorte de 2015 a 2016. En general SURA presenta los mayores rendimientos e Inbursa los menores. SURA tuvo las mayores desviaciones estándar cada año, Banamex y Profuturo GNP se mantuvieron con las menores.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de pensiones mexicano se compone por diversas AFOREs que operan con las mismas reglas, pero ofrecen diferentes escenarios; por ello, es importante determinar cual tendrá el mejor rendimiento promedio para el año 2020. La simulación ofrece bases teóricas y estadísticas para un estudio cercano a la realidad del rendimiento de la SB2.

Se han cumplido los objetivos, ya que, se logró simular los rendimientos de la SIEFORE Básica 2 para 2020. Mientras que para los objetivos específicos, se consiguió describir las teorías que sustentan la presente investigación, abordar los principales conceptos de los modelos de simulación, analizar el sistema de las AFOREs y finalmente, realizar la simulación de los rendimientos de la SIEFORE Básica 2 para 2014.

De acuerdo con la presente investigación, se tiene suficiente información estadística para afirmar que se ha comprobado la hipótesis: “Es posible construir un modelo basado en simulación que permita medir los posibles rendimientos de la SIEFORE Básica 2 para el año 2020”. Ya que, la técnica de simulación de Monte Carlo resulta ser efectiva para estimar el rendimiento de la SB2, dado que el fondo de pensiones es una inversión a largo plazo, es práctico simular el rendimiento en diferentes escenarios posibles con variables que afecten directamente a dicho rendimiento, como es el caso del ciclo económico para México.

Es importante mencionar que cinco de las seis administradoras utilizadas para este estudio son las que han presentado los mejores rendimientos de entre las 12

administradores que actualmente constituyen el mercado, las cinco administradoras son: Banamex, Principal, Profuturo GNP, SURA y XXI Banorte. Históricamente, Inbursa presenta menores rendimientos que los presentados por las 12 administradoras.

Tomando en cuenta que XXI Banorte tiene el mayor número de cuentas de trabajadores para la SB2, y que entre las seis administradoras se encuentra el 76.1% de las cuentas de la SB2, de este trabajo se puede extraer información significativa para la toma de decisiones de los trabajadores.

Se debe mencionar que sin importar la fase económica del país los rendimientos tienden a decrecer con el tiempo, situación que refleja el hecho de que los fondos de pensiones son administrados por empresas privadas y que el rendimiento depende en gran medida como se administre, sin embargo el ciclo económico sigue influyendo en el impacto que este decrecimiento tiene sobre el rendimiento.

Desde la creación del mercado de las AFOREs los rendimientos tienen una tendencia a la baja, y recientemente han tenido minusvalías por lo que la expectativa para el año 2020 no es que repunten y que regresen a los rendimientos con los que comenzaron su operación. La AFORE que mostró los rendimientos más altos fue SURA con 6.53% en promedio, lo cual representa un buen porcentaje para 2020 dado que para la primera mitad de 2013 el rendimiento promedio fue de 7.44%, sin embargo, SURA tiene el mayor riesgo al tener la mayor desviación estándar. Banamex y Profuturo GNP tienen el menor riesgo, pero rendimientos menores.

Para el caso de Inbursa, resulta ser la AFORE con el rendimiento esperado más bajo, 4.96% en promedio durante el periodo 2013 a 2020 y un rendimiento de 4.33% para el año 2020.

En este estudio se consideró el rendimiento histórico neto, el cual ya incluye las comisiones, estas dependen de la administradora por lo cual pueden cambiar, y posiblemente llegar a otras conclusiones con dicho cambio, por lo que se deja abierta la investigación en caso de que estas aumenten o disminuyan de forma significativa.

Se ha propuesto en trabajos anteriores un cambio de reglamentación, el cual permita una mayor libertad de inversión a las SIEFOREs, como un mayor porcentaje de inversión en renta variable. Si esto es permitido, es posible que exista una notable diferencia en los rendimientos del modelo propuesto en esta investigación, incluso en otra SIEFORE con mayor libertad de inversión.

Una técnica de simulación permite extenderse a un periodo largo de tiempo para este caso se simuló hasta 2020, sin embargo, se recomienda en futuras aplicaciones de esta técnica, tomar en cuenta que el sistema de pensiones, en específico las administradoras de fondos están en constante cambio, por lo cual se invita a estudiar las AFOREs estables.

Para determinar los rendimientos de las administradoras de la SB2 se utilizó un modelo de simulación que incluye como variables, el rendimiento de las administradoras de los fondos inversión y el ciclo económico, este modelo puede incluir diversas variables, se deja el estudio para futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

AMAFORE, 2013. AMAFORE. [En línea] Available at: <http://www.amafore.org/>  
[Último acceso: 14 AGOSTO 2013].

Anáhuac, 2013. [En línea] Available at:  
<http://uva.anahuac.mx/content/catalogo/diplanes/modulos/mod27sumalicon.htm>  
[Último acceso: 15 Agosto 2013].

Ando, A., & Modigliani, F. (1963). *The life-cycle Hipotesis of Saving: Aggregate Implications and Tests*. American Economic Review.

Antón Sarabia, A. (02 de Agosto de 2011). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. [En línea].

Beveridge, W. (s.f.). *Las bases de la seguridad social (The Pillar of Security and War-Time Essays and Addresses)*(versión española de Teodoro Ortiz), México, FCE, 1944.

Beristain Iturbide, J. & Espíndola Flores, S., 2001. ITAM. [En línea]

Available at: [icpr.itam.mx/ss2/Beristain.doc](http://icpr.itam.mx/ss2/Beristain.doc). [Último acceso: 17 Septiembre 2013].

Branson, W. (1978). *Teoría y política macroeconómica*. Fondo de Cultura Económica.

CONSAR. (15 de Marzo de 2013). Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro: [http://www.consar.gob.mx/principal/estadisticas\\_sar.shtml](http://www.consar.gob.mx/principal/estadisticas_sar.shtml).

De Lara Haro, A. (2003). *Medición y control de riesgos financieros*. México: Limusa.

Doralicia, C., 2013. Memoria Política de México. [En línea] Available at: <http://memoriapoliticademexico.org/Efermerides/1/19011943.html> [Último acceso: 15 julio 2013].

Dupeyroux. (1993). Droit de la securité sociale. *Jean-aques*, 52.

Erquizio Espinal, A. (2007). Identificación de los ciclos económicos en México 1949 -2006. *Problemas del desarrollo, Revista latinoamericana de economía*.

Feldstein, M. (1974). *Social Security, Inducen Retirement, and Aggregate Capital Accumulation*. Journal of Polotical Economy.

Fiscal Escobar, D., & González López, R. A. (9 de Mayo de 2005). *Comparación de AFORES utilizando Probabilidad de Riesgo de Caída e Índices de Sharpe, Jensen y Treynor*. Obtenido de: Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla. Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lat/fiscal\\_e\\_d/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/fiscal_e_d/).

Flores Castillo, L. A. (Octubre de 2009). *Análisis Comparativo del Valor en Riesgo entre Administradoras de Fondos para el Retiro que Operan en México*. México.

Tesis IPN. Recuperado el 01 de Abril de 2013, de <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5635/1/ANALISISCOMPARATIVO.pdf>.

(García Villalón, J., & Martínez Barbeito, J. (s.f.). *Enfoques diferentes para medir valor en riesgo (VaR) y su comparación. Aplicaciones.*

García Dunna, E., Cardenas Barron, L. E. & García Reyes, H., 2006. *Simulación Y Análisis De Sistemas Con Promodel*. Primera Ed. Mexico: Pearson Educacion.

Hamdy, T., 1988. *Simulation Modeling and SIMNET*. Primera ed. New Jersey: Prentice Hall.

Herrera, C. (s.f.). *Rentabilidad de largo plazo y tasa de reemplazo en el sistema de pensiones de México.*

INDITEC, 2013. *INDITEC*. [En línea] Available at: <http://www.indetec.gob.mx/cnh/Interes/Deuda/Pensiones/capitulo5.pdf> [Último acceso: 08 JUNIO 2013].

Jorion, P. (1999). *Valor en riesgo, El nuevo Paradigma para el Control de Derivados*. México: Limusa.

Márquez Lizana, I. (2004). *Impacto de la Reforma Previsional de 1981 en los beneficios de los afiliados*. Santiago de Chile.

Munnell, A. (1987). *Aspectos Económicos de los planes privados de pensiones*. Madrid: Ministerio de trabajo y seguridad social.

Ochoa García, S. I. (2008). *El Modelo de Markowitz en la Teoría de Portafolios de Inversión*. México, D.F.

Rodríguez Macías, J. C. (1998). *El ahorro privado y el Sistema de Pensiones*. Tijuana.

Roger, K., 1990. *Planificación de sistemas educativos. Ideas básicas concretas*. segunda reimpresión ed. México: Trillas.

Sachs, J., & Larraín , F. (1994). *Macroeconomía en la economía global*. Prentice Hall Hispanoamericana.

Venegas Martínez, F., 2006. *Riesgos Financieros y Económicos*. Primera ed. México: Thomson.

## ANEXO 1. BASE DE DATOS SB2.

Contiene la base de datos extraída de la CONSAR la cual proporciona información histórica de los rendimientos de la SB2 para cada AFORE, en el periodo de Julio de 2002 a Junio del 2013.

Tabla A.1. SIEFORE Básica 2.

Fecha	Afirme Bajío	Azteca	Banamex	Bancomer	Coppel	Inbursa	Invercap	Metlife	Principal	Profuturo GNP	SURA	XXI Banorte
jul-02	N/A	N/A	20.67	20.67	N/A	16.84	N/A	N/A	19.68	20.36	20.41	19.91
ago-02	N/A	N/A	20.51	20.44	N/A	16.60	N/A	N/A	19.59	20.12	20.32	19.78
sep-02	N/A	N/A	19.99	19.66	N/A	16.19	N/A	N/A	19.13	19.62	19.83	19.45
oct-02	N/A	N/A	19.99	19.68	N/A	16.05	N/A	N/A	18.98	19.54	19.77	19.33
nov-02	N/A	N/A	20.02	19.74	N/A	15.89	N/A	N/A	18.99	19.54	19.73	19.34
dic-02	N/A	N/A	19.96	19.63	N/A	15.76	N/A	N/A	18.96	19.44	19.60	19.29
ene-03	N/A	N/A	19.49	19.18	N/A	15.40	N/A	N/A	18.51	19.03	19.18	18.91
feb-03	N/A	N/A	19.30	19.00	N/A	15.19	N/A	N/A	18.35	18.90	19.06	18.80
mar-03	N/A	N/A	19.36	19.07	N/A	15.05	N/A	N/A	18.42	18.78	19.10	18.83
abr-03	N/A	N/A	19.35	19.08	N/A	14.93	N/A	N/A	18.50	18.83	19.13	18.91
may-03	N/A	N/A	19.41	19.18	N/A	14.82	N/A	N/A	18.61	18.94	19.21	19.03
jun-03	N/A	N/A	19.39	19.12	N/A	14.68	N/A	N/A	18.56	18.98	19.20	19.05
jul-03	N/A	N/A	18.97	18.60	N/A	14.35	N/A	N/A	18.07	18.51	18.72	18.62
ago-03	N/A	N/A	19.06	18.68	N/A	14.33	N/A	N/A	18.10	18.62	18.83	18.72
sep-03	N/A	N/A	19.10	18.81	N/A	14.36	N/A	N/A	18.06	18.55	18.77	18.87
oct-03	N/A	N/A	18.46	18.09	N/A	13.79	N/A	N/A	17.48	17.92	18.10	18.23
nov-03	N/A	N/A	17.89	17.51	N/A	13.39	N/A	N/A	16.87	17.25	17.45	17.59
dic-03	N/A	N/A	17.08	16.58	N/A	12.73	N/A	N/A	16.06	16.32	16.62	16.72
ene-04	N/A	N/A	16.92	16.52	N/A	12.42	N/A	N/A	15.94	16.31	16.53	16.71
feb-04	N/A	N/A	16.29	15.94	N/A	11.93	N/A	N/A	15.30	15.64	15.92	16.06
mar-04	N/A	N/A	15.76	15.50	N/A	11.60	N/A	N/A	14.88	15.15	15.48	15.59
abr-04	N/A	N/A	14.92	14.96	N/A	11.37	N/A	N/A	14.30	14.45	14.89	14.99
may-04	N/A	N/A	14.62	14.58	N/A	11.19	N/A	N/A	13.92	14.04	14.55	14.63
jun-04	N/A	N/A	14.05	14.13	N/A	10.97	N/A	N/A	13.49	13.54	14.09	14.14
jul-04	N/A	N/A	13.95	13.97	N/A	10.83	N/A	N/A	13.34	13.39	13.92	14.00
ago-04	N/A	N/A	13.85	13.78	N/A	10.71	N/A	N/A	13.15	13.20	13.73	13.78
sep-04	N/A	N/A	13.82	13.62	N/A	10.56	N/A	N/A	13.01	13.12	13.57	13.63
oct-04	N/A	N/A	13.61	13.33	N/A	10.34	N/A	N/A	12.73	12.87	13.26	13.34
nov-04	N/A	N/A	13.12	12.85	N/A	10.05	N/A	N/A	12.30	12.43	12.81	12.89

dic-04	N/A	N/A	12.97	12.65	N/A	9.84	N/A	N/A	12.10	12.24	12.63	12.69
ene-05	N/A	N/A	12.64	12.43	N/A	9.65	N/A	N/A	11.91	11.97	12.42	12.48
feb-05	N/A	N/A	12.26	12.08	N/A	9.43	N/A	N/A	11.60	11.71	12.12	12.14
mar-05	N/A	N/A	11.88	11.83	N/A	9.30	N/A	N/A	11.31	11.34	11.86	11.88
abr-05	N/A	N/A	11.71	11.74	N/A	9.24	N/A	N/A	11.18	11.18	11.75	11.68
may-05	N/A	N/A	12.41	12.09	N/A	9.44	N/A	N/A	11.51	11.65	12.09	12.09
jun-05	N/A	N/A	12.53	12.07	N/A	9.42	N/A	N/A	11.50	11.76	12.12	12.10
jul-05	N/A	N/A	12.05	11.60	N/A	9.21	N/A	N/A	11.17	11.30	11.74	11.73
ago-05	N/A	N/A	12.19	11.60	N/A	9.22	N/A	N/A	11.24	11.48	11.81	11.82
sep-05	N/A	N/A	12.46	11.57	N/A	9.20	N/A	N/A	11.30	11.59	11.89	12.06
oct-05	N/A	N/A	12.21	11.49	N/A	9.12	N/A	N/A	11.13	11.29	11.71	11.87
nov-05	N/A	N/A	12.02	11.29	N/A	8.99	N/A	N/A	10.99	11.23	11.59	11.73
dic-05	N/A	N/A	12.11	11.23	N/A	8.90	N/A	N/A	11.02	11.42	11.58	11.80
ene-06	N/A	N/A	12.17	11.24	N/A	8.77	N/A	N/A	11.07	11.51	11.52	11.84
feb-06	N/A	N/A	12.13	11.14	N/A	8.68	N/A	N/A	11.06	11.47	11.50	11.85
mar-06	N/A	N/A	11.70	10.78	N/A	8.61	N/A	N/A	10.67	10.96	11.07	11.39
abr-06	N/A	N/A	11.36	10.50	N/A	8.40	N/A	N/A	10.34	10.66	10.77	11.09
may-06	N/A	N/A	10.42	9.64	N/A	8.13	N/A	N/A	9.49	9.82	9.93	10.22
jun-06	N/A	N/A	10.28	9.37	N/A	8.09	N/A	N/A	9.32	9.52	9.71	10.06
jul-06	N/A	N/A	10.52	9.65	N/A	8.21	N/A	N/A	9.61	9.86	10.05	10.34
ago-06	N/A	N/A	10.89	9.82	N/A	8.29	N/A	N/A	9.92	10.27	10.31	10.63
sep-06	N/A	N/A	11.10	9.95	N/A	8.33	N/A	N/A	10.17	10.55	10.47	10.82
oct-06	N/A	N/A	10.96	9.82	N/A	8.19	N/A	N/A	10.06	10.53	10.33	10.65
nov-06	N/A	N/A	10.99	9.84	N/A	8.16	N/A	N/A	10.15	10.74	10.45	10.75
dic-06	N/A	N/A	11.22	10.06	N/A	8.13	N/A	N/A	10.35	11.11	10.66	10.87
ene-07	N/A	N/A	10.51	9.38	N/A	8.06	N/A	N/A	9.75	10.40	10.05	10.30
feb-07	N/A	N/A	10.33	9.23	N/A	7.99	N/A	N/A	9.58	10.27	9.84	10.11
mar-07	N/A	N/A	10.97	9.81	N/A	8.08	N/A	N/A	10.10	10.93	10.40	10.59
abr-07	N/A	N/A	10.87	9.70	N/A	8.00	N/A	N/A	9.92	10.82	10.28	10.44
may-07	N/A	N/A	11.00	9.95	N/A	8.06	N/A	N/A	10.19	11.10	10.51	10.68
jun-07	N/A	N/A	11.02	9.94	N/A	8.09	N/A	N/A	10.13	10.95	10.48	10.70
jul-07	N/A	N/A	10.93	9.88	N/A	8.11	N/A	N/A	10.06	10.86	10.42	10.65
ago-07	N/A	N/A	10.54	9.40	N/A	8.11	N/A	N/A	9.67	10.40	10.10	10.24
sep-07	N/A	N/A	10.82	9.57	N/A	8.14	N/A	N/A	9.95	10.60	10.47	10.44
oct-07	N/A	N/A	11.02	9.65	N/A	8.07	N/A	N/A	10.08	10.69	10.56	10.49
nov-07	N/A	N/A	10.35	9.06	N/A	7.98	N/A	N/A	9.47	10.00	9.98	9.90
dic-07	N/A	N/A	10.03	8.82	N/A	7.89	N/A	N/A	9.17	9.77	9.64	9.55
ene-08	N/A	N/A	10.20	9.03	N/A	7.86	N/A	N/A	9.51	10.05	9.99	9.91
feb-08	N/A	N/A	10.42	9.16	N/A	7.89	N/A	N/A	9.67	10.23	10.13	10.00
mar-08	N/A	8.39	10.06	8.86	N/A	7.81	N/A	N/A	9.45	10.04	9.88	9.82
abr-08	N/A	7.87	9.44	8.18	N/A	7.66	N/A	N/A	8.73	9.31	9.22	9.05
may-08	N/A	7.56	9.27	7.81	N/A	7.60	N/A	N/A	8.35	8.81	8.97	8.67
jun-08	N/A	6.46	7.90	6.50	N/A	7.33	N/A	N/A	6.93	7.10	7.37	7.22

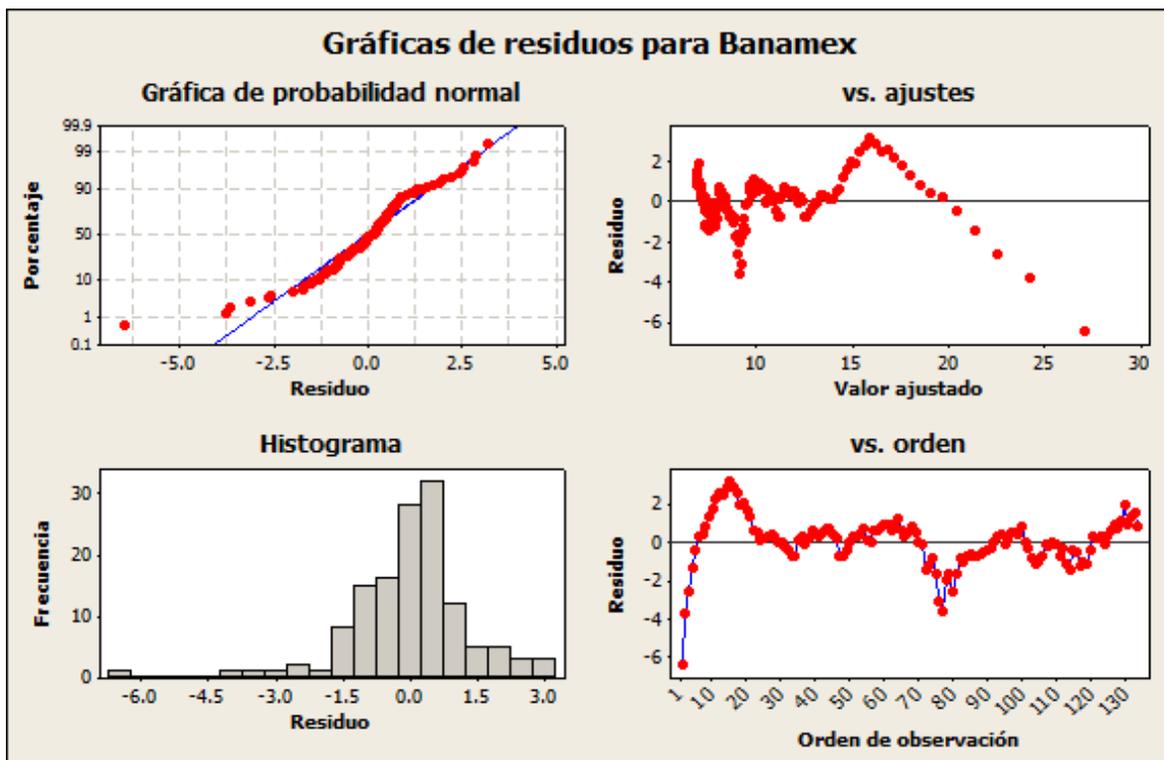
jul-08	N/A	6.76	8.05	6.86	N/A	7.29	N/A	N/A	7.32	7.48	7.88	7.57
ago-08	N/A	7.19	8.38	7.15	N/A	7.36	N/A	N/A	7.67	7.82	8.32	7.96
sep-08	N/A	6.81	7.50	6.52	N/A	7.27	N/A	N/A	7.08	7.28	7.55	7.50
oct-08	N/A	6.14	6.02	5.48	N/A	7.32	N/A	N/A	6.36	6.32	6.46	6.93
nov-08	N/A	5.67	5.45	4.83	N/A	7.21	N/A	N/A	5.87	5.73	5.94	6.48
dic-08	N/A	6.91	7.05	6.21	N/A	7.50	N/A	N/A	6.96	7.15	7.36	7.72
ene-09	N/A	6.78	7.32	6.29	N/A	7.33	N/A	N/A	6.87	7.14	7.51	7.72
feb-09	N/A	5.90	6.30	5.08	N/A	7.20	N/A	N/A	6.03	6.08	6.46	6.86
mar-09	N/A	6.60	7.16	5.99	N/A	7.30	N/A	N/A	6.76	6.87	7.37	7.58
abr-09	N/A	7.14	7.97	6.55	N/A	7.44	N/A	N/A	7.42	7.56	8.07	8.25
may-09	N/A	6.82	7.73	6.19	N/A	7.48	N/A	N/A	7.07	7.47	7.85	8.08
jun-09	N/A	6.68	7.96	6.22	N/A	7.49	N/A	N/A	7.19	7.51	8.01	8.22
jul-09	N/A	6.84	7.99	6.40	N/A	7.55	N/A	N/A	7.37	7.80	8.15	8.33
ago-09	N/A	6.87	7.86	6.45	N/A	7.54	N/A	N/A	7.43	7.96	8.13	8.27
sep-09	N/A	7.09	7.86	6.62	N/A	7.53	N/A	N/A	7.60	7.95	8.33	8.37
oct-09	N/A	7.14	7.84	6.68	N/A	7.46	N/A	N/A	7.60	7.96	8.36	8.30
nov-09	N/A	7.28	7.99	6.86	N/A	7.45	N/A	N/A	7.84	8.13	8.52	8.48
dic-09	N/A	7.33	8.01	6.90	N/A	7.42	N/A	N/A	7.79	8.29	8.52	8.39
ene-10	N/A	7.24	8.02	6.81	N/A	7.33	N/A	N/A	7.75	8.21	8.42	8.38
feb-10	N/A	7.40	8.28	7.13	N/A	7.31	8.42	7.98	8.05	8.49	8.71	8.68
mar-10	N/A	7.51	8.56	7.26	N/A	7.26	8.70	8.03	8.19	8.70	8.92	8.82
abr-10	N/A	7.60	8.64	7.30	N/A	7.15	9.00	8.11	8.32	8.76	9.02	9.06
may-10	N/A	7.36	8.03	7.10	N/A	7.00	8.52	7.81	8.04	8.35	8.70	8.80
jun-10	N/A	7.60	8.26	7.49	N/A	6.96	8.91	8.10	8.36	8.65	8.97	9.00
jul-10	N/A	7.91	8.62	7.94	N/A	6.94	9.25	8.58	8.72	9.17	9.25	9.28
ago-10	N/A	7.78	8.52	7.87	N/A	6.82	8.78	8.35	8.47	8.93	9.10	9.10
sep-10	N/A	7.92	8.44	8.17	N/A	6.76	8.73	8.50	8.72	9.23	9.28	9.12
oct-10	N/A	8.11	8.77	8.47	N/A	6.78	9.08	8.98	9.06	9.74	9.56	9.47
nov-10	N/A	7.32	7.97	7.42	N/A	6.65	7.94	7.82	8.19	8.52	8.57	8.58
dic-10	7.42	7.06	7.58	7.28	N/A	6.56	7.62	7.47	7.91	8.15	8.39	8.25
ene-11	7.05	6.58	6.99	6.75	N/A	6.40	6.88	7.10	7.33	7.46	7.88	7.77
feb-11	6.83	6.15	6.63	6.41	N/A	6.33	6.33	6.69	6.97	7.13	7.55	7.36
mar-11	6.70	6.34	6.74	6.44	N/A	6.28	6.73	7.13	7.07	7.26	7.62	7.53
abr-11	7.01	6.64	6.98	6.74	6.97	6.23	7.04	7.42	7.37	7.69	7.97	7.76
may-11	7.09	7.02	7.60	7.28	6.97	6.15	7.81	8.06	7.89	8.22	8.53	8.35
jun-11	6.95	6.99	7.48	7.24	6.91	6.12	7.69	8.08	7.81	8.13	8.42	8.29
jul-11	7.15	7.05	7.60	7.31	6.94	6.02	7.39	7.92	7.90	8.14	8.40	8.27
ago-11	7.31	7.42	7.42	7.39	6.74	5.95	7.47	7.81	7.78	7.80	8.23	8.31
sep-11	6.76	6.95	6.82	6.82	6.36	5.80	6.86	7.16	7.30	6.93	7.60	7.67
oct-11	6.98	7.04	7.16	7.20	6.61	6.01	7.19	7.54	7.72	7.39	7.97	8.04
nov-11	6.40	6.51	6.37	6.37	6.00	5.84	6.15	6.68	6.91	6.33	7.06	7.25
dic-11	5.95	6.21	5.97	5.96	5.70	5.82	5.74	6.18	6.59	5.91	6.76	6.98
ene-12	6.61	6.91	6.99	6.92	6.11	5.81	6.82	7.15	7.44	6.88	7.79	7.82

<b>feb-12</b>	6.35	6.76	6.82	6.69	6.00	5.76	6.69	6.93	7.31	6.72	7.69	7.67
<b>mar-12</b>	5.83	6.08	6.09	5.98	5.56	5.67	5.89	6.33	6.73	5.93	7.04	7.15
<b>abr-12</b>	5.91	6.18	6.21	6.09	5.55	5.70	6.01	6.36	6.87	6.03	7.12	7.24
<b>may-12</b>	5.94	6.02	6.07	5.79	5.31	5.65	5.40	6.04	6.52	5.70	6.81	6.92
<b>jun-12</b>	6.24	6.63	6.76	6.54	5.62	5.71	6.05	6.73	7.17	6.61	7.55	7.57
<b>jul-12</b>	6.36	6.97	7.44	7.24	5.82	5.71	6.67	7.32	7.84	7.42	8.29	8.14
<b>ago-12</b>	6.45	6.90	7.34	7.22	5.78	5.63	6.78	7.22	7.81	7.40	8.20	8.13
<b>sep-12</b>	6.53	6.96	7.44	7.49	5.92	5.62	6.90	7.27	7.85	7.59	8.28	8.25
<b>oct-12</b>	6.27	6.77	7.01	7.18	5.66	5.57	6.45	6.91	7.47	7.25	7.94	7.90
<b>nov-12</b>	6.45	7.04	7.31	7.40	5.74	5.54	6.85	7.14	7.76	7.57	8.21	8.22
<b>dic-12</b>	6.73	7.26	7.60	7.68	6.03	5.53	7.34	7.47	8.11	7.84	8.68	8.60
<b>ene-13</b>	6.43	7.35	7.86	7.94	6.14	5.58	7.37	7.65	8.15	7.93	8.77	8.71
<b>feb-13</b>	6.31	7.24	7.67	7.74	6.09	5.44	7.07	7.40	7.96	7.66	8.63	8.58
<b>mar-13</b>	6.35	7.14	8.02	N/A	6.19	5.42	7.24	7.61	8.08	7.84	8.86	8.77
<b>abr-13</b>	6.73	7.83	8.83	N/A	6.76	5.41	8.29	8.42	8.94	8.69	9.63	9.64
<b>may-13</b>	5.89	7.51	7.80	N/A	6.04	5.50	6.86	7.57	7.54	7.96	8.77	8.72
<b>jun-13</b>	5.82	7.75	8.12	N/A	6.06	5.74	7.10	7.75	7.75	8.56	9.34	9.08
<b>jul-13</b>	5.82	7.54	8.29	N/A	6.13	5.83	6.95	7.86	7.63	8.44	9.23	9.04
<b>ago-13</b>	5.28	6.81	7.57	N/A	5.63	5.72	5.99	7.22	6.88	7.85	8.49	8.25

Fuente: CONSAR (2013)

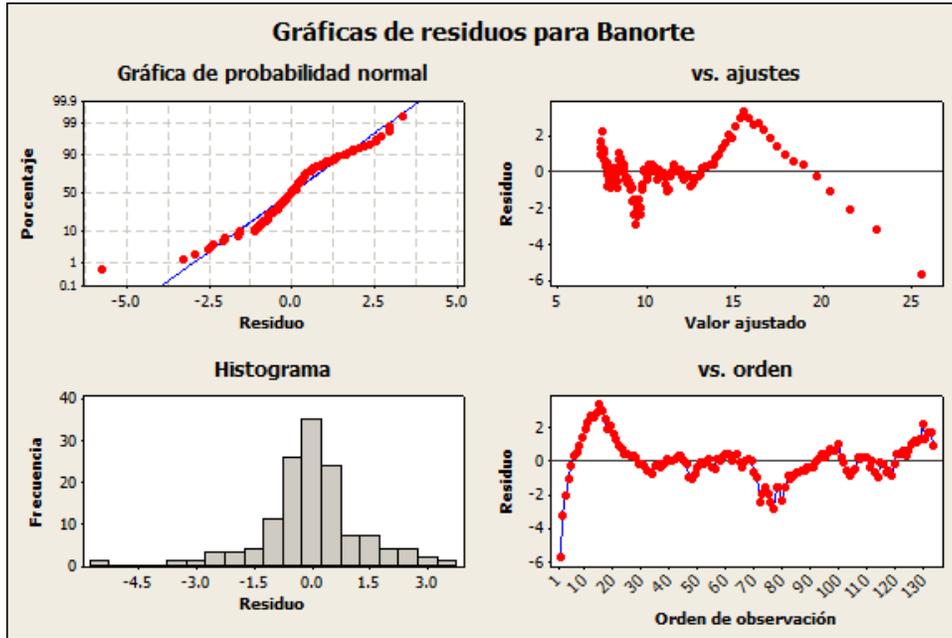
## ANEXO 2. COMPROBACIÓN DE SUPUESTOS DE LA REGRESIÓN

Gráfico A2.1. Gráficas de residuos para Banamex



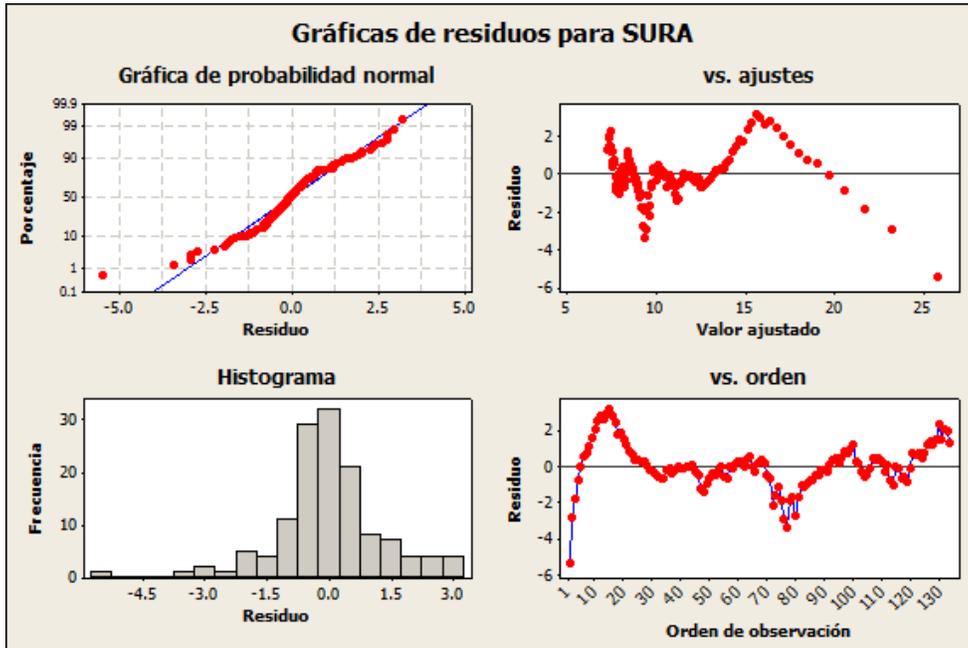
Fuente: Elaboración Propia Software Minitab

Gráfico A2.2. Gráficas de residuos para Banorte



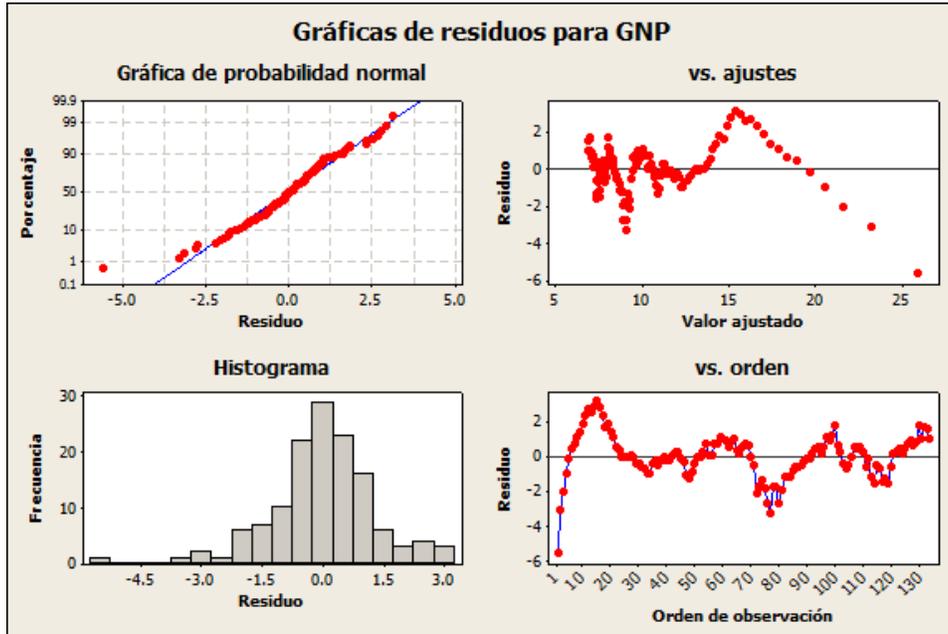
Fuente: Elaboración Propia Software Minitab

Gráfico A2.3. Gráficas de residuos para SURA



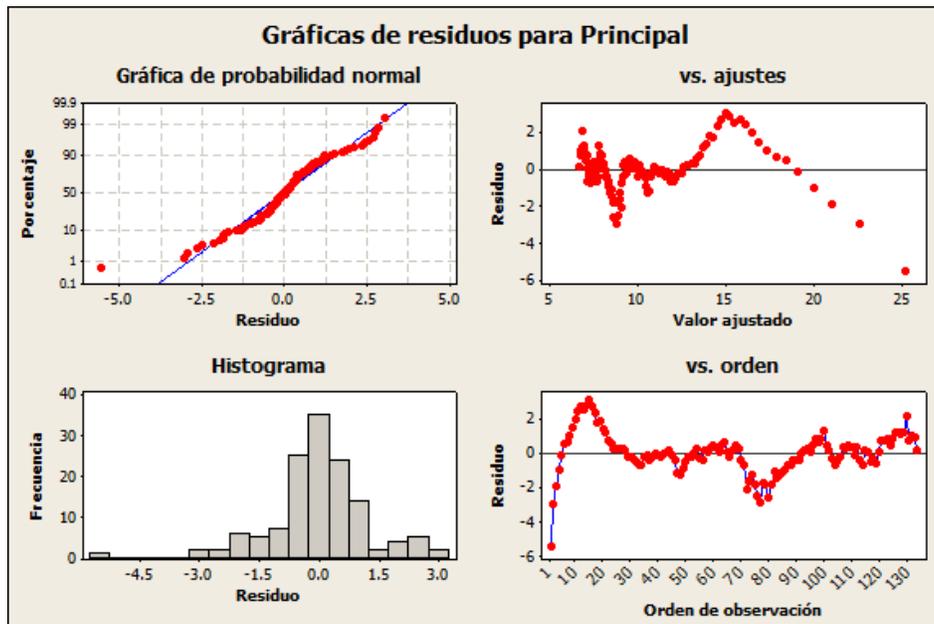
Fuente: Elaboración Propia Software Minitab

Gráfico A2.4. Gráficas de residuos para GNP



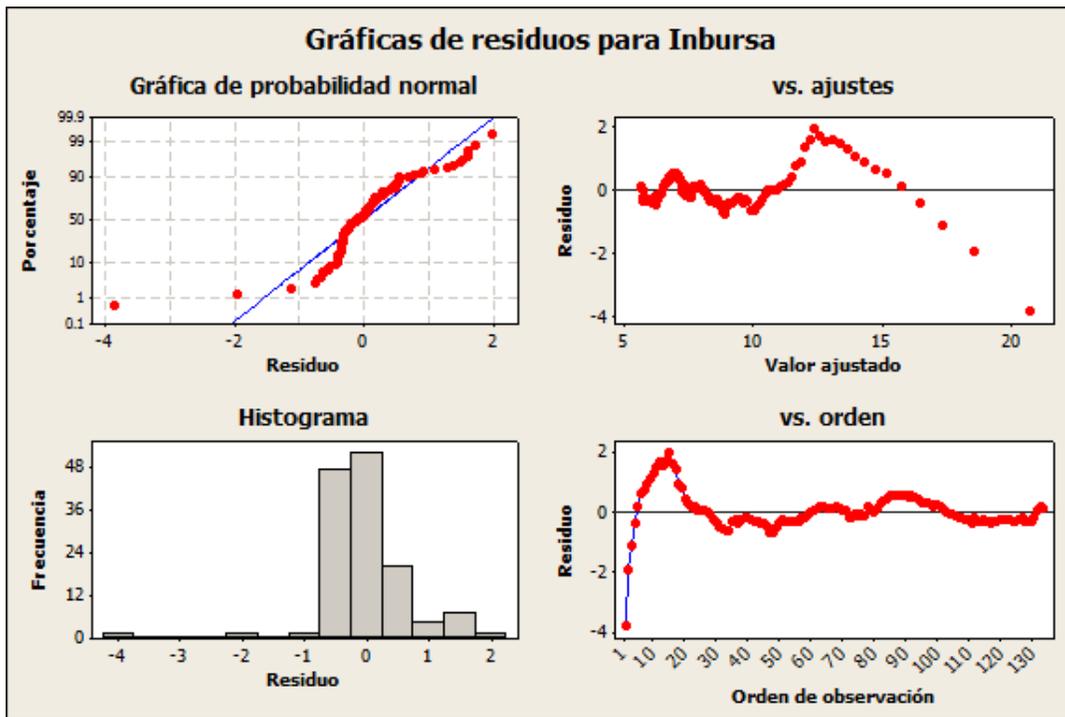
Fuente: Elaboración Propia Software Minitab

Gráfico A2.5. Gráficas de residuos para Principal



Fuente: Elaboración Propia Software Minitab

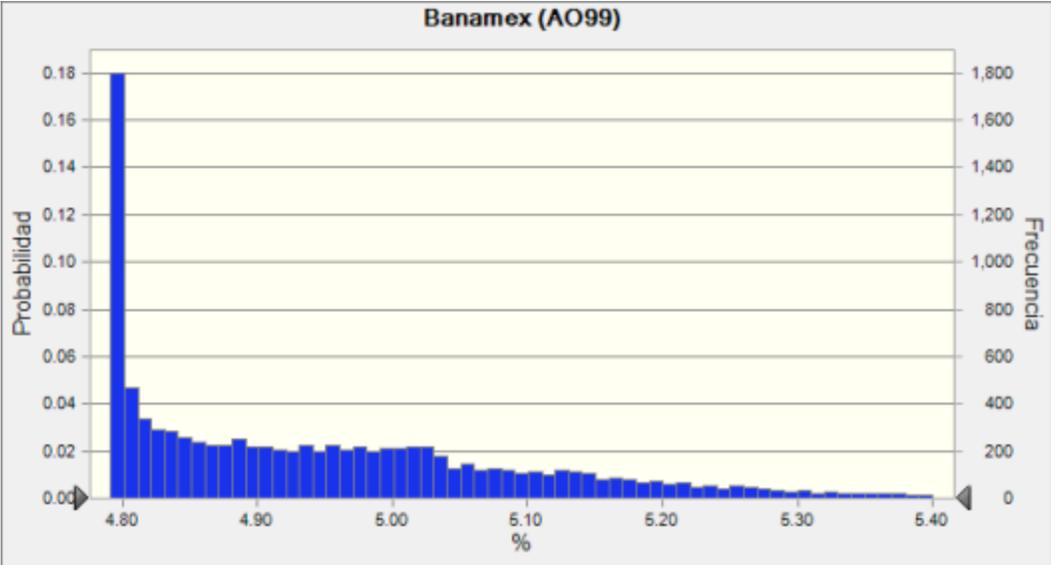
Gráfico A2.6. Gráficas de residuos para Inbursa



Fuente: Elaboración Propia Software Minitab

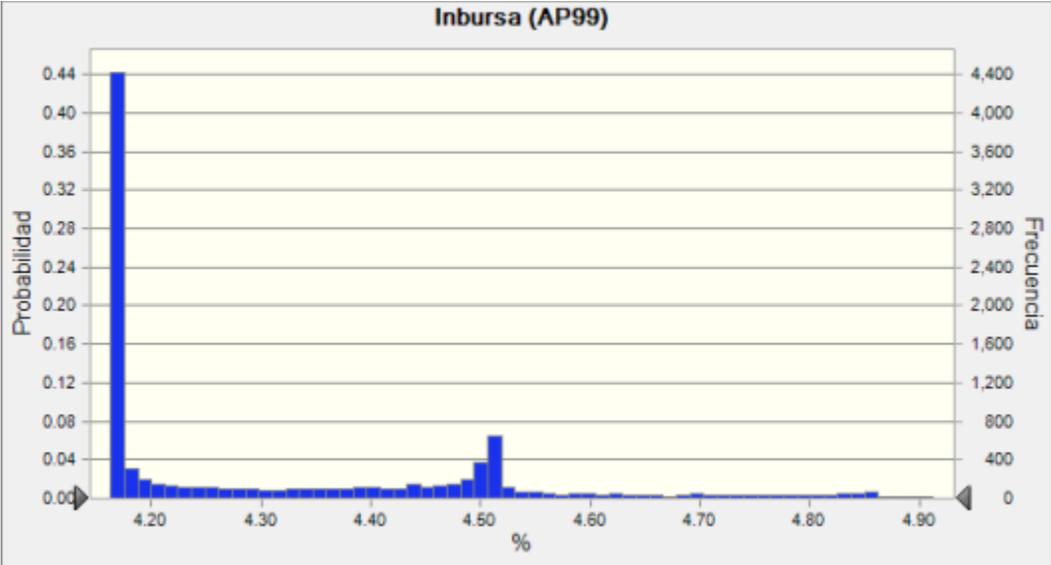
# ANEXO 3. GRÁFICAS DE SIMULACIÓN PARA EL AÑO 2020.

Gráfico A3.1. Simulación 2020 Banamex



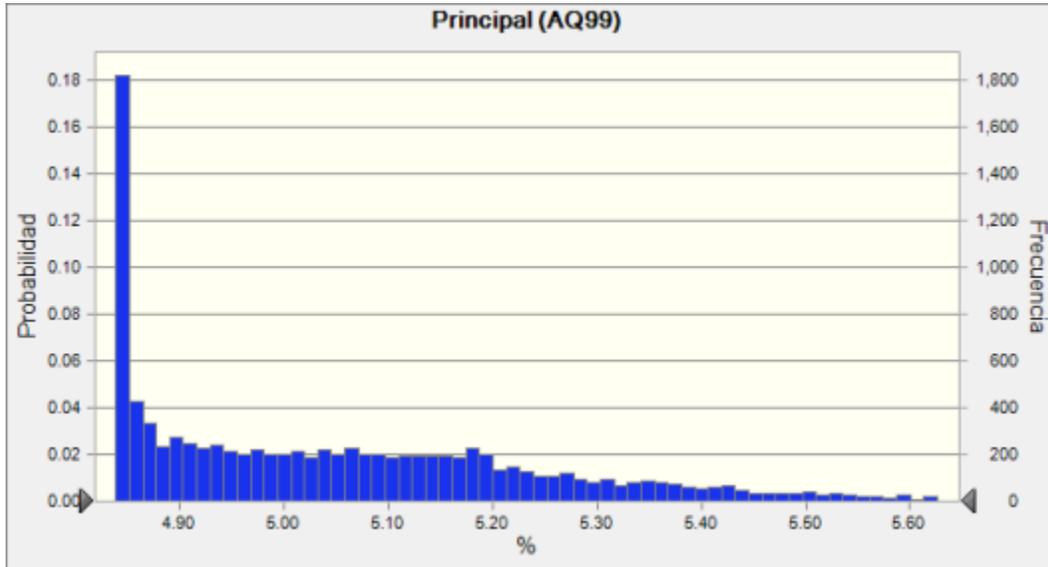
Fuente: Elaboración Propia Software Crystal Ball

Gráfico A3.2. Simulación 2020 Inbursa



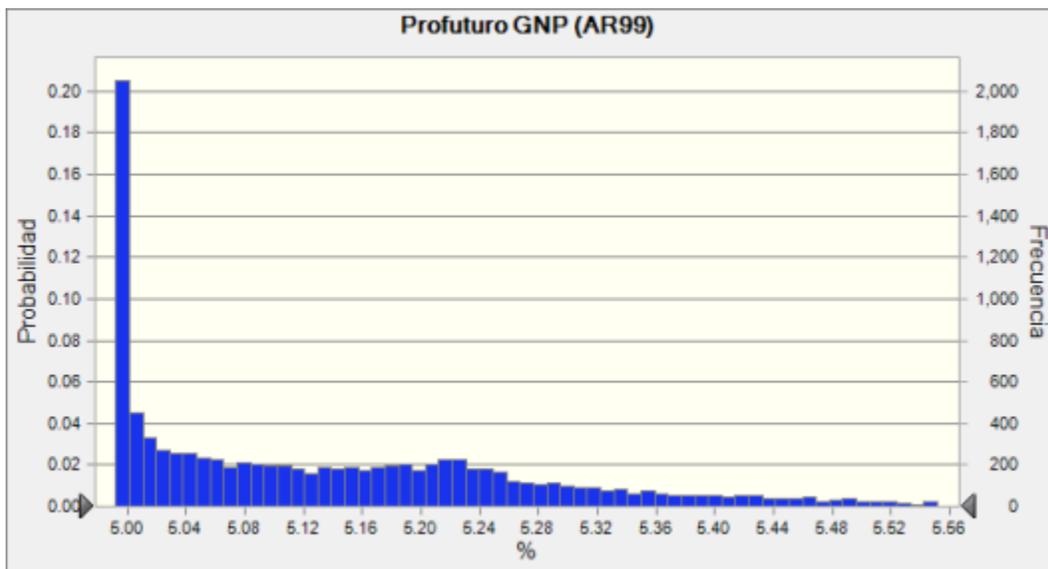
Fuente: Elaboración Propia Software Crystal Ball

Gráfico A3.3. Simulación 2020 Principal



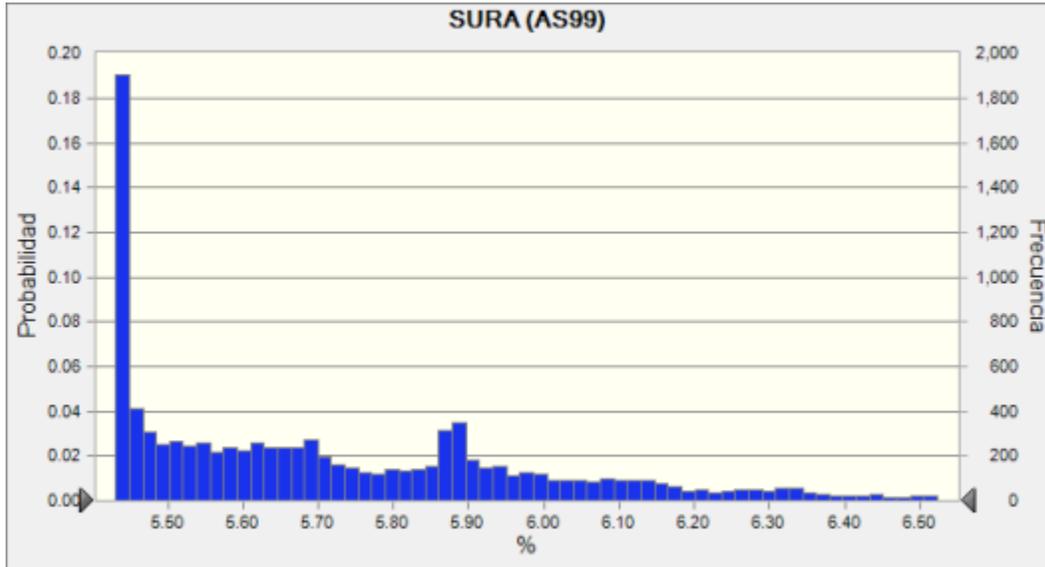
Fuente: Elaboración Propia Software Crystal Ball

Gráfico A3.4. Simulación 2020 Profuturo GNP



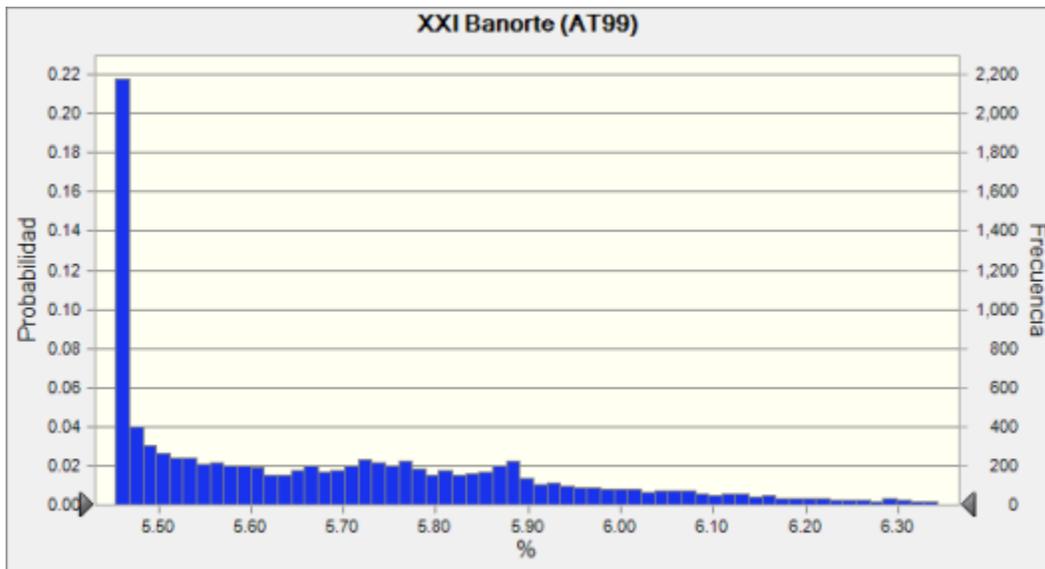
Fuente: Elaboración Propia Software Crystal Ball

Gráfico A3.5. Simulación 2020 SURA



Fuente: Elaboración Propia Software Crystal Ball

Gráfico A3.6. Simulación 2020 XXI Banorte



Fuente: Elaboración Propia Software Crystal Ball

## ANEXO 4. CICLO ECONÓMICO.

GUIA	
Expansión	1
Desaceleración	2
Recesión	3
Recuperación	4

Tabla A.4.1 Fase ciclo económico simulado de México 1980-1990

FASE DEL CICLO ECONÓMICO PARA MÉXICO 1980 -1990											
MES/AÑO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
enero	4	1	2	3	4	1	2	4	3	4	4
febrero	4	1	2	3	4	1	2	4	3	4	4
marzo	4	1	2	3	4	1	3	4	3	4	4
abril	4	1	2	3	1	1	3	4	3	4	1
mayo	4	1	2	3	1	1	3	4	3	4	1
junio	4	1	2	3	1	1	3	4	3	4	1
julio	4	1	2	4	1	1	3	4	3	3	1
agosto	4	1	2	4	1	2	3	4	4	3	1
septiembre	4	1	2	4	1	2	3	4	4	3	1
octubre	4	1	2	4	1	2	3	4	4	3	1
noviembre	4	2	3	4	1	2	4	3	4	3	1
diciembre	1	2	3	4	1	2	4	3	4	4	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla A.4.2 Fase ciclo económico simulado de México 1991-2000

FASE DEL CICLO ECONÓMICO PARA MÉXICO 1991 -2000										
MES/AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Enero	1	1	2	1	3	4	4	1	2	1
febrero	1	1	2	1	3	4	4	1	2	1
marzo	1	1	2	1	3	4	4	1	2	1
abril	1	1	2	1	3	4	4	2	2	1
mayo	1	1	2	1	3	4	1	2	2	1
junio	2	2	1	1	3	4	1	2	2	1
julio	2	2	1	1	3	4	1	2	1	1
agosto	2	2	1	1	4	4	1	2	1	2
septiembre	2	2	1	2	4	4	1	2	1	2
octubre	1	2	2	2	4	4	1	2	1	2
noviembre	1	2	1	2	4	4	1	2	1	2
diciembre	1	2	1	2	4	4	1	2	1	2

Fuente: Elaboración propia

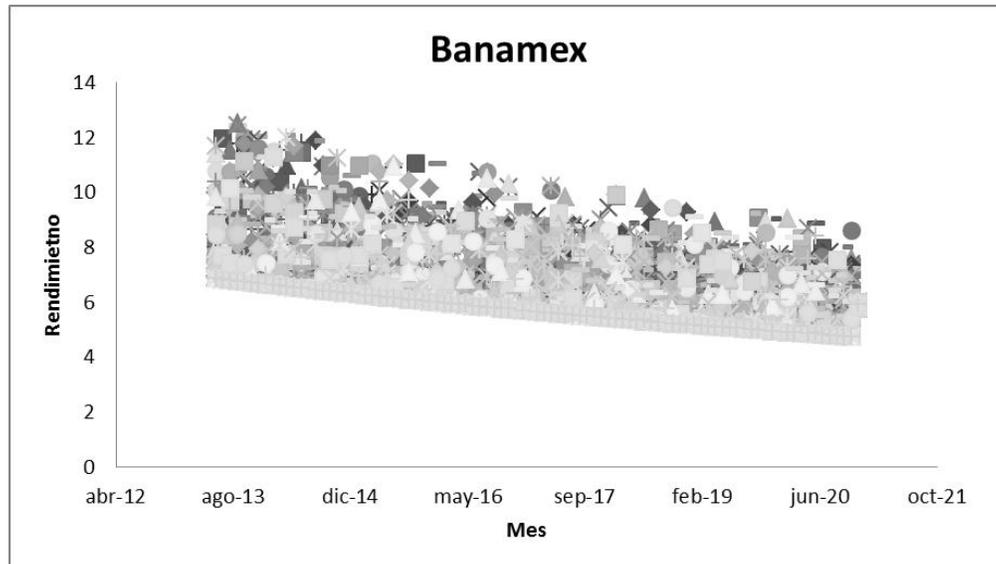
Tabla A.4.3 Fase ciclo económico simulado de México 2001-2013

FASE DEL CICLO ECONÓMICO PARA MÉXICO 2001 -2013													
MES/AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
enero	2	3	3	4	4	1	1	1	3	4	1	1	2
febrero	2	3	3	4	3	1	1	1	3	4	1	1	2
marzo	2	3	3	4	3	1	1	1	3	4	1	1	2
abril	2	4	3	4	3	1	1	1	3	4	1	1	3
mayo	2	4	3	3	3	1	1	2	3	4	1	1	3
junio	2	4	3	3	3	1	1	2	4	1	1	1	3
julio	2	4	3	3	4	2	1	2	4	1	1	1	
agosto	2	3	3	3	4	2	1	2	4	1	1	2	
septiembre	3	3	4	4	4	2	1	2	4	1	1	2	
octubre	3	3	4	4	4	2	1	2	4	1	1	2	
noviembre	3	3	4	4	1	2	1	3	4	1	1	2	
diciembre	3	3	4	4	1	1	1	3	4	1	1	2	

Fuente: Elaboración propia

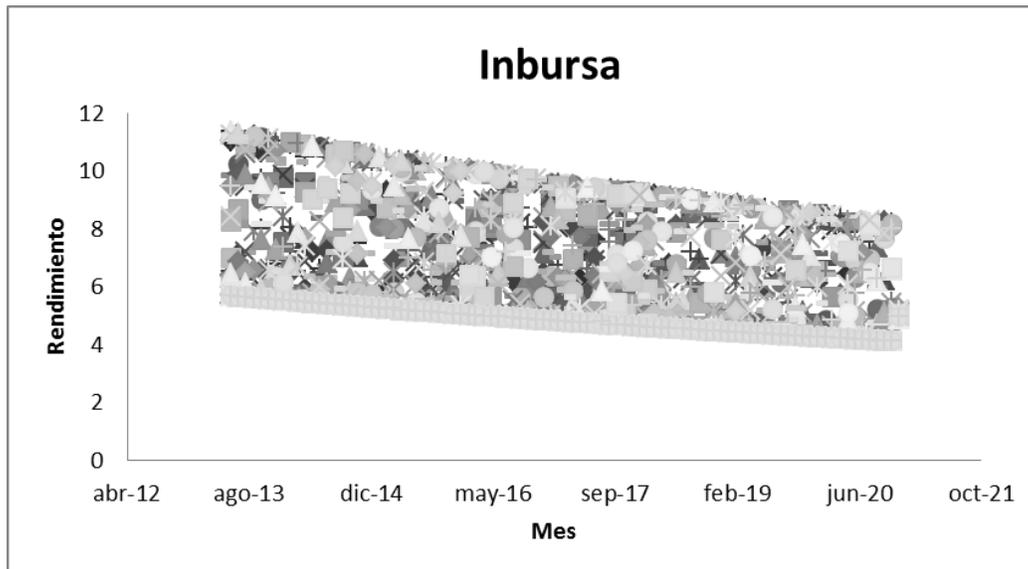
## ANEXO 5. GRÁFICOS Y REPLICAS DE SIMULACIONES.

Gráfico A.5.1 Simulaciones de rendimientos de Banamex para el periodo 2013-2020



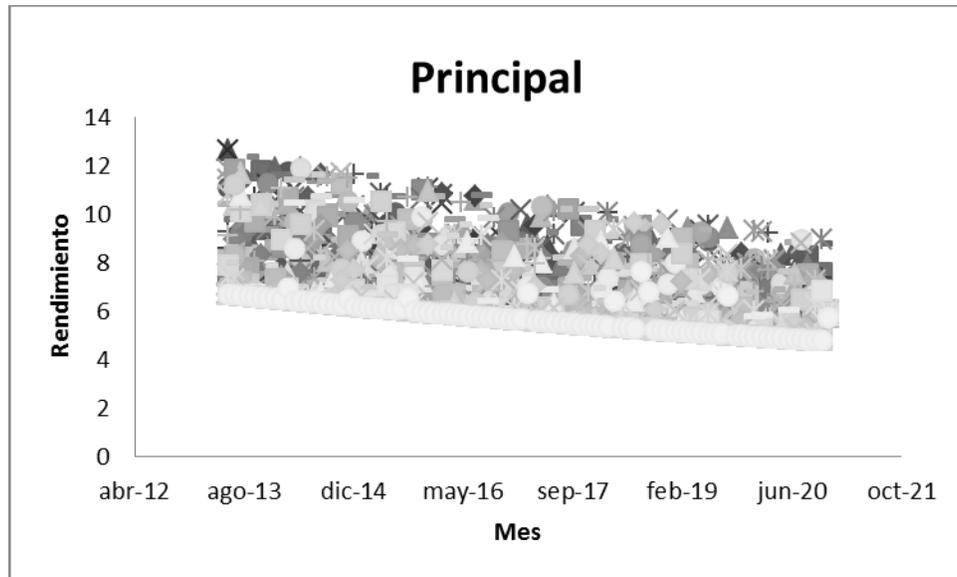
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.2 Simulaciones de rendimientos de Inbursa para el periodo 2013-2020



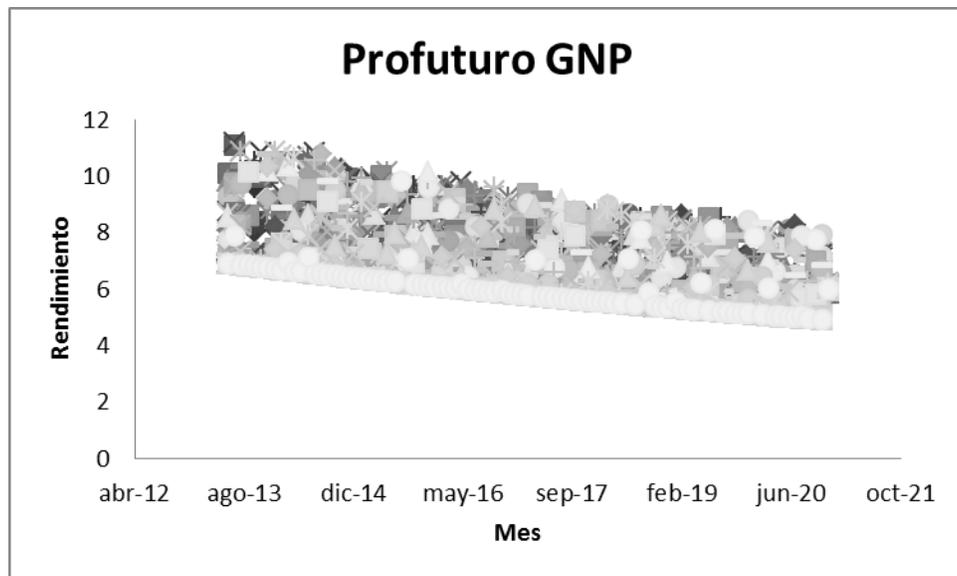
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.3 Simulaciones de rendimientos de Principal para el periodo 2013-2020



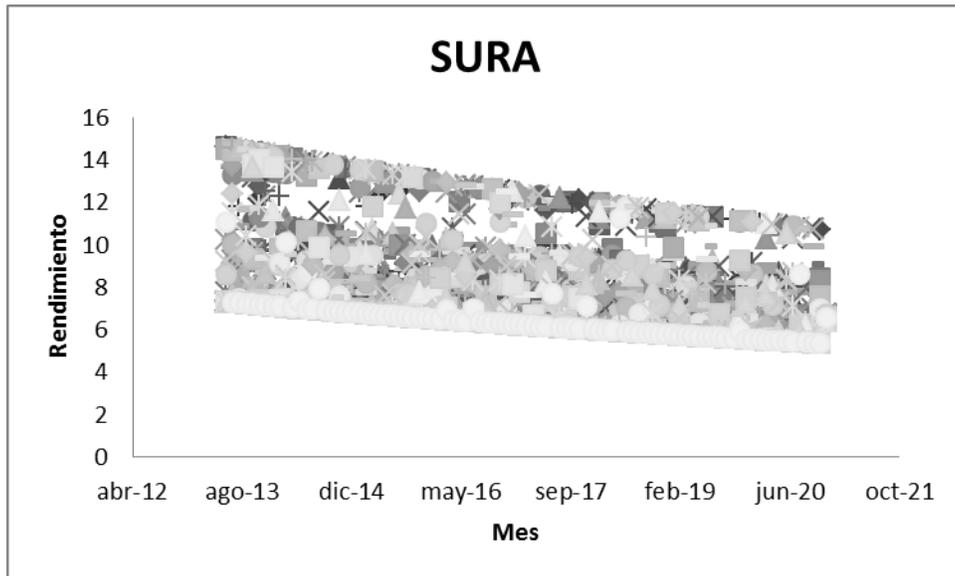
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.4 Simulaciones de rendimientos de Profuturo GNP para el periodo 2013-2020



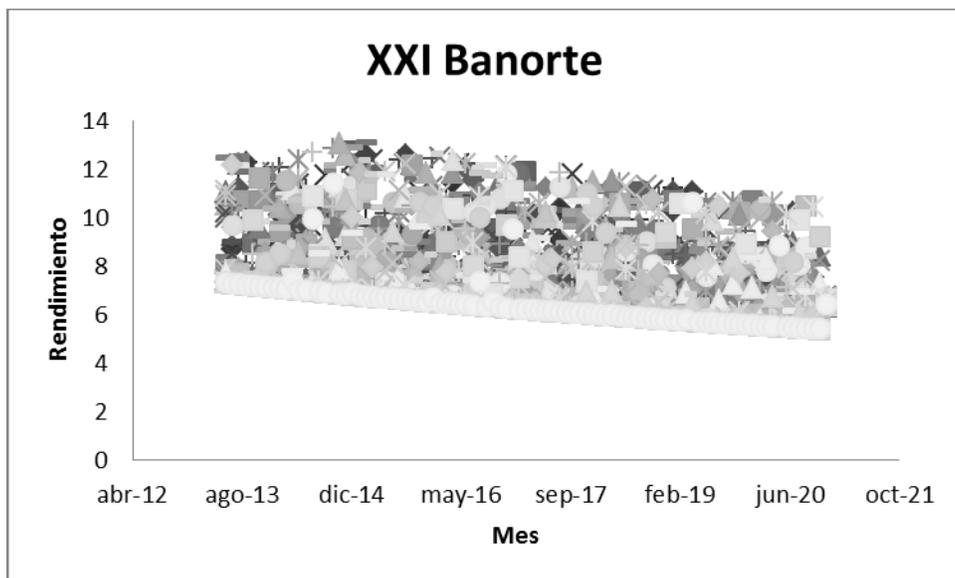
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.5 Simulaciones de rendimientos de SURA para el periodo 2013-2020



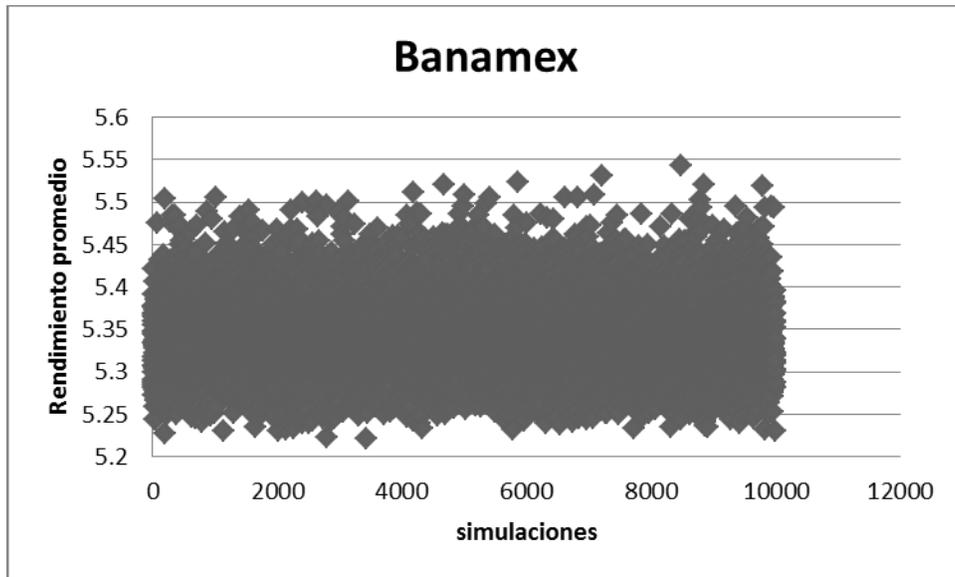
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.6 Simulaciones de rendimientos de Banorte para el periodo 2013-2020



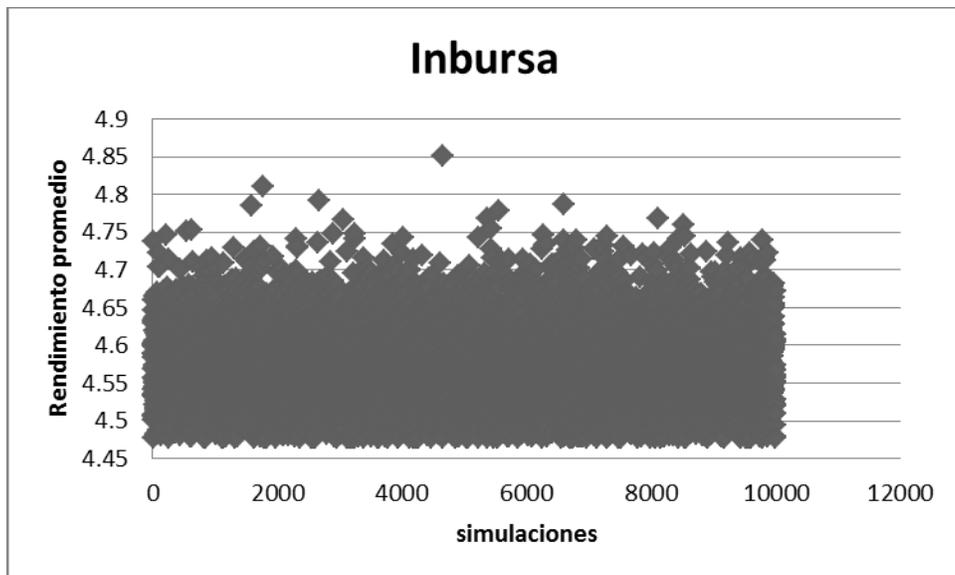
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.7. 10,000 simulaciones del promedio de rendimiento de Banamex para el periodo 2013-2020



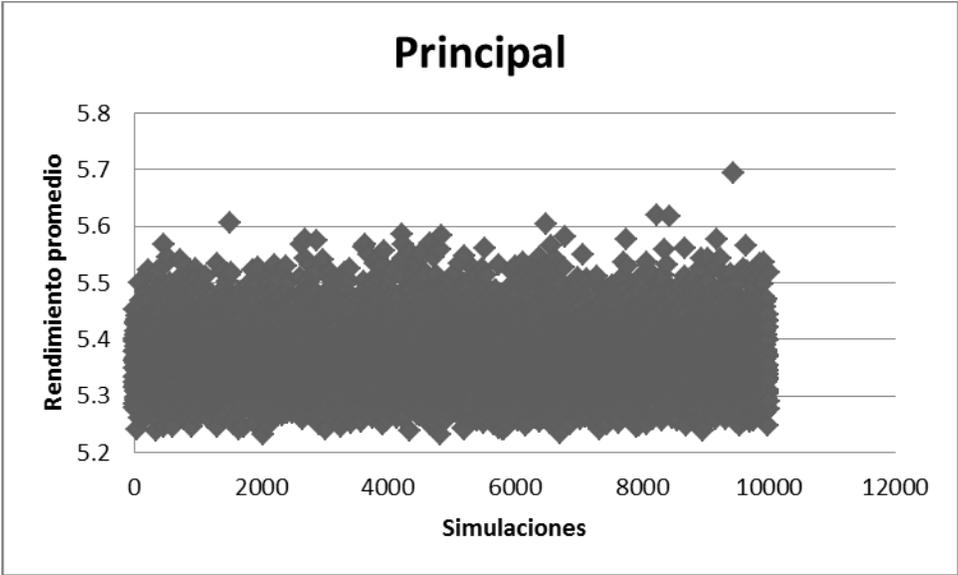
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.8. 10,000 simulaciones del promedio de rendimiento de Inbursa para el periodo 2013-2020



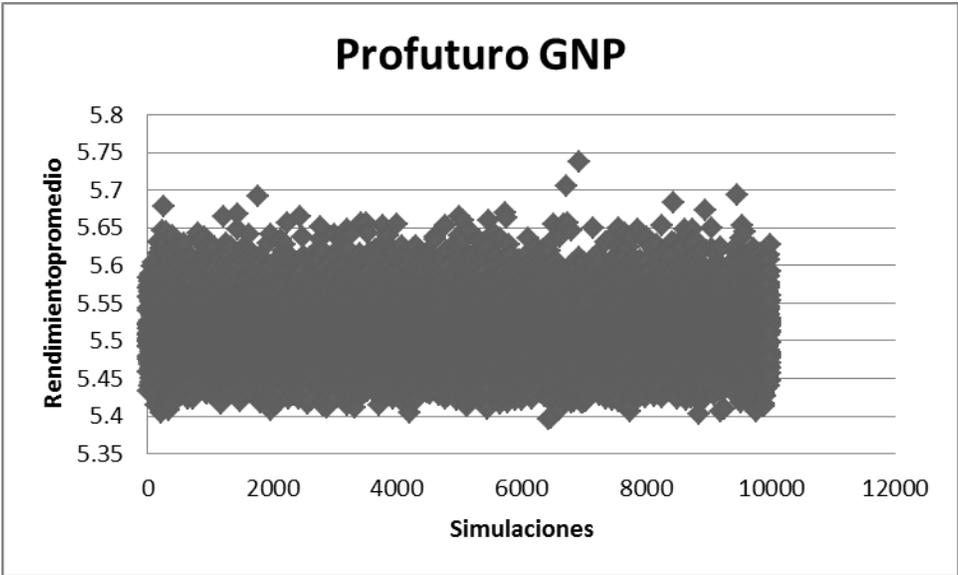
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.9. 10,000 simulaciones del promedio de rendimiento de Principal para el periodo 2013-2020



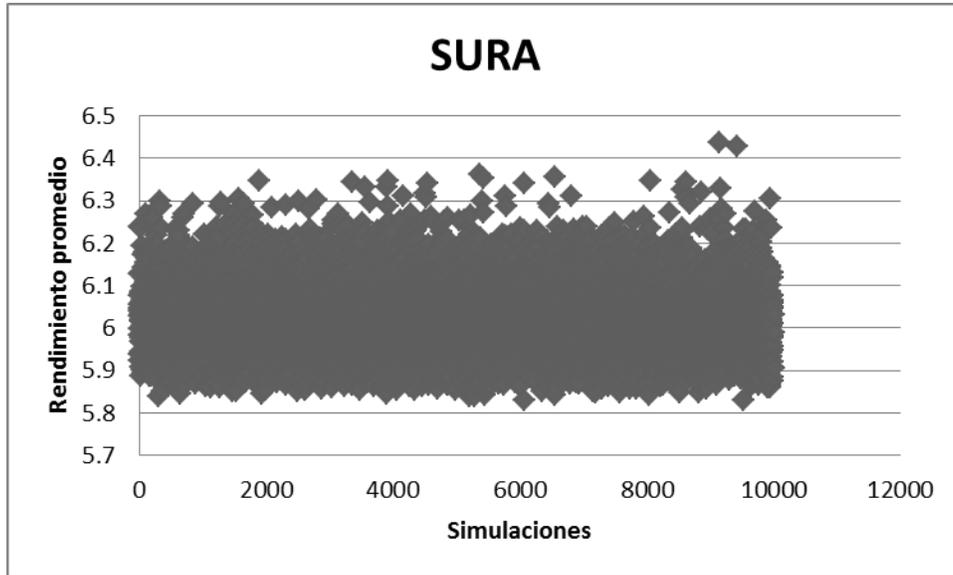
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.10. 10,000 simulaciones del promedio de rendimiento de Profuturo GNP para el periodo 2013-2020



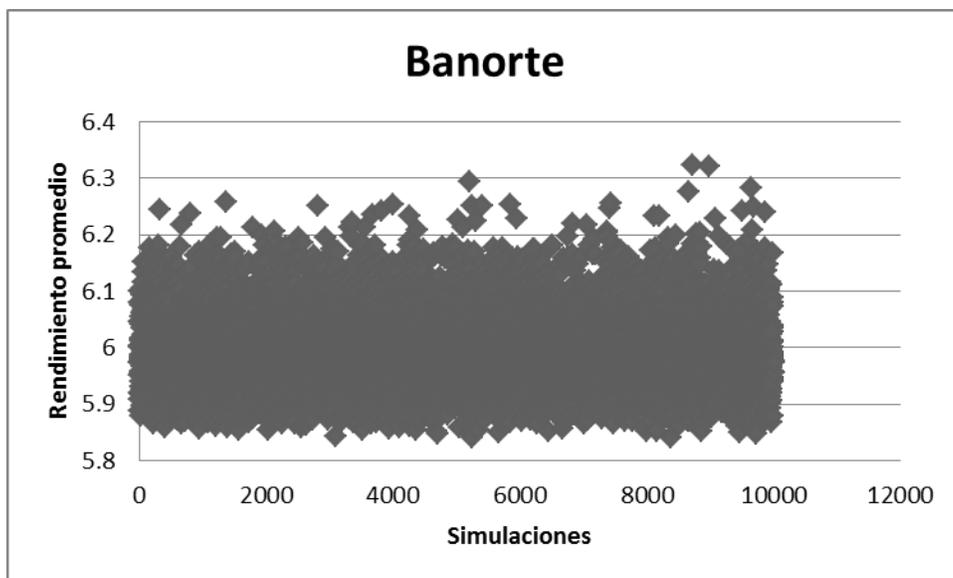
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.11. 10,000 simulaciones del promedio de rendimiento de SURA para el periodo 2013-2020



Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.5.12. 10,000 simulaciones del promedio de rendimiento de XXI Banorte para el periodo 2013-2020



Fuente: Elaboración propia