

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE NUEVAS REGULACIONES EN
ADMINISTRADORAS DE RIESGOS PROFESIONALES CON DINÁMICA DE
SISTEMAS**

JUAN CAMILO TAMAYO RAMÍREZ

Trabajo para optar al título de
Maestría en Ingeniería Administrativa (Profundización)

Director
SANTIAGO ARANGO ARAMBURO PhD

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Escuela Ingeniería de la Organización
2009

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco los comentarios y todo el apoyo que durante la realización de este trabajo me brindó Santiago Arango. Adicionalmente expresé mi agradecimiento para aquellas personas que me colaboraron en la elaboración de las diferentes etapas del trabajo, al orientarme respecto a la mejor forma de realizar o presentar los resultados obtenidos, así como de brindarme toda la información que en cada momento fue necesaria.

CONTENIDO

1. EL SISTEMA GENERAL DE RIESGOS PROFESIONALES EN COLOMBIA	11
1.1. Descripción general del Sistema de Riesgos Profesionales y la ARP.....	11
1.2. Modos de referencia en el SGRP.....	15
1.3. Cambios esperados para el Sistema General de Riesgos Profesionales	20
1.3.1. Cambios legislativos.....	20
1.3.2 Evolución del empleo en el país	24
2. METODOLOGÍA DE MODELAMIENTO DEL SGRP	29
2.1. Literatura en riesgos profesionales y utilización de la dinámica de sistemas	33
3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN DE LA ARP	37
3.1. Hipótesis dinámica	37
3.2. Modelo de niveles y flujos	40
3.3. Validación del modelo.....	44
3.3.1. Validación del modelo: estructura.....	45
3.3.2. Validación del modelo: Comportamiento	47
4. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS	50
4.1. Cambios en la tasa de desempleo	50
4.2 Modificación de la tarifa con que se cotiza al SGRP	55
4.3. Inclusión del accidente in itinere	59
CONCLUSIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO A. ECUACIONES DEL MODELO	72
ANEXO B. SIMULACIONES ADICIONALES.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes dentro del ciclo de operación de la ARP	13
Tabla 1. Tasas de cotización por clase de riesgo (%)	14
Gráfica 1. Evolución del número de afiliados, 1998-2008	16
Gráfica 2. Evolución del total de ingresos, 1998-2008	17
Gráfica 3. Evolución del total de pagos y reservas, 2000-2008	18
Gráfica 4. Tendencia de la siniestralidad en Riesgos Profesionales, 1998-2008	20
Tabla 2. Accidente <i>in itinere</i> en diferentes Sistemas de Riesgos Profesionales	22
Tabla 3. Estimativo de accidentalidad por <i>in itinere</i> , 2007	23
Gráfica 5. Tasa de desempleo en las principales siete áreas metropolitanas, 1984-2008	27
Figura 2. Diagrama del proceso de realimentación	30
Figura 3. Proceso iterativo de modelación con dinámica de sistemas	33
Figura 4. Hipótesis dinámica del modelo de operación de la ARP	41
Figura 5. Diagrama de niveles y flujo para los afiliados promedio	42
Gráfica 6. Relaciones no lineales: tasa desempleo – afiliados entrantes, tasas desempleo-afiliados salientes, inversión-afiliados salientes, inversión-accidentalidad	43
Figura 6. Diagrama de niveles y flujos para el resultado de la operación y la distribución de accidentes	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 7. Afiliados reales y simulados	47
Gráfica 8. Ingresos, pagos y reservas reales y simulados	48
Gráfica 9. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en los afiliados	51
Gráfica 10. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en los ingresos	52
Gráfica 11. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en los pagos y reservas	53
Gráfica 12. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en el resultado de la operación	54
Gráfica 13. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en la siniestralidad (%)	55
Gráfica 14. Impacto de la modificación de la tarifa en los ingresos	56
Gráfica 15. Impacto de la modificación de la tarifa en los pagos y reservas	57
Gráfica 16. Impacto de la modificación de la tarifa en el resultado de la operación	58
Gráfica 17. Impacto de la modificación de la tarifa en la siniestralidad (%)	59
Gráfica 18. Pagos y reservas con inclusión de accidente <i>in itinere</i>	61
Gráfica 19. Resultado de la operación con inclusión de accidente <i>in itinere</i>	62
Gráfica 20. Siniestralidad con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (%)	63
Gráfica 21. Impacto de cambios combinados	64
Gráfica 22. Ingresos con modificación de la tarifa (alta creación empleo)	77
Gráfica 23. Pagos y reservas con modificación de la tarifa (alta creación de empleo)	78
Gráfica 24. Resultado de la operación con modificación de la tarifa (alta creación de empleo)	78
Gráfica 25. Siniestralidad con modificación de la tarifa (alta creación de empleo)	79
Gráfica 26. Ingresos con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)	79
Gráfica 27. Pagos y reservas con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)	80

Gráfica 28. Resultado de la operación con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)	80
Gráfica 29. Siniestralidad con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)	81
Gráfica 30. Pagos y reservas con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (alta creación de empleo)	81
Gráfica 31. Resultado de la operación con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (alta creación de empleo)	82
Gráfica 32. Siniestralidad con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (alta creación de empleo)	82
Gráfica 33. Pagos y reservas con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (baja creación de empleo)	83
Gráfica 34. Resultado de la operación con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (baja creación de empleo)	83
Gráfica 35. Siniestralidad con inclusión de accidente <i>in itinere</i> (baja creación de empleo)	84

RESUMEN

El presente trabajo utiliza la dinámica de sistemas para caracterizar la operación de una Administradora de Riesgo Profesionales, así como plantear posibles escenarios respecto a cambios que se esperan para el Sistema General de Riesgos Profesionales en Colombia. Los cambios mencionados son la inclusión de un nuevo tipo de accidente denominado en trayecto, la posibilidad de cambiar la tasa con la cual cotizan las empresas al Sistema de Riesgos Profesionales y el impacto que la evolución del empleo tiene en la operación de la ARP.

Se concluye que en la operación de la ARP existe una cantidad importante de características complejas, que hacen necesaria la utilización de metodologías como la dinámica de sistemas que sean complemento a aquellas utilizadas tradicionalmente en la administración. Desde el punto de vista de los cambios esperados, se observa que la evolución de empleo en el país representa un aspecto fundamental dentro de la operación de la ARP, dado que impacta directamente la cantidad de trabajadores afiliados y a través de ellos los ingresos.

Adicionalmente con la modificación en la tasa de cotización tanto ingresos como pagos disminuyen aunque en diferente cuantía, de forma que no se compensa el impacto del cambio y el resultado de la operación disminuye. La inclusión de un nuevo tipo de accidente incrementa de forma importante los pagos y reservas, esto afecta el resultado de la operación de la ARP. Por último se propone este tipo de modelos como una alternativa en el trabajo académico que se realiza actualmente en Seguridad Social.

ABSTRACT

The thesis uses System Dynamics to model the operational cycle of a workers' compensation insurer in Colombia. We simulated different scenarios related to exogenous shocks which are expected in the Occupational Risk System in Colombia. These shocks are the introduction of the commuting accidents, the modification of the payment rate and the evaluation of some employment scenarios. We concluded that the operational cycle of a workers' compensation insurer has different feedback loops, time delays and non-linearities which affect the understanding of the system. For that reason, we developed a System Dynamics model as a tool to understand the system and complement other tools which managers tend to use; thereafter, we simulated different scenarios. With respect to the shocks, we concluded that employment impacts income through the amount of workers which are affiliates, and income is a very important variable to define the insurer's results.

The modification of the payment rate affects both the amount of income which the insurer receives and the payments which the insurer must ensure to affiliates. However, the decrease in income is stronger than payments and for that reason the insurer's result is worse if it is compare with the scenario without modification. The introduction of commuting accident increases the amount of payments that the insurer must ensure to affiliates and consequently the insurer's result decreases. Finally, we proposed the methodology used in this thesis as an alternative for academic work in Social Security in Colombia.

INTRODUCCIÓN

La complejidad es una característica propia de los sistemas que lleva a situaciones en las cuales se cree que las decisiones que se toman son las correctas, pero los resultados que se dan como consecuencia de esas decisiones no son los esperados, en algunas ocasiones son contra intuitivos o poseen problemas de mayor magnitud que los que se buscaban resolver inicialmente. Esto, denominado resistencia a las políticas, surge además de la complejidad propia de los sistemas de las limitaciones que tienen los modelos mentales de las personas para entenderla, de forma que aspectos como las relaciones no lineales entre los componentes del sistemas, los retardos de tiempo entre el momento de la decisión y su manifestación, la dinámica de las relaciones en el tiempo, la realimentación, entre otras, no son generalmente tomados en cuenta por aquellos que toman decisiones. En este sentido, una intervención exitosa en sistemas que son complejos requiere no solo de la existencia de modelos mentales sino también de herramientas técnicas como los modelos matemáticos que permitan capturar aquello que los primeros no pueden (Sterman, 2001).

Dentro del conjunto de sistemas complejos especial atención requieren aquellos denominados sociales como las organizaciones, no solo por su alto grado de complejidad sino también por la magnitud económica y social que tienen las decisiones tomadas en ellas (Morecroft, 2000). En este sentido, el proceso de toma de decisiones en las organizaciones debería partir de la creación y análisis de modelos que permitan mediante simulación evaluar políticas, descubrir fallas en el diseño organizacional, reconocer los puntos críticos de cambio (apalancamiento) y generar todo un proceso de aprendizaje respecto aquellos factores que hacen de las organizaciones complejas, que llevan a que los resultados no sean los esperados y que se escapan del entendimiento o experiencia de los administradores (Sterman, 2001). Adicionalmente permitir la preparación de las organizaciones frente a cambios en el entorno en el cual se desarrollan.

Un sistema sujeto a ser constantemente intervenido es el Sistema General de Riesgo Profesionales en Colombia—SGRP—. Este es un sistema complejo con múltiples variables e interrelaciones, que en la actualidad se encuentra a la expectativa respecto a un conjunto de cambios que podrían afectar el desempeño de las organizaciones que lo administran (Administradora de Riesgo Profesionales—ARP—), y por tanto necesita conocer el posible impacto de esos cambios. En este sentido, el presente trabajo busca la caracterización compleja de la operación de una ARP y el modelamiento para el análisis de escenarios futuros. Para esto busca identificar y entender los componentes e interrelaciones que hacen parte de la operación de una ARP, modelar adecuadamente cada uno de estos componentes e interrelaciones y utilizar esa modelación para simular diferentes escenarios acordes con los cambios esperados en el Sistema de Riesgos Profesionales. Se utiliza como metodología de trabajo la dinámica de sistemas —DS— dadas las posibilidades que brinda para el

estudio de sistemas socio-económicos inestable, al tener en cuenta características como ciclos de realimentación, retardos de tiempo, relaciones no lineales y procesos de acumulación y flujo que hacen de los sistemas sociales complejos y difíciles de estudiar con otro tipo de modelación (Dyner *et al*, 2008, Sterman, 2000).

Los cambios mencionados anteriormente provienen básicamente por modificaciones legislativas propuestas actualmente en el país y por cambios en las condiciones económicas de acuerdo a la coyuntura actual. Para el primer caso resalta la modificación de la definición que se tiene actualmente de accidente de trabajo para incluir el denominado accidente *in itinere*¹ y la posibilidad de cambiar la tasa con la cual cotizan las empresas al Sistema de Riesgos Profesionales. Para el segundo caso interesa conocer el impacto que la evolución del empleo tiene en la operación de una ARP, a partir de la simulación de diferentes escenarios.

El trabajo consta de cuatro partes. La primera muestra de forma general el SGRP en Colombia y la operación de la ARP como elemento constitutivo del mismo, además de la explicación de los cambios que se esperan para el SGRP. La segunda presenta los conceptos básicos de la complejidad en los sistemas, las características de la complejidad que afectan Riesgos Profesionales y la importancia de la dinámica de sistemas como herramienta de modelación partiendo de la revisión de la literatura encontrada para riesgos profesionales. La tercera describe tanto el modelo causal como el de niveles y flujos utilizados, enfatizando en aquellos aspectos complejos y difíciles de analizar con metodologías tradicionales. Por último se presentan los resultados de la simulación de diferentes escenarios y las conclusiones.

¹ El decreto ley 1295 de 1994 por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, acepta dentro de la definición de accidente de trabajo aquel que se presenta en el desplazamiento del trabajador de su casa al lugar de trabajo o viceversa cuando el transporte lo suministra el empleador. La nueva propuesta presentada en el proyecto de ley 103 de 2008 incluye dentro de la definición de accidente de trabajo aquel que ocurre en cualquier tipo de transporte dos horas antes y dos horas después de la jornada laboral.

1. EL SISTEMA GENERAL DE RIESGOS PROFESIONALES EN COLOMBIA

1.1. Descripción general del Sistema de Riesgos Profesionales y la ARP

El Sistema General de Riesgos Profesionales está encargado del seguro de accidente de trabajo y enfermedad profesional en Colombia. Para su operación se establece un seguro obligatorio para todas las empresas con el objeto de cubrir accidentes o enfermedades que pueden ocurrir con ocasión o como consecuencia del trabajo que se realiza. Antes de la reforma al Sistema de Seguridad Social en Colombia, este seguro era provisto como monopolio estatal por parte del Instituto de Seguros Sociales —ISS—, pero a partir de la reforma del año 1993 se eliminó el monopolio y se permitió la creación de la Administradoras de Riesgos Profesionales o ARP. Estas entrarían a conformar un mercado en el cual el ISS sería un oferente en competencia con los nuevos actores del Sistema, tal que aquella competencia estaría basada fundamentalmente en el servicio (Restrepo y Lopera, 2006)².

El SGRP se encuentra reglamentado por el decreto ley 1295 de 1994, el cual define el Sistema como “*el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, que tienen la finalidad de prevenir, proteger y atender las consecuencias que se derivan de los riesgos profesionales, es decir, de los accidentes y las enfermedades que puedan padecer las personas por causa o con ocasión del trabajo*”. Es así como la población trabajadora es el objetivo tanto para la prevención de riesgos como para la atención ante la ocurrencia de un accidente. Adicionalmente se deduce de la definición que el riesgo del asegurado es precisamente la ocurrencia del accidente de trabajo o la enfermedad profesional, y que existe un conjunto de entidades, normas y procedimientos en función de prevenir la materialización del riesgo o de atender al trabajador cuando la contingencia se presenta (Restrepo y Lopera, 2006).

Desde un punto de vista estructural el SGRP hace parte del Sistema General de Seguridad Social colombiano junto con Pensiones y Salud. Se encuentra constituido por entidades como el Consejo Nacional de Riesgos Profesionales, órgano de dirección permanente del SGRP encargado de la expedición de normas técnicas, reglamentación y recomendación de estrategia. El Ministerio de la Protección Social que a partir de la Dirección General de Riesgos Profesionales se encarga de promover la prevención de riesgos, vigilar y controlar la organización de los servicios de prevención, expedir normas técnicas de salud ocupacional, vigilar que tanto empresas como ARP investiguen los factores de riesgo y asegurar la existencia de información para el Sistema. El Comité Nacional de Salud Ocupacional con funciones relacionadas con la asesoría y estudio de asuntos relativos a la salud ocupacional. La Superintendencia Financiera como entidad adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público encargada de vigilar y controlar toda actividad relacionada con

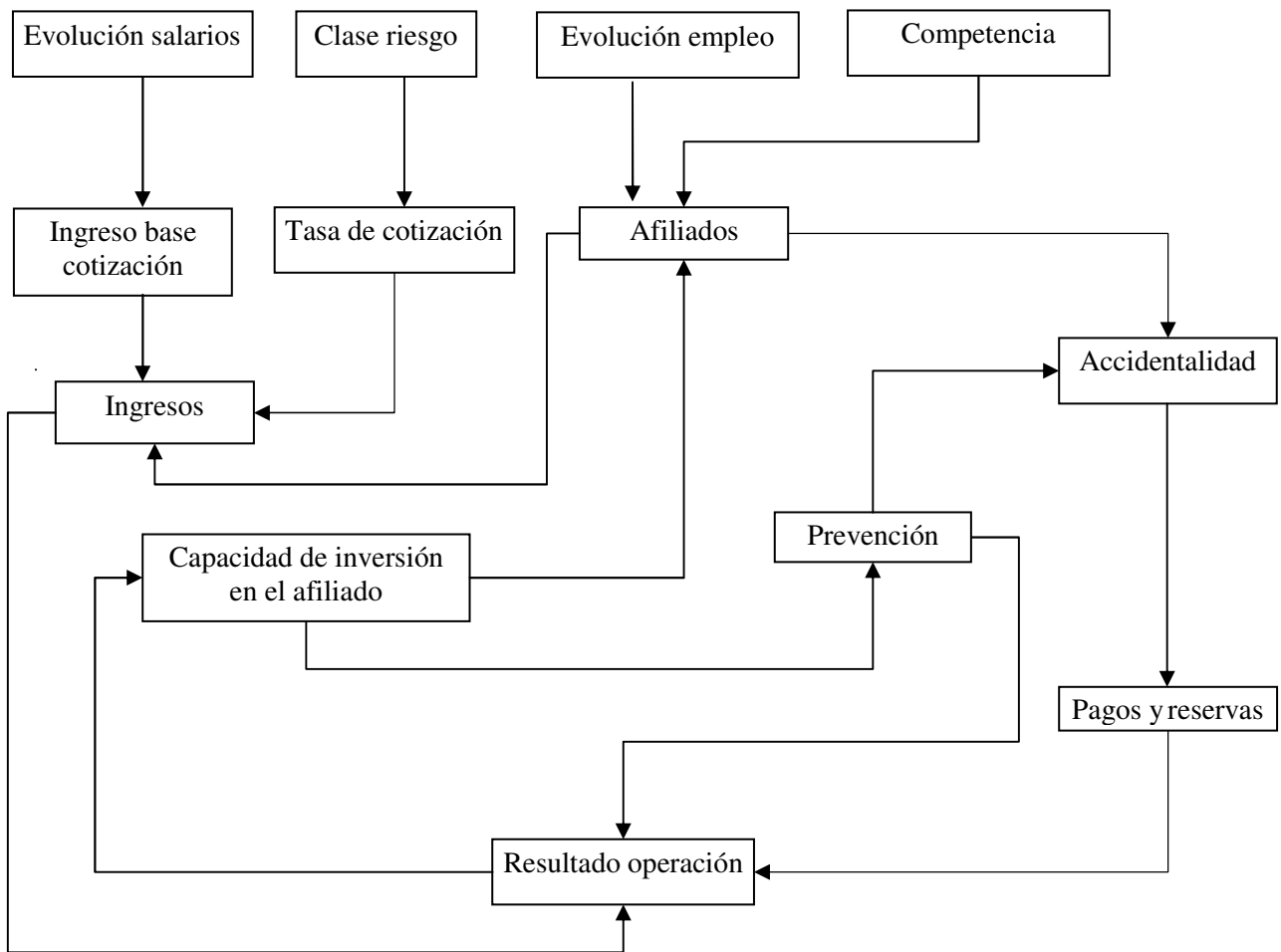
² Para el año 2008 el ISS junto con la ARP Previsora conformaron una nueva Administradora denominada Positiva.

el aprovechamiento o inversión de recursos captados del público, tal y como es el aseguramiento. Las Direcciones territoriales, la Unidad especial de Inspección, Vigilancia y Control del Trabajo, FOGAFIN y el Fondo de Riesgos Profesionales que es una cuenta (1% del recaudo por cotizaciones de las ARP) destinada para la realización de estudios, campañas y acciones en riesgos profesionales (Restrepo y Lopera, 2006).

Pero es la ARP la entidad fundamental dentro del funcionamiento del SGRP dado que es la encargada de cumplir los objetivos propios del Sistema como son la prevención de riesgos y la promoción de la buena salud en el trabajo, la atención en salud que el accidente o enfermedad requiera y el pago de las compensaciones económicas que de acuerdo a la severidad de la contingencia se generen. En este sentido, todo el ciclo de operación de una ARP se encuentra fundamentado en la realización de aquellos objetivos y esta constituido por diferentes componentes tal y como se observa en la figura 1. En primer lugar se parte de un proceso comercial que buscan, a partir de nuevas ventas y de mantener la fidelidad de los clientes, asegurar un muy buen número de empresas afiliadas y a través de ellas tener trabajadores afiliados que son por los que efectivamente se cotiza y generan ingresos para la ARP. Para este fin el proceso comercial cuenta con unos recursos, que como se observan en la figura 1, dependen del resultado del ciclo de operación, tal que a mejores resultados será posible invertir más en calidad del servicio y mejorar la experiencia de los afiliados con la Administradora. Ahora bien, y desde el punto de vista de las nuevas ventas, la evolución del empleo en el país determina el tamaño del mercado potencial al que se desea llegar, por el cual compiten diferentes Administradoras con el objetivo de obtener mayores afiliados.

Una vez se presenta la afiliación, la ARP debe realizar un conjunto de operaciones que aseguran una adecuada gestión de las empresas y trabajadores que llegan, así como también los ingresos de la Administradora. Estas operaciones incluyen el registro, cobro, recaudo y distribución de las cotizaciones que realizan en un momento determinado las empresas por cada uno de sus trabajadores (Restrepo y Lopera, 2006). Para el cálculo del valor individual de la cotización de un trabajador, se debe tener en cuenta tanto los ingresos que devenga (Ingreso base de cotización —IBC—) como la clase de riesgo en la cual se encuentra clasificado el lugar en el que trabaja. En este sentido, y tal como se observa en la tabla 1, de acuerdo a la clase de riesgo se define una tasa de cotización, tal que trabajadores en actividad económicas catalogadas como más riesgosas deben pagar más. Desde el inicio del SGRP se ha pagado con el valor inicial, pero existen de acuerdo al decreto ley 1295 de 1994 unas condiciones (que se mencionan más adelante) que hacen que las empresas puedan disminuir o aumentar la tasa de cotización que se les aplica por sus trabajadores. Esas condiciones no se han manifestado aun en el sistema y representa uno de los cambios que se busca evaluar en el presente trabajo.

Figura 1. Componentes dentro del ciclo de operación de la ARP



Fuente. Elaboración propia

La acumulación de las cotizaciones de todos los trabajadores representa los ingresos agregados de la ARP. Como lo muestra la figura 1, este componente se encuentra relacionado con la clase de riesgo y a través de ella con el sector económico en que se ubican los afiliados, el comportamiento de los salarios de esos afiliados, la capacidad que tenga el proceso comercial de traer nuevos trabajadores a partir de la venta nueva y de retener los ya existentes, la dinámica del empleo en el país y la efectividad de operaciones como el recaudo, registro, cobro, entre otras, que realiza internamente la ARP (Materón, 1999). Los ingresos constituyen un componente básico dado que permiten establecer los resultados de la operación de la ARP, y a partir de estos tener la capacidad de invertir en prevención de riesgo, brindar los recursos necesarios para mejorar la calidad en el servicio e incrementar la fidelidad de los clientes, así como también obtener los beneficios que los inversionistas esperan del negocio. Adicionalmente el ingreso se convierte en el medio por el cual las empresas transfieren el riesgo, tal que el pago que realiza un empleador permite que al momento de la ocurrencia de un accidente o enfermedad de origen profesional exista un tercero (ARP) que responde por todos los gastos de la contingencia, lo que disminuye la

pérdida económica que para la empresa, el trabajador y su familia representa el suceso (Materón, 1999).

Tabla 1. Tasas de cotización por clase de riesgo (%)

Clase de riesgo	Riesgo	Valor mínimo	Valor inicial	Valor máximo
1	Riesgo mínimo	0.348	0.552	0.696
2	Riesgo bajo	0.435	1.044	1.653
3	Riesgo medio	0.783	2.436	4.089
4	Riesgo alto	1.74	4.35	6.96
5	Riesgo máximo	3.219	6.96	8.7

Fuente. Decreto 1772 (Agosto 3 de 1994)

Otro componente importante presente en la figura 1 es el que tiene que ver con la prevención de riesgos profesionales, la promoción de la buena salud en el trabajo y la intervención de factores de riesgo. Este componente que constituye uno de los objetivos fundamentales del SGRP en Colombia, busca mejorar las condiciones de trabajo en las empresas y sus trabajadores, identificar y controlar los riesgos propios de la actividad que se desempeña, reducir la probabilidad de ocurrencia de una contingencia determinada y controlar la morbilidad. Para este fin cada ARP cuenta de acuerdo a su capacidad de inversión con un esquema de servicio diferenciado que apuntan a orientar las empresas y trabajadores afiliados respecto a la identificación de riesgos en el trabajo, la intervención de aquellos factores que pueden originar accidentes o enfermedades profesionales y la implementación de todos los planes y estrategias que permitan obtener los resultados deseados respecto a ocurrencia de contingencias (Ronda y Orjuela, 2006).

La prevención de riesgos se constituye en el eje sobre el cual gira la operación de la ARP, ya que de su efectividad depende tanto la realización de los objetivos del SGRP como el control y disminución de la accidentalidad como se observa en la figura 1. Sin embargo se debe tener en cuenta que este componente tiene costos asociados, lo que afecta el resultado final de operar el ciclo. El esquema en la figura 1 muestra de forma muy general que la prevención de riesgo depende indirectamente del ingreso y sus componentes, del impacto que la misma intervención tiene en la reducción de la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales (recuadro de accidentalidad), de la generación de pagos y reservas, y de forma directa del resultado del ciclo. Esto significa que todos los componentes se encuentran interrelacionados de una forma u otra, y que estas relaciones son dinámicas dadas las condiciones con que finaliza y empieza el ciclo. Adicionalmente es importante comentar que la intervención cuenta con retardos de tiempo amplios, ya que el efecto de las acciones y estrategias implementadas toman varios períodos en manifestarse, y esas manifestaciones tienen tanto características cuantitativas (posible medirlas) como cualitativas.

El último componente importante en la figura 1, y una vez ha ocurrido el accidente o enfermedad profesional, es el que se encarga de que el afiliado cuente con los pagos correspondientes al plan de beneficios que le permite recibir atención médica de acuerdo a las características de la contingencia, además de obtener compensación si las consecuencias

del accidente o enfermedad profesional lo ameritan (Materón, 1999). En este sentido las prestaciones cubren la atención en salud en el momento de la ocurrencia, los costos correspondientes a la recuperación de las consecuencias de la contingencia y compensaciones económicas. Estas últimas corresponden a la incapacidad temporal que representa un subsidio equivalente al 100% del salario base de cotización durante el tiempo que el trabajador esta imposibilitado para trabajar; la incapacidad permanente parcial que es una indemnización que compensa el daño sufrido por un accidente de trabajo o enfermedad profesional, y que se paga de acuerdo a la pérdida de capacidad laboral (una pérdida superior o igual al 5% e inferior al 50%) generada por el accidente o enfermedad; la pensión de invalidez que es un pago mensual continuo cuando se ha perdido 50% o más de la capacidad laboral; pensión de sobrevivientes que representa el pago a aquellas personas que dependían económicamente de un trabajador que muere con el accidente; y el auxilio funerario (Materón, 1999).

Adicional a lo anterior y para cubrir las compensaciones económicas que se originan a partir de la ocurrencia de accidentes o enfermedades profesionales, la ARP debe acreditar en todo momento un monto de recursos (reservas técnicas) que le permitan responder por los compromisos asumidos con los afiliados. Específicamente los compromisos corresponden a aquellos mencionados anteriormente como son las prestaciones asistenciales (atención en salud), incapacidad temporal y permanente parcial, pensión de invalidez y sobrevivientes, y auxilio funerario.

Todos los componentes mencionados afectan el resultado de la operación de la ARP, y es a partir de este resultado que se definen las condiciones a partir de las cuales el ciclo operara nuevamente. Así del resultado obtenido depende la inversión que se realiza en prevención, la capacidad para que el proceso comercial cumpla sus objetivos de obtener nuevos afiliados y retener los existentes, la reducción en la probabilidad de ocurrencia de accidentes o enfermedad y a partir de esta reducción la necesidad de realizar pagos o establecer reservas, y adicionalmente la sostenibilidad de la ARP en el tiempo. Partiendo del contexto mencionado anteriormente, a continuación se presenta la información histórica para las principales variables del ciclo, con el objeto de analizar comportamientos y capturar patrones que apoyen la construcción del modelo y la simulación. Luego se presentan los cambios esperados en el SGRP que pueden afectar su desempeño.

1.2. Modos de referencia en el SGRP

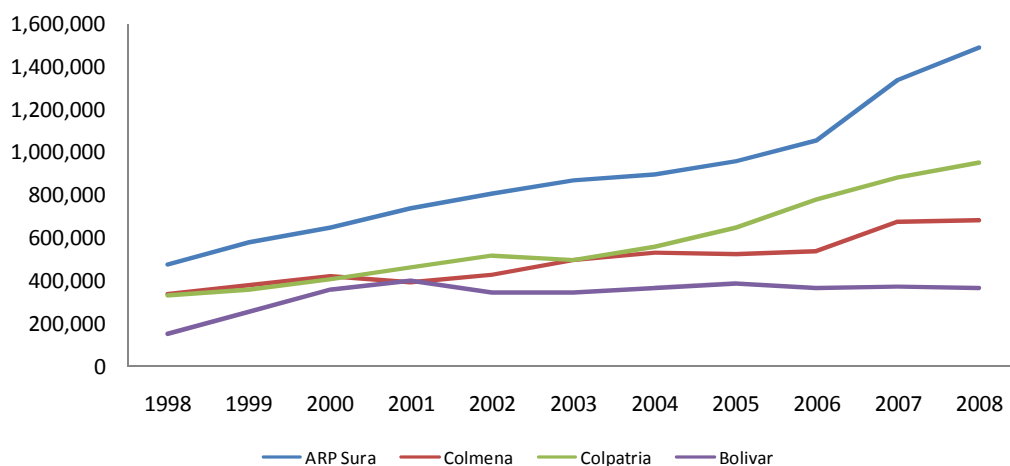
La información presentada por la Federación de Aseguradores Colombianos —Fasecolda— a partir de la Cámara Técnica de Riesgos Profesionales³, permite analizar el comportamiento de algunas variables fundamentales dentro de la operación de una ARP. En primer lugar, la gráfica 1 muestra la evolución de trabajadores afiliados al Sistema General de Riesgos Profesionales para un conjunto de ARP representativas y para el total del mercado privado. Se observa que durante el período analizado la tendencia ha sido ascendente tanto en el total como en el conjunto de ARP seleccionadas. En este sentido,

³ No se incluye información del ISS para años inferiores a 2008. A partir de este último si se incluye dado que se forma “Positiva” como una nueva Administradora basada en la unión de “La Previsora” y el ISS.

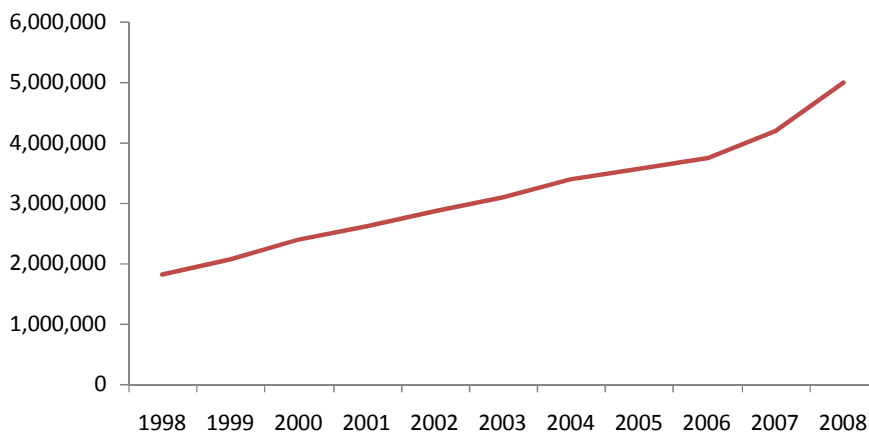
para el total de las Administradoras privadas la variación en los afiliados por año ha presentado un promedio cercano al 9,7%, alcanzando valores del 15% y 12% en algunos períodos. Dentro del conjunto de ARP representativas resalta el comportamiento de ARP Sura, la cual no presenta variación negativa en ninguno de los años analizados, todas las variaciones por año superan el 6% y alcanza valores del orden del 13% y 12% en algunos años. Adicionalmente, Colpatria a pesar de presentar una variación negativa en 2003 también muestra un comportamiento muy interesante con una variación promedio año para todo el período cercana al 11%. Por último resalta el incremento observado en el total de mercado privado para el 2008, año en el cual la información del ISS se adiciona a la presentada por la Previsora.

Gráfica 1. Evolución del número de afiliados, 1998-2008
(Promedio año)

a. ARP representativas



b. Total mercado Administradoras privadas



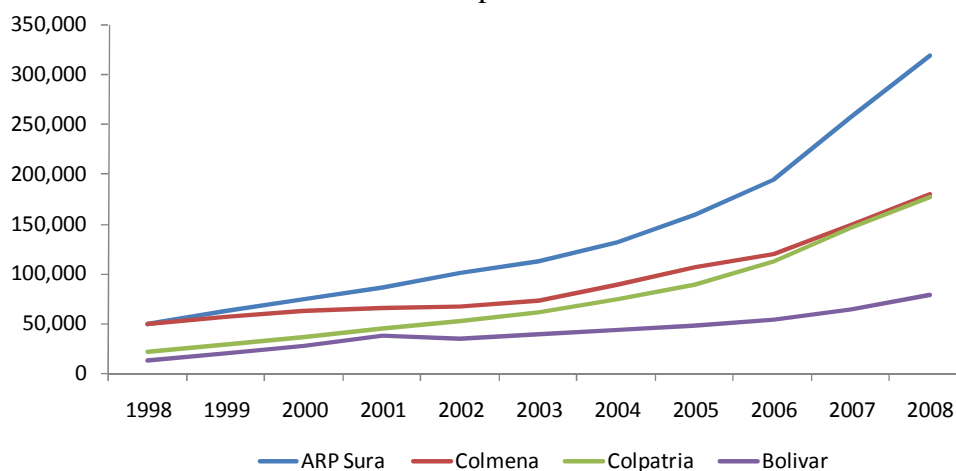
Fuente. Fasecolda, cifras coyunturales a diciembre 2008. Elaboración propia

En segundo lugar y de forma consistente con el comportamiento de los afiliados, el ingreso (presentado en la gráfica 2) también presenta un comportamiento ascendente durante el período analizado. En este sentido la variación anual para el total de las Administradoras privadas supera en todos los períodos el 11%, alcanzando máximos entre el 18% y 22%. ARP Sura y Colpatría son las que presentan mayores variaciones año, con valores que superan el 16% durante todo el período analizado y alcanzando máximos del 25% y 26%, aunque se observa un incremento importante en Colmena que en los últimos años alcanza la línea de Colpatría. Adicionalmente es importante notar que las curvas para el ingreso son más suaves y menos irregulares que aquellas para los afiliados, en parte por que el ingreso cuenta con otros componentes adicionales para su determinación y por tanto no se encuentra totalmente determinado por el comportamiento de los afiliados, aunque representan una variable muy importante.

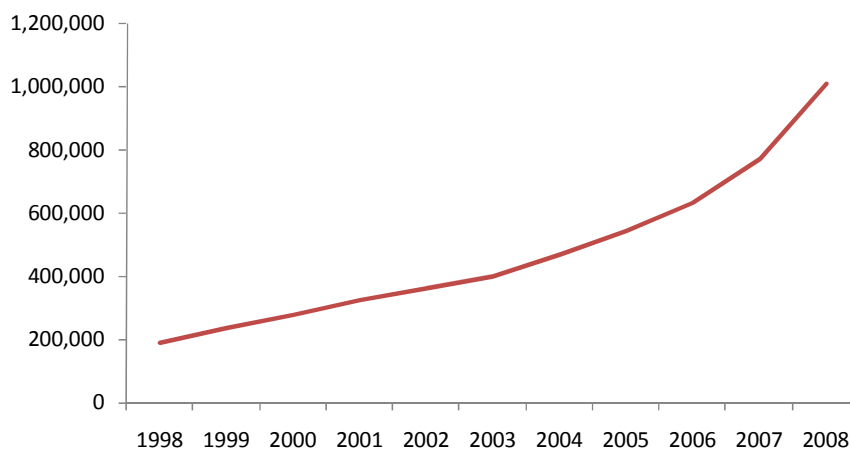
Gráfica 2. Evolución del total de ingresos, 1998-2008

(Cifras en millones de pesos)

a. ARP representativas



b. Total mercado Administradoras privadas

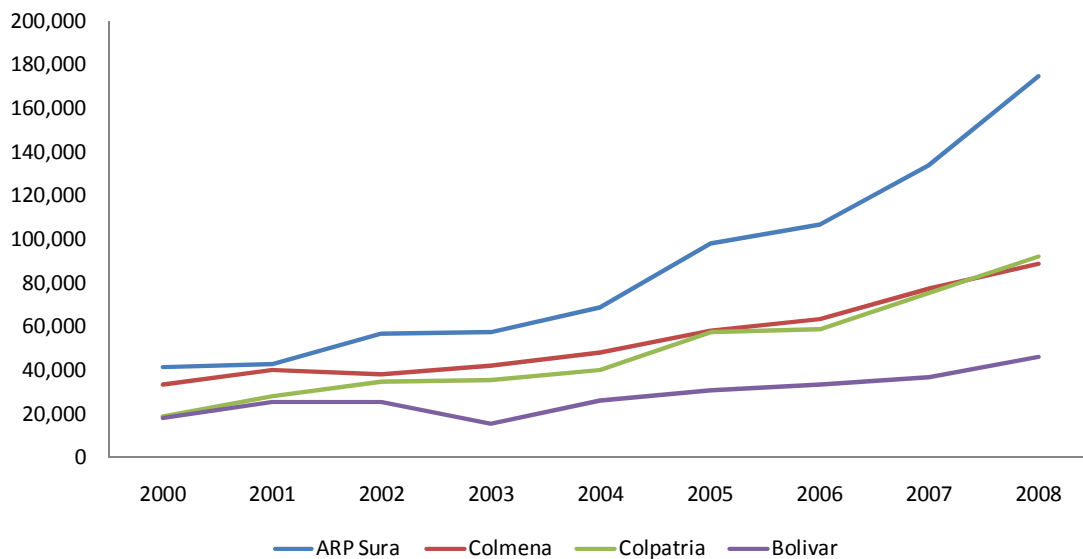


Fuente. Fasecolda, cifras coyunturales a diciembre 2008. Elaboración propia

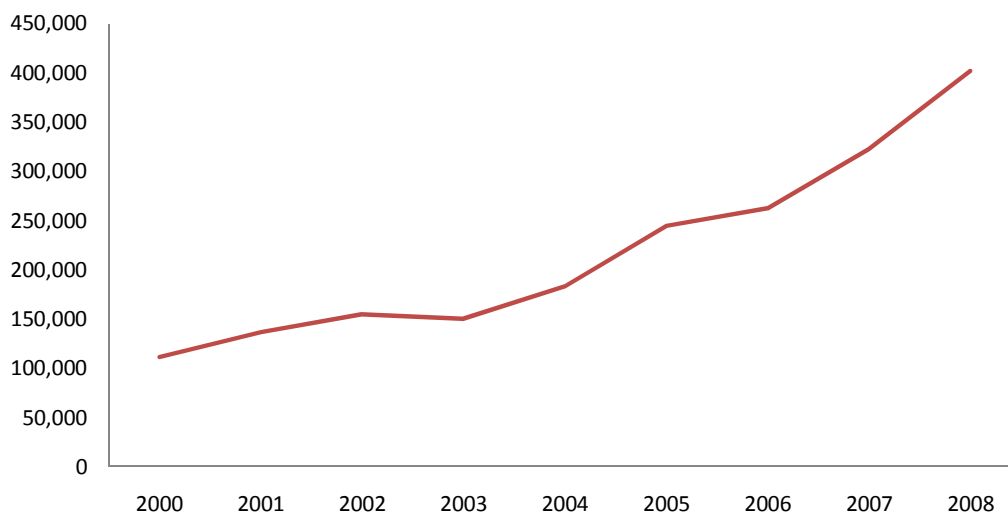
La tercera variable importante corresponde al pago de prestaciones asistenciales que se realizan por atención en salud, el pago por compensaciones económicas y el total de reservas. La gráfica 3 muestra un comportamiento ascendente similar al observado en las dos gráficas anteriores, pero con una dinámica inferior a la presentada por los ingresos, factor fundamental a la hora de evaluar la viabilidad de la ARP como negocio. De forma desagregada las variaciones por año son bastante irregulares, por ejemplo ARP Sura tiene una variación promedio para todo el período cercana al 21%, pero presenta valores como el 30% y 9% en algunos años, muestra de la fuerte irregularidad. Por su parte Colpatria presenta una variación promedio del 23%, con valores del 42% como máximo y 3% como mínimo. Colmena se mueve de forma muy similar a Colpatria. La irregularidad es en parte producto de la aleatoriedad en la ocurrencia de las contingencias, así como del costo que puedan tener esas contingencias de acuerdo a su severidad. Adicionalmente se debe tener en cuenta que al igual que los ingresos, la variación de los pagos y reservas incluye tanto el cambio real (por ocurrencia de accidentes y enfermedades) como el cambio nominal asociado con el nivel de precios.

Gráfica 3. Evolución del total de pagos y reservas, 2000-2008
(Cifras en millones de pesos)

a. ARP representativas



b. Acumulado pagos y reservas para el conjunto de ARP representativas

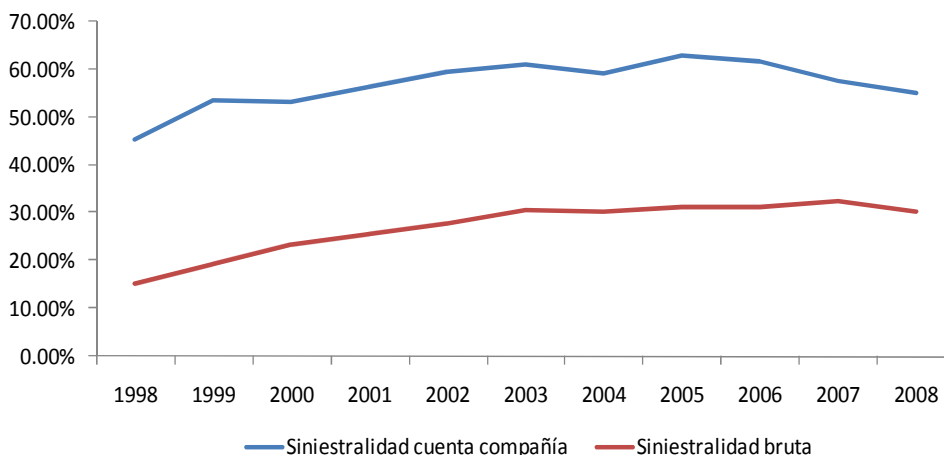


Fuente. Fasecolda, encuesta Sistema de Información Gremial —SIG—. Elaboración propia.
Superintendencia Financiera. Información estadística y financiera por ramos de seguros formato 290.

Por último, es importante realizar un comentario respecto a un indicador denominado siniestralidad que refleja el resultado de la operación de una ARP. Como se observa en la gráfica 4 la siniestralidad puede ser bruta cuando se refiere al cociente entre los pagos realizados por ocurrencia de accidentes (siniestros liquidados) y el total de ingresos, o cuenta compañía cuando al total de pagos se adiciona el movimiento total de reservas. Se observa que para el total de administradoras privadas y durante el período analizado la siniestralidad aumentó durante los primeros años, alcanzó un valor en el que se mantuvo estable durante un tiempo y hacia el final empezó a mostrar una tendencia descendente. Esto último es importante ya que representa un buen resultado desde el punto de vista de la operación, dado que los pagos representan proporcionalmente un menor valor del ingreso.

La información histórica presentada hasta ahora muestra que en términos generales los resultados para el sector y las Administradoras son muy buenos. La tendencia tanto en afiliados como en ingresos es ascendente durante el todo el período analizado, y a pesar que los pagos también presenta esta misma tendencia, su dinámica es más lenta, además se observa disminución en la siniestralidad para los últimos años. Sin embargo se esperan algunos cambios que pueden afectar la evolución de los resultados e indicadores propios del SGRP y de las organizaciones que lo administran. Por tanto es importante analizar en detalle en que consisten esos cambios para luego simular sus posibles impactos.

Gráfica 4. Tendencia de la siniestralidad en Riesgos Profesionales, 1998-2008



Fuente. Tomado de Morales, 2008

1.3. Cambios esperados para el Sistema General de Riesgos Profesionales

Existe un conjunto de cambios de diferentes tipos que pueden afectar el SGRP y por tanto el desempeño de las ARP que hacen parte de él. El presente trabajo trata en su temática la inclusión del accidente *in itinere* (en trayecto), la modificación de la tarifa con la que las empresas cotizan al Sistema y algunos posibles escenarios respecto a la relación existente entre la evolución del empleo país y afiliación a la ARP. Sin embargo se debe tener presente que estos son solo algunos ejemplos dentro del inmenso grupo de cambios que pueden afectar el desempeño del Sistema, dada la cantidad de dimensiones que confluyen dentro de su definición y operación.

1.3.1. Cambios legislativos

Son dos los cambios de orden legislativo tratados en el presente trabajo y que pueden afectar el SGRP en los próximos años y por tanto el desempeño de las ARP que hacen parte de él. En primer lugar, el proyecto de ley número 103 de 2008⁴ propone en el artículo 2 una modificación respecto al decreto ley 1295 de 1994 sobre la definición que se tiene de accidente trabajo. En el decreto se aceptaba como accidente de trabajo aquel que se produce en el desplazamiento del trabajador hacia su lugar de trabajo o viceversa **cuando el transporte lo suministra el empleador**. En el proyecto de ley por su parte, el accidente de trabajo incluye el que ocurre **en cualquier tipo de transporte** dos horas antes y dos horas después de la jornada laboral. Así el llamado accidente *in itinere* (accidente de trayecto) significaría tanto un incremento en la probabilidad de ocurrencia de accidentes como de la severidad de los mismos, lo que representa mayores pagos tanto por atención y asistencia como por compensaciones económicas. Esto constituye un cambio de suma importancia

⁴ El proyecto esta publicado en la gaceta del Senado número 524 de 2008. Al momento de la realización del presente trabajo el proyecto se encontraba en debate publicado en la gaceta 830 de 2008.

dado que no se tiene claridad respecto a la disposición que existe de aumentar la cotización por la cobertura de un nuevo riesgo, lo significa que el accidente *in itinere* incrementaría directamente el gasto sin su contrapartida en el ingreso.

A nivel internacional existen muchos países que cubren el accidente *in itinere* (ver tabla 2), pero en una gran cantidad de ellos este tipo de accidentes se financian por medio de una tarifa separada. Esto por que el accidente de trayecto se encuentra por fuera del control del empleador y por tanto no aplica las medidas preventivas implementadas para disminuir su ocurrencia. Así por ejemplo Sistemas como el belga, el portugués, el francés, el italiano, entre otros, separan un porcentaje estándar del total de la nómina para financiar el *in itinere*. En Bélgica a partir de un estudio realizado en el año 2003 se recomendó que se cobrará una tarifa adicional de 0,63% sobre la nómina para los trabajadores de oficina y 0,36% para los demás trabajadores, en Portugal la tarifa se mueve entre 0,5% y 1,2% de acuerdo al medio de transporte en el que se moviliza el trabajador y en Francia para el año 2003 representaba cerca del 0,34% (Munich Re Group, 2004).

Desde el punto de vista de las consecuencias del accidente, Munich Re Group muestra que a pesar que el accidente de trayecto explica menos del 15% de los accidentes ocupacionales ocurridos en los países analizados en su estudio, sus consecuencias son generalmente graves o fatales. En este sentido del total de accidentes que tuvieron consecuencias graves o fatales, el accidente en trayecto representó el 47,3% en Francia, el 28,7% en España, el 45% en Finlandia, el 42,9% en Alemania, el 21,1% en Italia y el 46,3% en Bélgica⁵. Esto significa costos más altos tanto por pago de incapacidades permanentes como pensiones por invalidez y muerte (Munich Re Group, 2004).

⁵ Cifras para el año 2002

Tabla 2. Accidente *in itinere* en diferentes Sistemas de Riesgos Profesionales

País	Cobertura		Comentarios
	Si	No	
Argentina	x		
Brasil	x		Controversia en la definición de concepto
Chile	x		
Colombia		x	Excepción: incluido si el medio de transporte lo suministra el empleador
Paraguay		x	
Uruguay	x		
USA		x	
China	x		Incluido solo si el accidente involucra vehículo de motor
India		x	
Japan	x		
Corea del Sur		x	
Australia Territorio Capital	x		
Territorio del Norte	x		
New South Wales	x		
Queensland	x		
Sur de Australia		x	
Tasmania		x	
Victoria		x	
Australia Occidental		x	
Nueva Zelanda		x	Incluido solo si el accidente ocurre en un medio de transporte suministrado por el empleador o en el trayecto hacia el sitio de atención después de un accidente laboral.
Sudáfrica	x		
Austria	x		
Bélgica	x		
Bulgaria	x		
República Checa		x	
Dinamarca		x	
Estonia	x		
Finlandia	x		
Francia	x		
Alemania	x		
Grecia	x		
Hungría	x		
Islandia	x		
Irlanda	x		
Italia	x		
Lituania	x		
Luxemburgo	x		
Holanda			El Sistema de Seguridad Social paga compensación por todos los accidentes sin ninguna distinción e independiente de su causa. El concepto de riesgo ocupacional ha sido reemplazado por el de riesgo social.
	x		
Noruega			Cubierto cuando el viaje es arreglado por el empleado o implica un incremento significativo en el riesgo.
		x	
Polonia		x	
Portugal	x		
Rumania	x		
Eslovaquia		x	
España	x		
Suecia	x		
Suiza	x		
Reino Unido		x	

Fuente. Adaptado de Munich Re Group, 2004.

Para el caso colombiano, Fasecolda utilizando datos del Fondo de Prevención Vial realizó un estimativo de accidentalidad por accidente *in itinere*. La tabla 3 presenta inicialmente el total de accidentes de tránsito ocurridos en Colombia durante el año 2007. De esta valor se restan aquellos accidentes ocurridos el día domingo, luego se contabilizan aquellos propios de la población en edad de trabajar para la luego pasar a la población ocupada dependiente,

y por último se cuentan solo aquellas contingencias que ocurren en horas picos. Con esto se busca no solo estimar los accidentes propios de la población trabajadora y que son objeto del Sistema General de Riesgos, sino que también se buscan aquellos que ocurren en las horas que entrarían dentro de la definición del *in itinere*. La segunda parte de la tabla toma el resultado obtenido en el paso anterior y calcula el incremento respecto a los accidentes profesionales ocurridos en el SGRP durante 2007. Adicionalmente para el estimativo utiliza valores obtenidos en otros Sistemas a nivel internacional.

Se observa que por accidente *in itinere* serían 369 muertes adicionales para el Sistema quedando con 739 (no se incluye el Instituto de Seguros Sociales—ISS— dentro del cálculo), lo que representa una variación cercana la 100%. Para el caso de los heridos serían 3.050 más para el Sistema quedando este con 318.442, lo que representa una variación del 1%. Ahora bien Fasecolda resalta adicionalmente el 14,7% y el 34,32%⁶ como variaciones en accidentes sin consecuencias fatales y accidentes mortales si se toma como referencia Sistemas de Riesgos a nivel internacional.

Tabla 3. Estimativo de accidentalidad por *in itinere*, 2007

	Número muertes	Número heridos
Total accidentes de tránsito en Colombia año 2007	4.766	36.618
Proyecciones:		
Si se exceptúan domingos	3.741	30.393
Si se contabilizan solo accidentados mayores de 15 años (Población edad de trabajar)	3.464	23.423
Si se aplica a la población ocupada dependiente (24.9% de población en edad de trabajar)*	862	5.832
Si se contabilizan solo accidentes en horas pico de trayectos casa -trabajo-casa: entra 5y 9 am, las 12 y 14 (restando un 20% de municipios grandes) y las 16 y 20.	369	3.050
Probables <i>in itinere</i>	369	3.050

* Sin independientes, ni informales

Estimativos	Datos fondo prevención Vial	Si se aplica el promedio internacional**
Accidentes de trabajo 2007 (Sin ISS)	315.392	315.392
Accidentes <i>in itinere</i> con heridos	3.050	46.300
Accidentes de trabajo más <i>in itinere</i> con heridos	318.442	361.692
Muertes en accidente de trabajo 2007	370	370
Muertes en accidente <i>in itinere</i>	369	127
Muerte en accidentes de trabajo mas <i>in itinere</i>	739	497
Incremento:		
No accidentes	1,0%	14,7%
No muertes	99,73%	34,32%

** Para accidentes *in itinere* 14,7%, para muertes *in itinere* 34,2%.

Fuente. Adaptado de cálculos realizados por Fasecolda utilizando datos del Fondo de Prevención Vial

⁶ De acuerdo con la gaceta 830 de 2008 en la cual se encuentra publicado el debate respecto al proyecto ley 103 de 2008, la inclusión del accidente *in itinere* representa un incremento entre el 18% y 28% de la siniestralidad en riesgos profesionales.

Un ejercicio reciente realizado por la Administradora ARP Sura muestra que como consecuencia de la inclusión del *in itinere*, el total de accidentes ocurridos puede incrementarse en cerca del 12%, mientras que aquellos que generan muerte se incrementarían por encima del 30%. Esto significa un aumento de cerca de 12 puntos porcentuales en la siniestralidad, lo cual llevaría la siniestralidad del Sistema presentada en la gráfica 4 a cerca de 70% para el año 2008. Esto representa una gran preocupación desde el punto de vista de la viabilidad tanto del Sistema General de Riesgos Profesionales como de las organizaciones que lo administran, dado que en ningún momento se ha mencionado una contrapartida en el ingreso a partir del cobro de una mayor cotización por el cubrimiento de un nuevo riesgo.

El segundo cambio legislativo importante está relacionado con un debate que se ha presentado desde tiempo atrás en el Sistema y que ha tomado fuerza de nuevo en el país, y tiene que ver con la modificación de la tarifa con que pagan las empresas al SGRP. De acuerdo con la tabla 1 la clase de riesgo a la cual pertenece una empresa determina la tasa con la cual cotiza al SGRP, teniendo como referencia tanto un valor mínimo como uno máximo. La posibilidad de moverse al interior de este intervalo depende según el decreto ley 1295 de la actividad económica de la empresa, el cumplimiento de las políticas y el plan de trabajo anual del programa de salud ocupacional que se elabora con asesoría de la ARP, la siniestralidad de la empresa y el indicador de variación del índice de lesiones incapacitantes (Arenas, 2003). Ahora bien en el momento en que una empresa se afilia al SGRP paga con el valor inicial que se observa en la tabla 1, pero con la posibilidad de ubicarse en un valor diferente de acuerdo al cumplimiento de los requisitos mencionados. Esta posibilidad no se ha manifestado aún y durante el tiempo de operación del Sistema de Riesgos Profesionales todas las empresas han pagado con el valor inicial, pero en la actualidad se ha revivido el debate respecto a disminuir la tasa a la cual cotizan los empleadores y de esta forma disminuir el costo que se tiene por prestaciones laborales.

De acuerdo con cálculos realizados por la Administradora de Riesgos Profesionales ARP Sura, la modificación en la tarifa podría representar una disminución en los ingresos cercana al 5% o 6%. Esto como efecto de la posibilidad que tienen las empresas de cotizar con una tarifa inferior, dado el proceso de clasificación de trabajadores que se tiene por clase de riesgo. Así por ejemplo empresas que cotizan con la tasa más alta del 6,96% podrían disminuir este valor hasta un mínimo de 3,22% pero también podrían verse perjudicadas y aumentar hasta un máximo de 8,7%. En este sentido debe tenerse en cuenta, que moverse en el intervalo está sujeto al cumplimiento de unos requerimientos y que por tanto la disminución en la tarifa implica mejorar los indicadores de accidentalidad tanto en frecuencia como en severidad. Sin embargo no se conoce una cuantificación clara del efecto neto sobre el resultado de la operación de la disminución en los ingresos y la accidentalidad.

1.3.2 Evolución del empleo en el país

El entorno macroeconómico del país y la evolución del empleo que depende de este, representan aspectos relevantes dentro del análisis dada la estrecha relación que existe entre la ocupación formal y la afiliación a la ARP. De esta manera realizar una revisión de

algunos hechos estilizados relacionados con la actividad económica en el país, así como presentar las tendencias actuales del mercado laboral, constituye un insumo importante para el modelo planteado más adelante a partir de la definición de los escenarios relacionados con el empleo que se utilizaran en las simulaciones.

De acuerdo con Fedesarrollo, la desaceleración de la economía en 2008 puso fin a la fase de alto crecimiento que exhibió el país durante el período comprendido entre los años 2003 y 2007. En este sentido se pasa de un promedio de crecimiento en los últimos años cercano al 6% a uno del 2,5% para 2008. Esto explicado básicamente por la crisis financiera internacional que presentó su nivel más crítico hacia finales del año, la debilidad en la demanda agregada asociada con el incremento en tasas de interés y los problemas en las relaciones comerciales con Venezuela, el aumento de la inflación que impactó el poder adquisitivo de las personas y los costos de producción, la reducción de la inversión y el gasto público a nivel local y la desaceleración del crédito dado un sector financiero más prudente (Fedesarrollo, 2008).

De forma específica, en 2008 el crecimiento real de la demanda interna fue de 3,5% respecto al 8,5% de 2007, 8,9% de 2006 y 7,8% en 2005. Desde el punto de vista del consumo de los hogares esto estuvo asociado básicamente con el deterioro de la confianza de los consumidores, el incremento de las tasas de interés que encarecieron el acceso al crédito y el aumento de los precios de los alimentos y combustibles que afectaron el ingreso disponible de las familias. Para el caso del consumo del sector público también se presentó un debilitamiento si se compara el crecimiento de 1,3% de 2008 con el 4,5% y 4,2 % de 2007 y 2006 respectivamente. Por último la inversión se constituyó en el rubro más importante para la demanda dado que su expansión supera la del PIB, el consumo privado y público. Sin embargo la variación para el 2008 (7,7%) es inferior a la de otros años, debido en parte a que la inversión pública cayó cerca del 7,1% como consecuencia (al igual que el consumo público) del rezago en el gasto de las administradoras locales (Banco de la República 2009).

Desde el punto de vista de la demanda externa, la información disponible muestra una desaceleración de las exportaciones reales para 2008 al crecer 8,1% respecto al 11,4% de 2007. Este resultado es consecuencia de caídas en los volúmenes exportados de café y carbón y menores exportaciones no tradicionales a Estados Unidos y Venezuela. Por el lado de las importaciones también se presentó desaceleración pero en menor magnitud que las exportaciones, tal que el aporte que la demanda externa neta hizo al crecimiento económico fue negativo y el déficit comercial en pesos aumento de 10% en 2007 a 11,1% en 2008 (Banco de la República, 2009).

Para el caso de la oferta, la reducción en la dinámica observada durante 2008 se presentó en casi todos los sectores con especial intensidad en la industria, el comercio, transporte y construcción. Así los sectores de la actividad industrial que más se vieron afectados fue el de vehículos, refinación de petróleo y confecciones. En cuanto a construcción, el rubro de construcción de edificaciones creció 18,7% en 2008 cifra no observada desde el año 2004, pero obras civiles cayó en 7,1% cuando en 2007 había crecido en 19,1%. De acuerdo con el

Banco de la República, la expansión en edificaciones tuvo que ver más con la terminación de obras iniciadas en 2007 que con ejecuciones en 2008.

Adicionalmente el Banco de la República muestra como la disminución en el crecimiento del PIB para 2008 se presentó tanto en los sectores transables como los no transables. Para el primer caso la desaceleración fue de 5,1 puntos porcentuales, aunque sobresale el comportamiento del sector de minas y canteras que creció 7,3% en el año. Para el segundo caso la desaceleración fue de 4,8 puntos porcentuales si se comparan los años 2007 y 2008, explicado básicamente por los resultados de sectores como comercio y construcción (Banco de la República 2009).

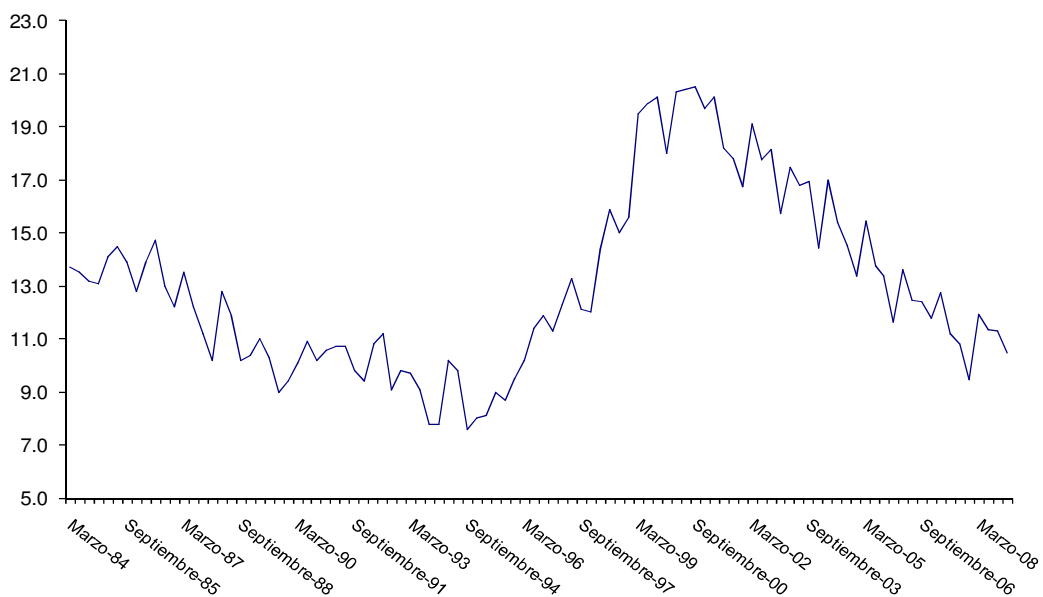
En este orden de ideas, la desaceleración en la actividad significó que durante 2008 se presentara una desaceleración gradual en el ritmo de creación de empleo en el país. De acuerdo a cifras presentadas por la Gran Encuesta Integrada de Hogares del DANE, en todo el 2008 los ocupados crecieron a una tasa anual de 2,0% y 2,9% a nivel nacional y en las trece ciudades respectivamente, que significa que en el año se incrementaron en 336.000 y 240.000 los puestos de trabajo en la economía. Sin embargo si se examina solo el último trimestre del año, se observa que los ocupados sólo aumentaron 0,4% para las trece ciudades y disminuyeron 1,3% para el total nacional con respecto al mismo período del 2007. Ahora bien si el análisis se realiza por grupo de empleados, se observa que aquel que corresponde a los asalariados (obreros, empleados privados y del Gobierno) cayó durante 2008 a tasa anuales del 5,7% y 4,7% a nivel nacional y en las trece principales áreas urbanas respectivamente, lo que representa 435.000 y 218.000 plazas de trabajo. De esta forma el incremento de los ocupados totales durante el año pasado estuvo basado en el empleo no asalariado, tal que este grupo creció a tasas anuales de 8,2% y 12,3% a nivel nacional y en las trece principales ciudades, aunque para el último trimestre disminuyó considerablemente el ritmo (Banco de la República, 2009).

Adicionalmente, las cifras del mercado laboral para los jefes de hogar, el segmento de la población que usualmente tienen condiciones laborales más estables y que solo muestra cambios significativos antes de crisis en el empleo, mostraron en 2008 los mismos comportamientos del total de la población tal que se registró una caída en la tasa de ocupación e incremento en la tasa de desempleo para este grupo. En este sentido, a nivel nacional la tasa de desempleo de jefes de hogares se ubicó en 5,5% en 2008 cuando el valor para 2007 era de 5,2%, mientras que en las trece ciudades el valor fue de 6,1% frente a 5,7% en 2007 (Fedesarrollo, 2008).

Por último, las cifras provenientes de las encuestas sectoriales muestran que para el empleo en la industria se presentó una reducción a noviembre de 2008 del 4,1% anual, completando de esta manera siete meses de caídas anuales consecutivas. En este sector el empleo temporal fue el que mostró los resultados más bajos, aunque en el último trimestre del año el permanente también empezó a decrecer. Para el comercio, el ritmo de creación del empleo también se frenó a finales del año tal que en noviembre presentó una tasa anual de -0,2%. Esta desaceleración se concentró básicamente en los trabajadores permanentes (Banco de la República, 2009).

Lo anterior es importante si se compara con la tendencia presentada en los últimos años por la tasa de desempleo para las siete principales áreas metropolitanas del país. La gráfica 5 muestra como la tasa de desempleo ha presentado una recuperación considerable desde el año 2000, pasando de valores cercanos al 20% a unos del orden del 11%. Sin embargo vale la pena comentar que a pesar de la gran recuperación presentada desde el año 2000, el país no ha sido ajeno a períodos de incremento sostenido en la tasa de desempleo tal y como se observa entre los años 1994 y 1999. El comentario no apunta a señalar que la desaceleración en la actividad económica presentada en el año 2008, y por tanto la desaceleración gradual en el crecimiento del empleo comentada anteriormente, vayan a generar necesariamente períodos de incremento sostenido en la tasa de desempleo como los observados en algunos períodos de la historia, sino más bien a mostrar escenarios que son posibles y que deben ser tenidos en cuenta en un proceso de simulación.

Gráfica 5. Tasa de desempleo en las principales siete áreas metropolitanas, 1984-2008
(Promedio móvil tres meses)



Fuente. Banco de la República

Nota 1. Las áreas metropolitanas consideradas son Santa fe de Bogotá, Medellín y Valle de Aburrá, Barranquilla, Cali, Bucaramanga, Manizales y Pasto

Nota 2. En el año 2000 el DANE realizó un proceso de revisión y actualización de la metodología de la Encuesta Nacional de Hogares (ENH), denominada ahora Encuesta Continua de Hogares (ECH). Por lo anterior, a partir de la misma fecha las cifras no son comparables, y los datos correspondientes para las cuatro y las siete áreas metropolitanas (Bogotá, D.C., Barranquilla, Cali, Medellín, Bucaramanga, Manizales y Pasto) son calculados por el Banco de la República.

De acuerdo a lo anterior, se espera una dinámica acentuada para el corto plazo tal que los pronósticos de crecimiento económico para el 2009 (0,7%), las condiciones externas poco favorables para la economía colombiana, el impacto que la desaceleración económica ha tenido en sectores de alta generación de empleo como el industrial y comercial, entre otras

condiciones, ha llevado a incrementar las probabilidades de mayores alzas en las tasas de desempleo. En este sentido Fedesarrollo espera que durante 2009 el mercado laboral se deteriore aun más y la tasa de desempleo se aproxime al 13% en el promedio anual (Fedesarrollo, 2008).

Lo anterior se relaciona directamente con el desempeño de la ARP dado que dentro de su operación los afiliados y la cantidad de los mismos son un componente fundamental. En este sentido los afiliados de una ARP se encuentran conformados por aquellos trabajadores que entran con nuevas empresas vendidas, los que salen cuando hay desafiliación, aquellos que ingresan a las empresas que ya se encontraban como clientes de la ARP y los que se retiran por despidos que realizan esas mismas empresas. Así si los valores netos entre venta menos desafiliación e ingresos menos retiros son positivos la cantidad de afiliados de la Administradora se incrementa, pero si esos netos son negativos o uno es positivo y el otro negativo pero no se alcanzan a compensar los afiliados disminuyen.

Un desempeño pobre del empleo impactaría ambos netos al reducir el conjunto empresas al que se puede llegar con la fuerza de ventas reduciendo el mercado potencial, incrementar la cantidad de trabajadores que salen de las empresas por despido y disminuir el ritmo de contratación de nuevos trabajadores, dado que la actividad en las empresas exige mantener personal reducido. Por tanto, evaluar mediante simulación el impacto que diferentes comportamientos del empleo tiene en la afiliación es importante para conocer posibles resultados de la operación ante diferentes escenarios. Tomando en cuenta lo anterior, a continuación se presenta la metodología de modelamiento utilizada en el presente trabajo, partiendo de la definición del concepto de complejidad y las características de esta presentes en riesgos profesionales, pasando por el modelo causal que constituye la base del modelo formal y que relaciona tanto el empleo como todas las variables que forman la estructura de operación de la ARP, finalizando con las simulaciones utilizando el software PowerSim.

2. METODOLOGÍA DE MODELAMIENTO DEL SGRP

La complejidad es una característica propia de los sistemas que se encuentra explicada por las limitaciones que tienen los modelos mentales de las personas para comprender todos los posibles resultados de sus decisiones. Es así como en diferentes ocasiones, y como consecuencia de las decisiones realizadas, los sistemas exhiben respuestas inesperadas o contra intuitivas que surgen de la incapacidad que se tiene al momento de tomar la decisión de entender y dimensionar todos los posibles efectos en el tiempo o en algún componente del sistema que no fue tomado en cuenta inicialmente (Serman, 2001). En este sentido, por lo general solo se piensa en los efectos más inmediatos y de corto plazo, descuidando los de largo plazo; y solo se analizan aquellos componentes del sistema que se encuentran en los modelos mentales del tomador de decisiones, olvidando los efectos sobre otros componentes importantes pero que no son reconocidos dentro de aquellos modelos mentales (Senge, 1993).

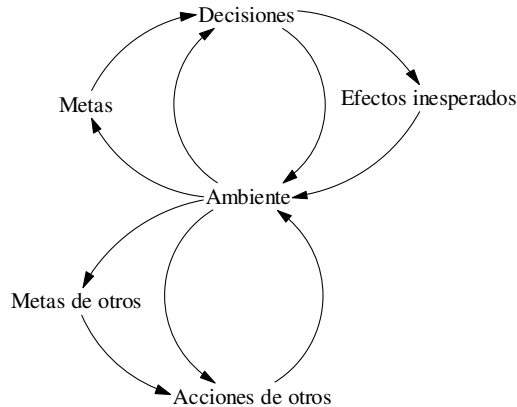
Ahora bien, la complejidad no necesariamente surge por la gran cantidad de variables que tiene un sistema, sino por las interacciones en el tiempo entre los agentes que hacen parte de ese sistema (Serman, 2001). Así para el primer caso es necesario combinar una gran cantidad de componentes y posibilidades para obtener un resultado determinado, lo cual puede ser complicado si no se tiene una visión clara y completa del sistema sobre el que se va a actuar, llevando a que las acciones realizadas maximicen de forma local y se olviden de los objetivos globales (Senge, 1993). Para el segundo caso, la dinámica propia de las interacciones y su cambio continuo en el tiempo a partir de la retroalimentación, hacen que los sistemas se comporten de formas que las personas no pueden comprender, aun en aquellos sistemas extremadamente simples y que cuentan con un conjunto reducido de componentes y combinaciones (Serman, 2001). Ambos tipos de complejidades se observan en las organizaciones, pero es tal vez el segundo tipo el que crea mayores problemas dada la incapacidad que tiene los modelos utilizados tradicionalmente para capturar relaciones dinámicas, que obedecen a patrones no lineales y que superan el entendimiento humano.

En este orden de ideas, existe un conjunto amplio de elementos que hacen que un sistema sea complejo⁷, pero aquellos más comunes en sistemas como el de riesgos profesionales y que representan dificultades en la administración de las organizaciones son los procesos de realimentación, los retardos de tiempo, la comprensión del concepto de acumulación - flujo y las relaciones no lineales entre componentes del sistema. El primero parte de la idea que los resultados de las acciones en la actualidad definen las situaciones futuras. De forma contraria a la visión orientada a eventos donde las situaciones se ven como una secuencia lineal de eventos con un inicio y un final, los sistemas reales como una ARP reaccionan frente a las decisiones que afectan el ambiente creando la necesidad de un nuevo conjunto cualitativamente diferente de decisiones (Serman, 2000). El desconocimiento de estos

⁷ Ver Serman, 2001 para una explicación detallada y amplia de todos los elementos propios de la complejidad en los sistemas.

procesos de realimentación generados por las propias intervenciones en el sistema, lleva a las personas a pensar que las situaciones son incontrolables y la única forma de actuar es mediante la reacción, dado que sus propias decisiones generaron unas condiciones diferentes a las analizadas inicialmente (Stermán, 2001).

Figura 2. Diagrama del proceso de realimentación



Fuente. Adaptado de Stermán, 2001

Pasando al tema de los retardos, estos se refieren al tiempo que separa el momento en que se toma la decisión y aquel en que se manifiesta, por ejemplo, la inversión en prevención de riesgos tiene un efecto de reducción de la accidentalidad distante en el tiempo, dado que es necesario identificar los factores de riesgos, plantear estrategias para tratarlos, adelantar un cronograma de intervención, dar capacitaciones respecto a la implementación de mejores prácticas, entre otras actividades necesarias para obtener resultados. La diferencia en el tiempo genera inestabilidad y oscilación en el sistema dado que al ignorarse el retardo se continúan presionando con acciones que ya fueron tomadas en el pasado pero que no se han manifestado aun (Stermán, 2001). Esto es especialmente importante en organizaciones como la ARP, donde la búsqueda de resultados inmediatos lleva a presionar y actuar de forma exagerada en el corto plazo, perdiendo la visión de largo plazo y generando crisis, inestabilidad y oscilación una vez todos los resultados de las decisiones se manifiestan.

En cuanto al tema de la acumulación y los flujos es importante mencionar que a pesar de ser una realidad (como ejemplo esta el caso de los afiliados que se acumulan y desacumulan con flujos de entrada y salida como la vinculación de personal y los despidos), solo hasta la década pasada fue considerado de forma explícita por los administradores apoyados en la nueva visión de la organización basada en recursos. Esta visión considera tanto la acumulación de tangibles (plantas, equipo, inventarios, entre otros) como de intangibles (capacidades, conocimientos, expectativas de los empleados, entre otros) como parte importante de la operación de una organización, pero adicionalmente reconoce los flujos (entrada y salida) como generadores de cambio en esa operación dado el efecto que tiene sobre la acumulación (Stermán, 2001).

Ahora bien el problema con la acumulación y los flujos es que diversos estudios han mostrado que a pesar de su supuesta sencillez, la comprensión que tienen las personas del tema es pobre. En este sentido diferentes ejercicios simples, donde se pone a prueba la comprensión del concepto muestran resultados donde personas con diferentes grados de escolaridad comenten errores de forma persistente, violan leyes básicas como la conservación de la materia, expresan resultados para los ejercicios que nada tienen que ver con los correctos, no entienden la diferencia entre flujo y acumulación, confunden el comportamiento de algo acumulado con el comportamiento del flujo de entrada, entre otros (ver Sterman, 2008; Sterman, 2002). Esta deficiencia de comprensión hace que las personas consideren los sistemas como algo imposible de entender y que por tanto sus comportamientos son inesperados o contra intuitivos (Sterman, 2002), cuando la deficiencia es de otro orden.

Para el caso de una ARP variables como promedio de afiliados, resultado de la operación, ingreso base de cotización promedio, entre otras, pueden ser vistas como niveles que acumulan flujos de entrada y salida. Por ejemplo para el primer y segundo caso, un incremento tanto en el promedio de afiliados como en el resultado de la operación, exige reconocer la relación entre flujos de entrada y salida. En este sentido no solo es necesario que lleguen nuevos afiliados sino que esta cantidad sea superior a la que se sale para aumentar el promedio, mientras que en el caso del resultado de la operación, es muy importante tener en cuenta la dinámica tanto de los ingresos como de los pagos para definirlo. Este concepto parece sencillo, pero tal y como se comentó anteriormente, experimentos con un mismo nivel de sencillez han mostrado que las personas no comprenden adecuadamente la relación, suponiendo que la variable que acumula se comporta igual al flujo de entrada sin tener en cuenta el de salida (ver Sterman, 2008).

Por último, y dado el amplio conjunto de relaciones entre los componentes de un sistema como el de riesgos profesionales, el cambio continuo de estos componentes en el tiempo, la realimentación, los retardos, entre otros, sería imposible pensar que las relaciones entre las partes del sistema son claras y de carácter lineal. En este sentido, se debe tener en mente que el efecto pocas veces es proporcional a la causa y que aquello que ocurre de forma local en un sistema no aplica en otras partes del mismo, por lo que las relaciones generalmente son de carácter no lineal (Sterman, 2001). Este es un factor clave para explicar el comportamiento inesperado de los sistemas y su resistencia a las políticas, ya que muchas veces las decisiones se toman basadas en modelos y simulaciones mentales incapaces de capturar la dinámica y complejidad que expresan las relaciones no lineales (Forrester, 1991).

A manera de ejemplo para la ARP existen relaciones que actualmente son desconocidas de forma empírica. El impacto que tiene la prevención de riesgos además de tardarse un tiempo en manifestarse, no obedece a una relación lineal directa tal que se pueda decir con exactitud que actividades o cuanto dinero es necesarios para disminuir los accidentes en un porcentaje determinado. Ese impacto obedece a tantas dimensiones y relaciones entre tantas variables que no existe una medida única que se útil como referente para la cuantificación. Adicionalmente, la prevención además de impactar la frecuencia busca disminuir la severidad, por lo que esta última debe ser incluida a la hora de realizar una evaluación

costo-efectividad de esa prevención. Otro ejemplo es el que tienen que ver con la relación que se establece entre inversión en el afiliado y fidelidad del mismo frente a la ARP. Esta relación cuenta con un alto grado de subjetividad y sería muy compleja medirla si solo se utilizan relaciones matemáticas entre pocas variables y bajo el supuesto de linealidad.

Al observar las características del SGRP, es claro que si se desea modelar algún aspecto del sistema es necesario utilizar metodologías que trabajen adecuadamente con aquellas características. En este orden de ideas se propone la dinámica de sistemas —DS— como una alternativa propia de los modelos de simulación para tratar la complejidad. La DS es adecuada para el estudio de sistemas socio-económico inestable, dado que dentro de los modelos se tienen en cuenta características como ciclos de realimentación, retardos, modelación de variables cualitativas, relaciones no lineales y procesos de acumulación y flujo que hacen de los sistemas sociales complejos y difíciles de estudiar con otro tipo de modelación (Dyner *et al*, 2008).

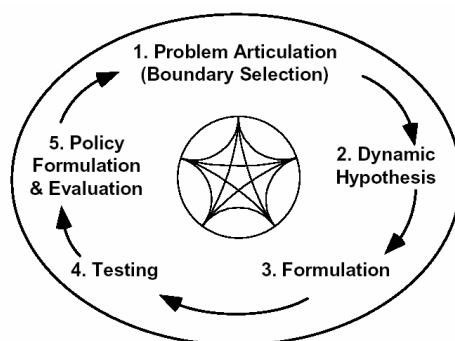
La DS se encuentra fundamentada en la idea que el comportamiento de un sistema puede explicarse mediante su estructura, de forma que al identificar y caracterizar los diferentes comportamientos se pueden establecer aquellos factores fundamentales que los generan y de esta forma ayudar a detectar problemas y aprender respecto al sistema (Dyner *et al*, 2008). Así la DS tiene como propósitos tanto la explicación de comportamientos a partir de la estructura del sistema, como servir de instrumento para el aprendizaje organizacional a partir del estudio en un ambiente controlado de los posibles efectos de cambios estructurales y la aplicación de diferentes políticas (Dyner, *et al*, 2008). Para este fin la simulación de escenarios se convierte en un factor determinante, aclarando que se no busca la predicción sino más bien la experimentación.

Como metodología de trabajo la dinámica de sistemas parte de la identificación de un problema que se desee analizar, lo cual incluye el reconocimiento de las variables fundamentales del problema, el análisis del comportamiento pasado de esas variables (modos de referencia), la explicaciones y planteamiento de hipótesis respecto a lo observado en los comportamientos y lo que se espera a futuro y la definición del alcance temporal del estudio. En este sentido, el presente trabajo busca la caracterización compleja de la operación de una ARP y el modelamiento para el análisis de escenarios futuros, de acuerdo a unos cambios esperados para el SGRP en Colombia. Con esto se busca revisar la tendencia en los próximos años de variables fundamentales como las presentadas en la sección dedicada a los modos de referencia. Ahora bien, una vez se ha cumplido el primer paso se pasa a plantear una hipótesis dinámica (diagrama de relaciones causales entre variables) que permita identificar las estructura del problema que se esta tratando, además de analizar los diferentes ciclos de realimentación que se presentan entre las diferentes variables y los retardos de tiempo en el sistema (Sternan, 2000). Este modelo causal se encuentra en la tercera sección donde se describe el modelo propuesto para la operación de una ARP.

El próximo paso en el proceso de modelamiento tiene que ver con la formalización del modelo (expresarlo en niveles y flujos) estableciendo matemáticamente las relaciones planteadas en la hipótesis dinámica. Para esto se cuenta con la ayuda de software como

PowerSim, Ithink, Stella, Vensim, entre otros, que además de formalizar permiten realizar simulaciones con el modelo implementado. Es importante aclarar que en los modelos formales todos los procesos y variables del sistema real que se busca modelar se encuentran especificados como relaciones entre flujos de materiales e información y acumulación de los mismos, representaciones de los procesos de toma de decisiones e indicaciones de la forma como ocurren los retardos en los ciclos de realimentación (Dyner, *et al*, 2008). Una vez finalizada la formalización, se aplican el conjunto de pruebas de validación con el objeto de generar confianza respecto a la capacidad del modelo (ver Barlas, 1996). Por último se realizan diferentes simulaciones controladas que permitan experimentar cambios, probar políticas y estudiar respuestas frente a choques externos. En este sentido los modelos permiten dar respuestas a preguntas del tipo: ¿qué pasa si? (Sterman, 2000).

Figura 3. Proceso iterativo de modelación con dinámica de sistemas



Fuente. Tomado de Sterman, 2000

2.1. Literatura en riesgos profesionales y utilización de la dinámica de sistemas

La DS como metodología de trabajo ha sido ampliamente utilizada en la literatura para analizar diferentes temas en las organizaciones. Para los objetivos del presente trabajo, resaltan los artículos presentados por Grosser, 2005; Hirsch *et al*, 2005; Hwang, 2005; McDonnell, 2006; Thompson, 2006; Cooke *et al*, 2007; Lyell y MCDonell, 2007; Dierks, *et al*, 2008; los cuales son algunos ejemplos de aplicación de DS en diferente Sistemas de Salud en distintos países del mundo. En este sentido, cada uno de estos artículos busca entender la estructura que esta generando comportamientos inesperados en cada uno de los Sistemas de Salud analizados, para luego presentar varias simulaciones donde se evalúan diferentes escenarios y respuestas, de forma que se pueda ayudar al diseño de políticas. A diferencia de otros tipos de modelos (estadísticos, econométricos, optimización, entre otros), los que se encuentran en estos artículos manejan aspectos de la complejidad como las relaciones no lineales, los retardos de tiempo y la realimentación, y buscan entregar análisis de largo plazo. Lo anterior es importante ya que a pesar que aun no se encuentra un trabajo de aplicación de dinámica de sistemas a riesgos profesionales, su similitud con el sector salud hace que la DS sea una alternativa respecto a lo que se ha hecho hasta ahora a nivel internacional y en Colombia.

A nivel internacional los trabajos en riesgos profesionales son tanto de tipo descriptivo de acuerdo al Sistema propio de cada país, como de modelación basada en estadística o econometría. Resaltan trabajos como el presentado por Lakdawalla *et al*, 2005 en el cual para estudiar el comportamiento de las reclamaciones en riesgos profesionales, se utiliza un modelo estadístico que incluye varias variables que determinan la tendencia de los individuos a reclamar. De forma similar a otros trabajos se relacionan riesgos profesionales y salud, y entre las conclusiones se encuentra que el seguro de salud es un determinante para las reclamaciones que se hacen al seguro de riesgos profesionales. Adicionalmente el trabajo permite observar las limitaciones que tienen los modelos tradicionales para manejar aspectos como la realimentación en los sistemas, las relaciones no lineales y los retardos de tiempo.

Otros trabajos como el realizado por Edmiston, 2006 busca a partir de la utilización de modelos económicos relacionar el empleo con el sistema de riesgos profesionales. Este estudio es implementado en Estados Unidos, y encuentra que el costo que tiene para el empleador la afiliación a riesgos profesionales es importante pero no es el factor más determinante entre un conjunto de variables como desempleo o salarios. Ehrenberg, 1989 utiliza también la modelación estadística para relacionar el empleo, los riesgos profesionales y la accidentalidad. Para este fin el autor realiza una descripción del Sistema de riesgos en Estados Unidos, presenta algunos modelos sobre el mercado laboral y su relación con los riesgos laboral, caracteriza la accidentalidad y la reclamación a la luz de estos modelos y adicionalmente hace un análisis de costos como consecuencia de los pagos que se deben efectuar por las reclamaciones. Sengupta y Reno, 2007 por su parte analizan las tendencias recientes de los Sistemas de riesgos laborales y muestran posibles escenarios a futuro. Para esto se apoyan en modelos estadísticos que permiten hacer predicciones de mediano plazo. Por último Harrington y Danzon, 2000 a partir de la utilización de un conjunto de regresiones realizan un análisis completo de la tarifa y su impacto en desempeño de diferentes Sistemas de riesgo.

Ahora bien a nivel nacional, y de forma similar a los casos anteriores, los trabajos realizados para el SGRP son en su mayoría de tipo descriptivo, es escasa la utilización de modelación y no se encuentra aún algún trabajo que utilice dinámica de sistemas como metodología de elaboración. En este sentido, dentro del primer grupo resalta el trabajo presentado por Materón, 1999 donde se describe de forma detallada la constitución y funcionamiento del SGRP, el ciclo de operación de éste y se realizan propuestas para mejorar el desempeño del mismo. Para este fin el autor utiliza estadísticas históricas para el Sistema General de Riesgos Profesionales, presenta la normatividad más representativa en el mismo y describe de forma cualitativa los posibles impactos que diferentes escenarios pueden tener en su desempeño, así como también propuestas que se pueden implementar de cara al mejoramiento futuro del SGRP. Sin embargo el trabajo es descriptivo, cualitativo y basado en la experiencia y modelos mentales del autor. No se apoya en ningún tipo de modelo matemático para la prospectiva o proponer políticas.

Adicionalmente se encuentra el trabajo presentado por Arenas, 2003 el cual detalla de forma extensa los criterios normativos que regulan el SGRP dentro del Sistema Colombiano de Seguridad Social. Para este fin el texto explica el contenido jurídico de los

decretos reglamentarios que orientan el funcionamiento del SGRP en el país. Este trabajo es especialmente importante dado que la legislación y las modificaciones que se puedan presentar son determinantes en el desempeño tanto del Sistema a nivel general como de las ARP que operan en él, por lo que un conocimiento detallado de la normatividad es obligatorio antes de realizar cualquier tipo de estudio. Sin embargo se debe tener presente que el tema del documento es de orden legislativo. Ahora bien, Ronda y Orjuela, 2006 reflexionan sobre las limitaciones propias del Sistema para la consecución de sus objetivos en la población laboral del país. Para este fin los autores analizan los objetivos formulados en el SGRP a la luz de las estadísticas e indicadores relativos a la situación de empleo en el país, la población laboral afiliada, los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales en el año 2004. En este sentido el trabajo brinda una visión amplia del funcionamiento del SGRP aunque se mantiene como documento descriptivo analizando información histórica.

Existen además dos trabajos donde se tratan algunos aspectos del Sistema de Riesgos desde un punto de vista cuantitativo. El primero presentado por Restrepo y Lopera, 2006, en la parte que corresponde a riesgos profesionales, realiza un análisis descriptivo para el SGRP y adicionalmente presenta un análisis cuantitativo respecto a la estructura de la oferta de ARP en el país. Para este fin utiliza técnicas estadísticas e indicadores para evaluar la concentración de la oferta en el país, compara riesgos profesionales con el sector salud, analiza técnicamente la evolución y tendencia de los ingresos y los afiliados en el SGRP e incluye modelos económicos para estudiar el mercado de riesgos profesionales en el país. Basado en el objetivo del trabajo de caracterizar la oferta de ARP, se puede decir que este estudio además de cumplir el objetivo mencionado aporta una nueva forma de analizar los riesgos profesionales fundamentado en modelos económicos y estadísticos, más allá del análisis cualitativo y descriptivo tradicional. Si embargo no se realiza ningún tipo de análisis prospectivo y no se explica desde el modelo el funcionamiento de la ARP.

El otro trabajo importante dentro de este conjunto de análisis cuantitativo y modelación es el realizado por Gallego, 1999. En este se utiliza la regresión como metodología para entender la accidentalidad laboral en el país. El trabajo parte de presentar una descripción teórica amplia de la accidentalidad y sus determinantes, un análisis descriptivo de información durante varios años y diferentes modelos de regresión para explicar el comportamiento de los accidentes. Los resultados muestran que es posible entender aspectos en riesgos profesionales a partir de la utilización de modelos y que con estos es posible hacer estimación y prospectiva para los próximos años. Adicionalmente se realiza una revisión detallada de los sistemas de información en el SGRP y de las bondades y deficiencias que se tienen. Ahora bien, dado el objetivo que tiene el trabajo de estudiar solo la accidentalidad laboral, quedan varios temas abiertos para la investigación a partir de la modelación.

El Sistema de Riesgos Profesionales en Colombia ofrece oportunidades para la utilización de dinámica de sistemas. En primer lugar por que trabajos como el de Gallego, 1999 muestran las limitaciones que metodologías como la regresión tienen para incluir aspectos propios de la complejidad en los sistemas. En este sentido se observan problemas para manejar relaciones no lineales, incluir procesos de realimentación, tomar en cuenta

retardos de tiempo y reconocer procesos de acumulación y flujo. En segundo lugar por que se evidencia la falta de trabajo cuantitativo respecto del SGRP y las organizaciones que lo administran, aspecto a tener en cuenta dado que tanto el Sistema a nivel general como las organizaciones que lo administran (ARP) poseen características (no linealidad, retardos amplios de tiempo, realimentación, entre otras) que hacen propicia la utilización de alternativas como la DS. Por último el uso de DS a nivel internacional para plantear modelos en salud hace que sea una alternativa interesante para sectores similares como riesgos profesionales.

3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN DE LA ARP

3.1. Hipótesis dinámica

El modelo se encuentra fundamentado en el diagrama de componentes presentado en la figura 1, de forma que se busca explicar de manera detallada la conexión que existe entre las principales variables que hacen parte de la operación de la ARP. Para este fin se utilizan diagramas causales, los cuales además de mostrar la interdependencia entre diferentes variables y secciones del modelo, permiten identificar los principales ciclos de realimentación y retardos que hacen del sistema complejo. Adicional a los diagramas causales es importante mencionar que el modelo presentado en la hipótesis dinámica, tal y como se comentó antes, parte del diagrama de componentes explicado en la primera sección y que se encuentra en la figura 1, dado que aquel refleja de forma específica la operación del sistema real.

El modelo se encuentra construido para explicar la operación de la ARP tomando como referencia la ocurrencia de accidentes. No se incluye la enfermedad profesional dado que existen algunos criterios de evaluación, reporte y calificación que en la actualidad no se tienen completamente homologados entre todas las Administradoras. Adicionalmente existen aún limitaciones desde el punto de vista de la información para un análisis adecuado sobre la enfermedad profesional. Tomando en cuenta esta anotación, el modelo parte de la conexión que a partir de los afiliados existe entre la ARP y la ocupación formal en el país (ver figura 4). La ocupación formal se asume como una variable externa influenciada por la evolución del empleo en el país y que determina el mercado potencial por el cual compiten varias Administradoras. Este mercado potencial presenta limitaciones de cantidad tal que tiende a reducirse a través del ciclo de realimentación cuando se presenta mayor afiliación en el Sistema General de Riesgos Profesionales.

La conexión entre el mercado potencial y la ARP denominada como “propia” se establece a partir de la cantidad de afiliados que se obtienen por venta nueva, los que se van por desafiliación y las novedades que realizan las empresas existentes previamente como afiliadas. La venta nueva corresponde a empresas a las cuales la ARP llega por primera vez y que por tanto traen sus trabajadores como afiliados nuevos. Esta venta se encuentra bajo un esquema de competencia regulada en el mercado de riesgos profesionales, que lleva a que las Administradoras busquen diferentes alternativas para llegar a ese mercado. Así la fuerza de venta propia, los intermediarios, los negocios directos, entre otros, son modalidades utilizadas para acercarse al mercado potencial y permitir la llegada de nuevos afiliados a partir de la entrada de nuevas empresas (Materón, 1999). Después de un período determinado estas empresas pueden desafiliarse y elegir una nueva ARP, lo que resta a la cantidad de afiliados con que se contaba. Las novedades se refieren a los movimientos de contratación y despido de trabajadores que hacen a su interior las empresas afiliadas y que existían con anterioridad en la ARP. En la actualidad las novedades son las que más importancia tienen en la dinámica de los afiliados y, tal como se había comentado en el

diagrama de la figura 1, representan una conexión importante con la actividad económica en el país dado que de acuerdo a ésta última las empresas definen su estructura de personal.

A medida que se incrementa la cantidad de afiliados y su exposición al riesgo, aumenta también la cantidad de accidentes por los que debe responder la ARP. Estos accidentes pueden tener distintas características de acuerdo a la severidad de los mismos, y por tanto generar diferentes tipos de pagos. En este sentido cada afiliado cuenta con un plan de beneficios que corresponden a pagos asistenciales y prestaciones económicas ante la ocurrencia de un accidente (Restrepo y Lopera, 2006). Para el primer caso el afiliado tiene el derecho a recibir todos los servicios de salud que necesite para su recuperación, en las condiciones medias de salud establecidas por el Gobierno. Para el segundo caso, y tal como se había comentado en la primera sección, las prestaciones económicas son pagos que buscan disminuir la pérdida económica que para la empresa, el trabajador y su familia representa la ocurrencia de una contingencia (Materón, 1999).

Una parte fundamental dentro de la operación de una ARP y que sobreviene como consecuencia de la ocurrencia de accidentes y de la obligación de realizar los pagos son las reservas técnicas. Tal y como se comentó anteriormente, estas representan aquel monto de recursos reservados que deben acreditar las Administradoras para responder con los compromisos asumidos con los afiliados, los cuales corresponden a las prestaciones asistenciales y económicas mencionadas anteriormente. El modelo presentado en la figura 4 asume las reservas técnicas como parte de los pagos que se originan por la ocurrencia de accidentes en un período determinado. Esto por que al igual que los pagos asistenciales y las prestaciones económicas, las reservas representan una erogación dentro de la operación de la ARP.

Los afiliados se relacionan no solo con el ciclo de accidentes sino también con el correspondiente al ingreso, dado que este se encuentra basado en la cotización que las empresas afiliadas deben realizar por cada uno de sus trabajadores, con una cotización que es función tanto del ingreso base de cotización del trabajador al SGRP como de la clase de riesgo en la que se encuentra ubicado su lugar de trabajo (Restrepo y Lopera, 2006). Tanto la clase de riesgo como el salario base de cotización se asumen como externas en el modelo, pero existen factores como los salarios escalonados en el país, la distribución de los afiliados por sectores económicos, la combinación de riesgos del grupo de afiliados, la inflación, entre otros que impactarían estas variables. Ahora bien y tal como se observa en el ciclo, los ingresos impactan de forma directa el resultado de la operación al entregar los recursos que permitan cumplir con todos los compromisos que se asumen con el afiliado, invertir en calidad del servicio y prevención de riesgos, reservar recursos para cubrir las obligaciones, obtener beneficios de la operación del negocio y sobre todo dar continuidad al resto de ciclos (ver figuras 1 y 4).

Diferente a lo que ocurre con los ingresos, los pagos y reservas afectan de forma inversa el resultado de la operación y a la capacidad y recursos con que cuenta la ARP para invertir en los diferentes productos y servicios que entrega. Esto tiene impacto tanto en el ciclo de satisfacción de clientes como en el ciclo de prevención, intervención de los factores de riesgo y reducción de la probabilidad de ocurrencia de accidentes, tal y como se observa en

las figuras 1 y 4. Para el caso de la satisfacción el modelo en la figura 4 muestra un retardo de tiempo entre el momento que se invierte en calidad del servicio, que corresponde a la realización de todo el panorama de riesgo de acuerdo a las necesidades de las empresas, el diseño de productos y servicios acordes con ese panorama, la entrega de aquellos productos y servicios y el momento en que el cliente percibe esa calidad. Esto impacta directamente la fidelidad del cliente frente a la ARP y consecuentemente el resultado sobre la cantidad de afiliados, que a través de la disminución en la desafiliación permanecen en la Administradora.

Pasando al ciclo de la prevención e intervención de los factores de riesgo, este se constituye en la base fundamental del modelo dado los objetivos propios del SGRP y por tanto de las entidades que lo administran, los resultados sociales que se logran a partir de la disminución de accidentes laborales y el impacto en la rentabilidad tanto de las ARP como de las empresas afiliadas. En este sentido, la prevención ayuda en la disminución de la probabilidad de ocurrencia y severidad de los accidentes, lo que implica menos accidentes y por tanto menores erogaciones para la ARP, adicionalmente mejora la productividad de las empresas al disminuir el número de días de trabajo perdidos por incapacidad (Materón, 1999). Dada la complejidad propia de la prevención de riesgo, la cual debe ser implementada de acuerdo a las diferentes características de las empresas y sus factores de riesgo inherentes, las características propias del servicio que se entrega, así como los retardos de tiempo que exhibe antes de presentar resultados, no existe una cuantificación matemática definida de su impacto y de la relación costo – beneficio, por lo que la única forma para acercarse a su medición es a partir de relaciones experimentales obtenidas a partir del conocimiento de expertos del sistema real. Estas relaciones no dan valores matemáticos exactos para funciones o parámetros, sino que buscan describir trayectorias del posible impacto del esfuerzo en prevención. En el modelo de niveles y flujos que se explica a continuación, la prevención y su impacto sobre la ocurrencia de accidente se incluyen como una relación no lineal obtenida del conocimiento de expertos en el sistema real.

Para finalizar, invertir en prevención y por tanto intervenir factores de riesgo tiene unos costos asociados que afectan los resultados, de manera que no es posible invertir indefinidamente al punto que el costo por intervención disminuye el resultado de la operación y a la vez reduce la misma intervención. El problema es que como se comentaba en el párrafo anterior, no existe cuantificación que permita establecer una relación clara entre inversión en prevención y efectividad en los resultados que se obtienen, o tener claro un nivel que desde el punto de vista de rentabilidad en la operación de una ARP sea óptimo. Es acá donde cobra importancia una metodología como la dinámica de sistemas, dado que la flexibilidad propia de sus modelos permite probar diferentes relaciones entre variables a partir de simulaciones de varias relaciones no lineales que parten de supuestos, conceptos, relaciones experimentales, entre otras, que plantean los expertos del sistema real.

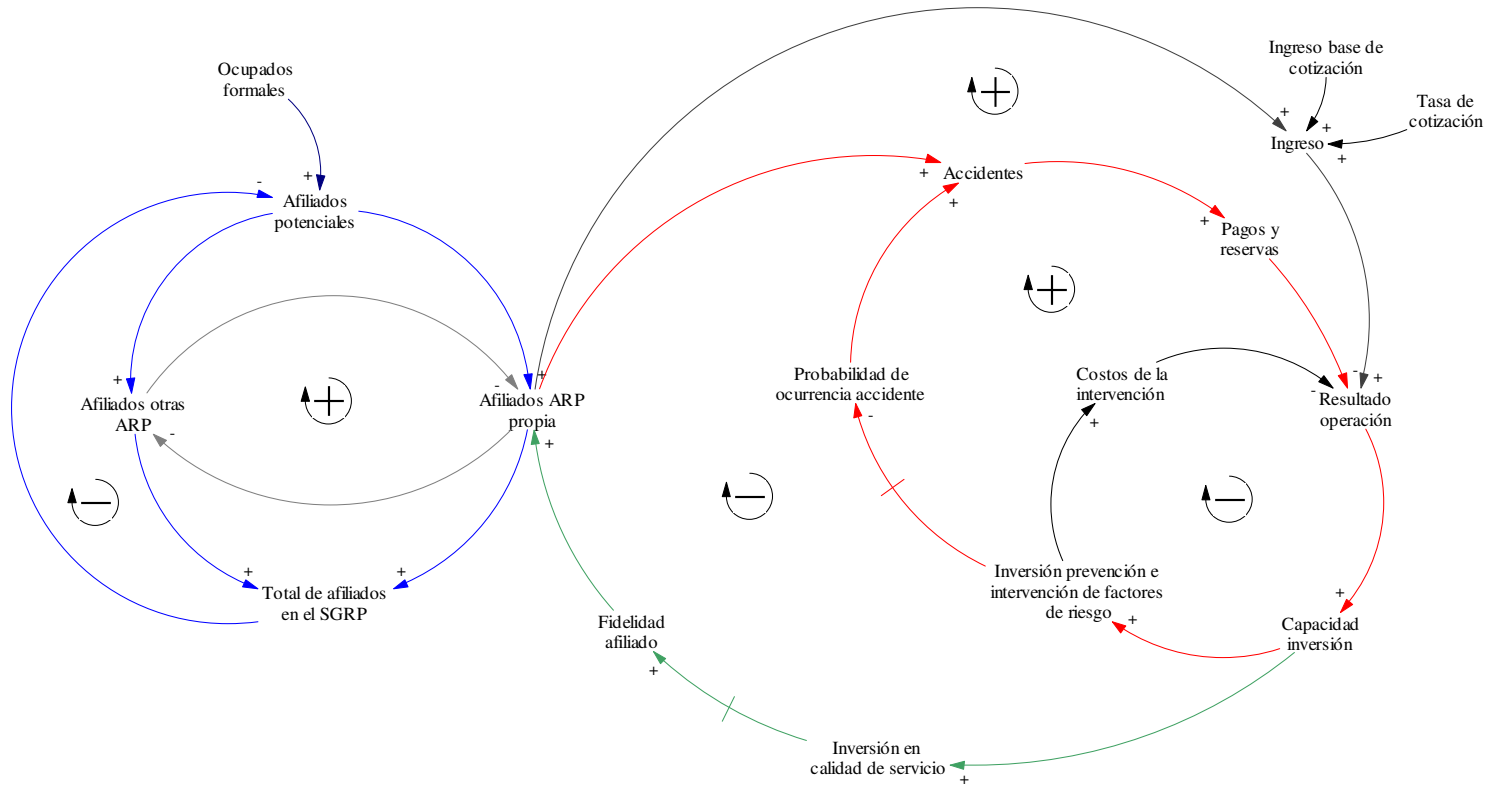
3.2. Modelo de niveles y flujos⁸

La estructura del modelo formal obedece tanto al diagrama de componentes presentado en la figura 1 como al diagrama causal de la figura 4. De esta forma existen un conjunto de componentes que representa cada una de las etapas básicas dentro de la operación de una ARP, los cuales al conectarse hacen que el modelo sea una unidad tal que lo que ocurre en una parte afecta el funcionamiento del resto. El modelo parte del cálculo realizado para el promedio de afiliados, los cuales se asumen como un nivel afectado por un flujo de entrada que corresponde a los afiliados que entran por novedades de ingreso y venta, y un flujo de salida que representa aquellos trabajadores que se van por novedades de retiro o desafiliación (ver figura 5). Ambos flujos se ven influenciados por un indicador de la actividad económica en el país como es la tasa de desempleo, así como por una proporción que representa el valor normal de trabajadores que entrarían o saldría de la ARP si no existiera el impacto de la tasa de desempleo.

La relación entre la tasa de desempleo y ambos flujos se encuentra expresada en dos variables auxiliares denominadas factor desempleo entrantes y factor desempleo salientes. Ambas relaciones son no lineales tal y como se observa en la figura 6, y lo que buscan es cuantificar el impacto que la evolución de la actividad económica puede tener tanto en lo afiliados que ingresan como los que salen. Ahora bien, estas relaciones son de tipo experimental ya que en la práctica son totalmente desconocidas y lo único que se tiene es una percepción sobre su posible comportamiento. Para identificarlas en el modelo se utilizaron diferentes trayectorias comparando con cada una de ellas los resultados obtenidos y los valores reales para el sistema. Este es un aspecto importante dado que omitir estructuras o variables que se sabe que son importantes en el modelo simplemente por que no existe disponibilidad de datos o no se tiene clara la relación, es menos científico y preciso que probar diferentes hipótesis buscando esos valores o relaciones. No realizar estas pruebas o sensibilidades es suponer que las variables tienen impacto cero, que es precisamente el único valor que con certeza esta errado (Forrester, 1961).

⁸ Todos los parámetros y relaciones matemáticas establecidas entre las variables del modelo pueden ser consultadas en el anexo.

Figura 4. Hipótesis dinámica del modelo de operación de la ARP⁹

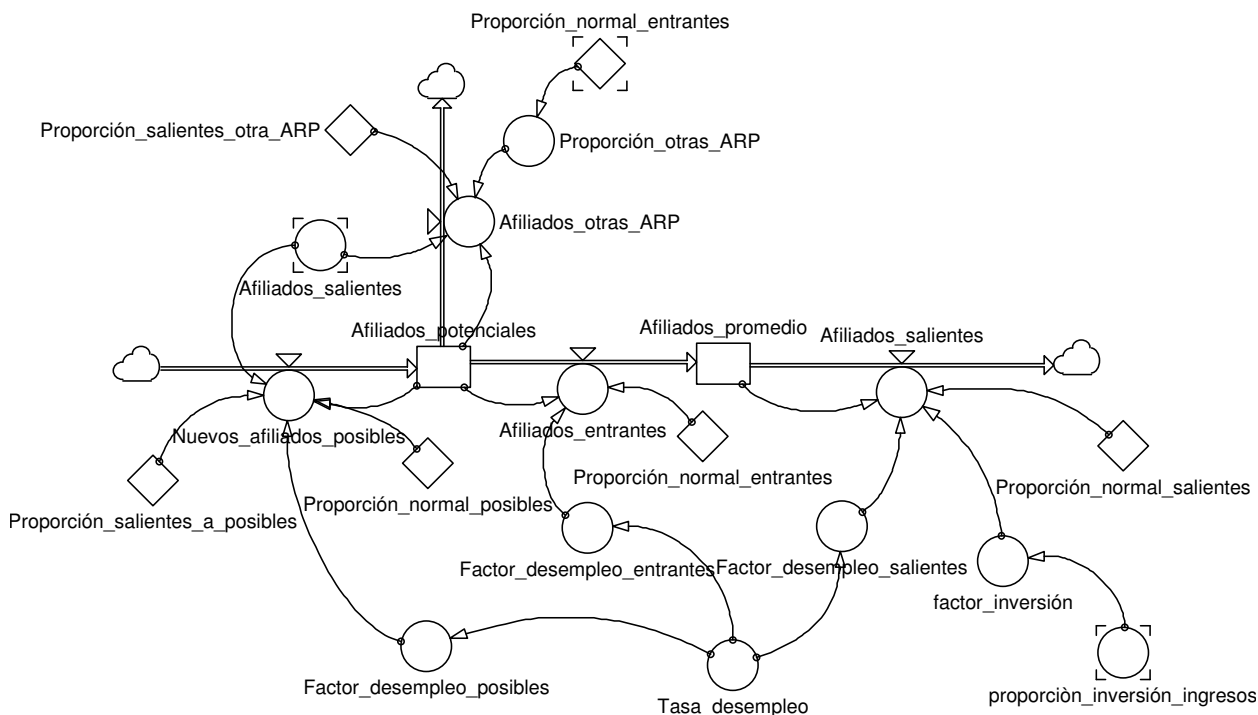


Fuente. Elaboración propia

⁹ La hipótesis dinámica tiene como objeto mostrar la interdependencia entre diferentes variables y secciones del modelo de operación de la ARP. Adicionalmente presenta la complejidad dinámica propia de sistemas que como el presentado en figura 4 cuenta con diferentes ciclos de realimentación. En este sentido el símbolo (+) al interior del ciclo significa que es de refuerzo (refuerza la variación inicial), mientras que el símbolo (-) representa un ciclo de balance (contrarresta la variación inicial). Ahora bien los símbolos en las flechas representa la naturaleza de la relación. Un símbolo positivo en la flecha significa que con todo constante si X aumenta (disminuye) entonces Y aumenta (disminuye) por encima de lo que habría aumentado (disminuido) sin el impacto de X. Un símbolo negativo significa que con todo constante si X aumenta (disminuye) entonces Y disminuye (aumenta) por debajo de lo que habría cambiado sin el efecto de X (Sterman, 2000)

La gráfica 6 muestra como la tasa de desempleo como indicador de la actividad económica en el país impacta los afiliados. En primer lugar se observa una curva descendente tal que a menor tasa de desempleo mayor es el factor multiplicador de los afiliados entrantes, a medida que la tasa de desempleo se incrementa este factor va disminuyendo hasta estabilizarse. La segunda relación es ascendente y muestra como para valores bajos en la tasa de desempleo el factor de afiliados salientes también es bajo, mientras que si la tasa de desempleo se incrementa el factor también lo hace llevando a mayor cantidad de trabajadores que salen de la ARP. Adicionalmente es importante mencionar que para los afiliados salientes existe una variable denominada “factor inversión”, que relaciona (relación no lineal) el resultado de la operación con la cantidad de trabajadores que dejan la Administradora, lo cual obedece al ciclo de realimentación presentado en la hipótesis dinámica según el cual la inversión en calidad de servicio impacta la cantidad de afiliados en la ARP. La gráfica 6 muestra la relación entre estas las variables, de forma que a menor inversión como proporción de los ingresos mayor es el número de afiliados que salen de la ARP, pero a medida que se incrementa la proporción se reduce el número de salientes.

Figura 5. Diagrama de niveles y flujo para los afiliados promedio



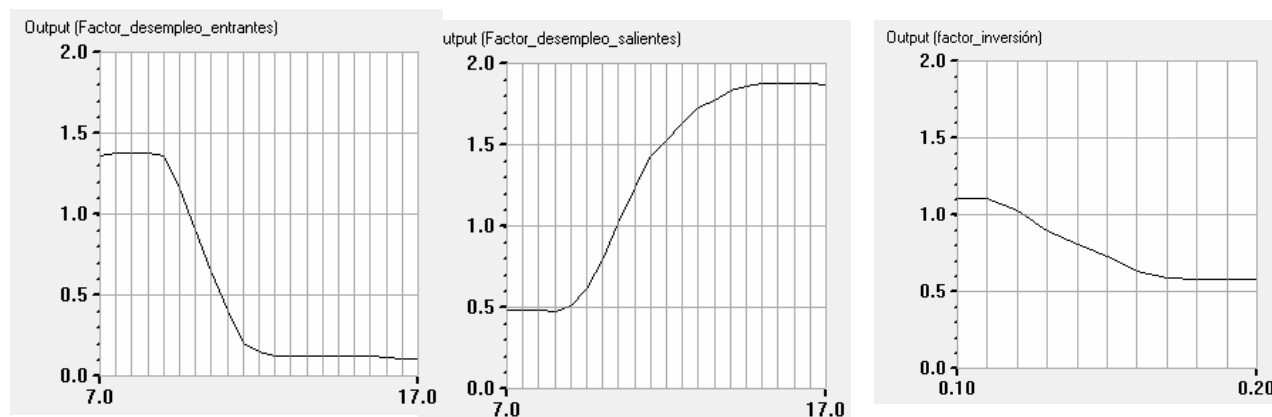
Fuente. Elaboración propia

La figura 5 muestra otras variables y relaciones que son importantes en el cálculo de los afiliados. En primer lugar se encuentran los afiliados potenciales, los cuales se representan como un nivel afectado por un flujo de entrada de nuevos afiliados posibles y dos flujos de salida que son aquellos trabajadores que se van a otras ARP y a la “propia”. Los nuevos afiliados posibles se ven afectados por la actividad económica del país a través de la tasa de

desempleo, el valor que toman los afiliados potenciales reflejando de esta manera un ciclo de realimentación y los afiliados que salen de la ARP propia que pueden volver al mercado laboral para ser de nuevo potenciales. El flujo de salida hacia otras ARP es simplemente una proporción de la variable de nivel que relaciona lo que estas se llevan del mercado respecto a lo que se lleva la “propia”. Todas las relaciones se encuentran representadas para seguir los ciclos de realimentación presentados en la figura 4, por lo que existe un ciclo de balance que muestra que una mayor afiliación por parte de las Administradoras reduce el mercado potencial, siempre y cuando el ritmo de generación de empleo (nuevos posibles) no alcance a cubrir la cantidad de trabajadores que salen del grupo de potenciales.

Una vez se obtienen los afiliados promedio estos se utiliza para calcular otras variables en dos partes adicionales del modelo. En primer lugar se utilizan en el modulo del ingreso de la ARP utilizando la ecuación: $\text{afiliados promedio} * \text{Ingreso Base Cotización promedio} * \text{tasa de cotización promedio}$. El Ingreso Base Cotización se asume como un nivel que se va actualizando con cambios en el índice de precios al consumidor. Aunque se debe dejar claro que existen otros aspectos que se escapan al objetivo del presente trabajo que afectan su comportamiento: la distribución de los afiliados por sector económico, el comportamiento de los salarios escalonados e integrales en el país, el ajuste en el salario mínimo, entre otros, son algunos aspectos que determinan el IBC. La tasa de cotización por su parte corresponde a la distribución de afiliados por clase de riesgo definidas por el decreto ley 1295 de 1994. En el modelo la tasa se asume como un nivel que se va ajustando en el tiempo hacia un valor estable, el cual corresponde a la tasa de cotización propia del sistema real y que surge del riesgo asociado a la distribución de los afiliados por clases.

Gráfica 6. Relaciones no lineales: tasa desempleo – afiliados entrantes, tasas desempleo-afiliados salientes, inversión-afiliados salientes, inversión-accidentalidad.



Fuente. Elaboración propia

3.3. Validación del modelo

Esta sección presenta los aspectos básicos utilizados en el proceso de validación del modelo. Para este fin se parte de una discusión breve respecto al proceso de validación y su objetivo, luego se pasa a describir las pruebas y revisiones realizadas a la estructura del modelo tanto durante su construcción como una vez finalizado, por último se realiza una revisión de comportamientos comparando los afiliados, ingresos y pagos históricos del sistema real con aquellos simulados directamente con el modelo.

3.3.1. La validación de un modelo en dinámica de sistemas

La validación es un aspecto fundamental pero a la vez controversial dentro de la modelación, especialmente en aquellos modelos que se utilizan en dinámica de sistemas. Estos han sido criticados por que los procedimientos usados comúnmente se encuentran basados en validaciones subjetivas, informales y cualitativas. Sin embargo, existe un conjunto amplio de procedimientos formales que permiten no solo validar si la estructura del modelo es adecuada, sino también obtener confianza respecto a los resultados que se obtienen. Ahora bien, es importante resaltar que dado que los modelos en dinámica de sistemas buscan explicar como funciona el sistema real desde su estructura, no solo es necesario para su validación reproducir adecuadamente el comportamiento pasado de las variables que se desean analizar (lo que es suficiente para los modelos de predicción), sino que se debe ir más allá y entender de forma adecuada como se encuentra constituido el sistema real y de que forma interactúan sus componentes (Barlas, 1996).

El objetivo fundamentalmente de la validación en dinámica de sistemas es el de generar confianza respecto a la estructura del modelo que se va a utilizar para la simulación. Dada la naturaleza de los modelos de dinámica de sistemas, se debe realizar tanto validación de la estructura del sistema cómo del comportamiento, de esta manera se obtiene las razones correctas de porqué se da determinado comportamiento. Para esto existen diferentes procedimientos que se apoyan en el conocimiento de la estructura real del sistema tanto desde el punto de vista empírico (con los actores del sistema) como teórico (conocimiento existente en la literatura). Algunos de estos procedimientos parten de comparar las ecuaciones y parámetros del modelo utilizado para la simulación con aquellos existentes en el sistema real, lo cual no es sencillo en ciertas situaciones dado el desconocimiento que se tiene en la práctica del valor de esos parámetros y la forma como se relacionan las variables en el sistema. Otra prueba importante tiene que con la consulta a expertos en el tema que se esta tratando, lo cual no solo es útil en la validación sino también en la construcción del modelo mismo. Adicionalmente se encuentra la simulación del comportamiento del modelo ante condiciones extremas tal como tasas de crecimiento cero, tasas de interés inexistentes, nacimientos cero, entre otras. Esto permite detectar errores de coherencia tanto en la estructura como en las relaciones entre variables o valores de los parámetros. Por último se encuentran las pruebas de consistencia en las dimensiones de las variables que se interconectan y la aplicación de diferentes sensibilidades a los parámetros (Barlas, 1996).

De forma complementaria, existe un conjunto de procedimientos orientados a analizar la capacidad que tiene el modelo de reproducir el comportamiento histórico de la variables que lo forman. En este sentido se busca simular condiciones pasadas conocidas, con el objeto de analizar si los resultados son similares a los presentados por el sistema en la realidad. Para estos procedimientos se pueden hacer revisiones visuales de los datos reales y simulados, comparación de tendencias en los datos, evaluar promedios y variaciones, realizar pruebas de hipótesis, comparación de medias, entre otras. Sin embargo que el modelo no reproduzca de forma adecuada los datos históricos no significa que este malo, simplemente puede ser un problema en el valor de un parámetro o una ecuación no adecuada. Por último es importante comentar que a pesar de la importancia que tiene la validación de los datos generados por el modelo, no existen pruebas estadísticas completamente confiables, dados los supuestos sobre los que descansan las pruebas y la naturaleza y característica de los datos propios de la dinámica de sistemas (Barlas, 1996).

3.3.2. Validación del modelo: estructura

Tal y como se comentó antes, el objetivo fundamental dentro de la validación de modelos en dinámica de sistemas es el de evaluar y generar confianza en su estructura. En este sentido, el proceso de validación parte de la revisión de esa estructura y una vez se tenga certeza de la misma evaluar los comportamientos generados por el modelo (Barlas, 1996). Sin embargo las pruebas a la estructura no son siempre fáciles de implementar, dado que existen aspectos de los modelos causales (propios de dinámicas de sistemas) que hacen necesaria la utilización de aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en la validación. En este orden ideas pruebas como la comparación de la estructura, los parámetros y las ecuaciones utilizadas en el modelo con el sistema real y la literatura que analiza el mismo; la evaluación de las consistencia en las variables; las pruebas de sensibilidad a los parámetros del modelo; la consulta a expertos y las pruebas de valores extremos (Barlas, 1996), son fundamentales si se busca generar confianza respecto a los resultados obtenidos.

Para la construcción del modelo del presente trabajo se consultó la opinión de expertos del sistema real que conocen el funcionamiento de una ARP, que entienden la importancia de cada uno sus componentes y que poseen expectativas respecto al desempeño futuro de acuerdo a diferentes condiciones. Adicionalmente se revisaron algunos trabajos que describen la operación del SGRP (ver Materón, 1999; Ronda y Orjuela, 2006; Restrepo y Lopera, 2006) y que es muy similar al ciclo de una ARP, teniendo siempre como referencia el decreto ley 1295 de 1994 que determina y reglamenta los riesgos profesionales en el país. Adicionalmente se utilizaron reportes internos de algunos Administradoras donde se pueden estudiar productos y servicios, objetivos de cada uno de estos, legislación pertinente y aspectos generales que fueron útiles para el trabajo. Los resultados finales y simulaciones obtenidas fueron revisados por aquellas personas que brindaron conceptos para la elaboración inicial del modelo y se realizaron varios comentarios y discusiones que generaron cambios hasta obtener una representación general satisfactoria. Es importante comentar que el ejercicio continúa abierto a cambios, mejoramiento o especificación de detalles en componentes que se considere necesario.

El modelo cuenta con una revisión de consistencia en las dimensiones de las variables de forma que no exista incoherencia en el manejo de las unidades. Así variables como ingreso, accidentes, afiliados, pagos, entre otros, que poseen medidas diferentes pero a la vez interactúan durante todas las simulaciones, fueron revisadas para que no se presentaran combinaciones inadecuadas ni medidas que no se pudieran explicar. Desde el punto de vista de los parámetros, la mayoría fueron estimados a partir de información que recopila Fasecolda para el Sistema de Riesgos Profesionales en Colombia, otra suministrada por una ARP y para algunos parámetros mediante la utilización de herramientas como PowerSim Solver. Este último es una aplicación del grupo de PowerSim Constructor que permite realizar procesos como optimización, ajuste de parámetros mediante utilización de información histórica, sensibilidad y análisis de riesgo. Para el caso específico del modelo se utilizó el componente “tune” del PowerSim Solver para ajustar parámetros como la proporción de trabajadores que salen de la ARP y vuelven a los afiliados potenciales, el tiempo de ajuste de la tasa cotización y la proporción que relaciona el IPC con el ingreso base de cotización. Por último, existe un conjunto de expertos con un conocimiento muy amplio en riesgos profesionales que entregaron sus conceptos durante el proceso de estimación de parámetros, así como en la definición de relaciones no lineales cuando no fue posible obtenerlas directamente de los datos.

Desde el punto de vista de las ecuaciones del modelo la mayoría de ellas eran conocidas por expertos del sistema real, de forma que se incluyeron de acuerdo a los criterios especificados con la respectiva estimación de parámetros. Otras ecuaciones para las cuales no se tenía conocimiento, información o trabajos académicos necesarios para utilizarlas, se incluyeron a partir relaciones experimentales sugeridas por actores del sistema real. Este es el caso de la relación costo-beneficio en la prevención de riesgos; la relación entre pagos, resultado de la operación e intervención; el impacto del desempleo en algunas variables del modelo; y otras para las cuales los actores del sistema real no tienen una relación matemática completamente definida.

Adicionalmente, se realizaron pruebas de valores extremos en el modelo. Inicialmente se verificó que no existieran valores negativos para los afiliados, accidentes, ingreso o pagos en alguna de las simulaciones realizadas. Se validó que los comportamientos de las variables fueran adecuados bajo situaciones como ausencia de afiliados, mayor número de salida de afiliados que entrada de los mismos, relación entre tasa de accidentalidad cercana a cero y cantidad de accidentes generados, monto de los pagos cuando los accidentes son muy pocos o no ocurren, variación de los ingresos ante comportamientos extremos en variables como el IBC, la tasa de cotización o los afiliados y el desempeño del resultado de la operación cuando alguno de sus componentes determinantes como son el ingreso o los pagos presentan irregularidades extremas. Todos los escenarios probados fueron reproducidos adecuadamente por el modelo. Por último se realizaron sensibilidades en algunos parámetros críticos como las proporciones de afiliados entrantes y salientes, la probabilidad de ocurrencia de accidentes, el porcentaje inversión, los parámetros utilizados en el cálculo de pagos y especialmente las relaciones no lineales presentadas en la gráfica 6. Los resultados obtenidos con las sensibilidades fueron coherentes con los valores utilizados, varios de esos resultados serán presentados en la cuarta sección correspondiente a las simulaciones, dado que el objetivo de esta sección es mostrar el impacto que como

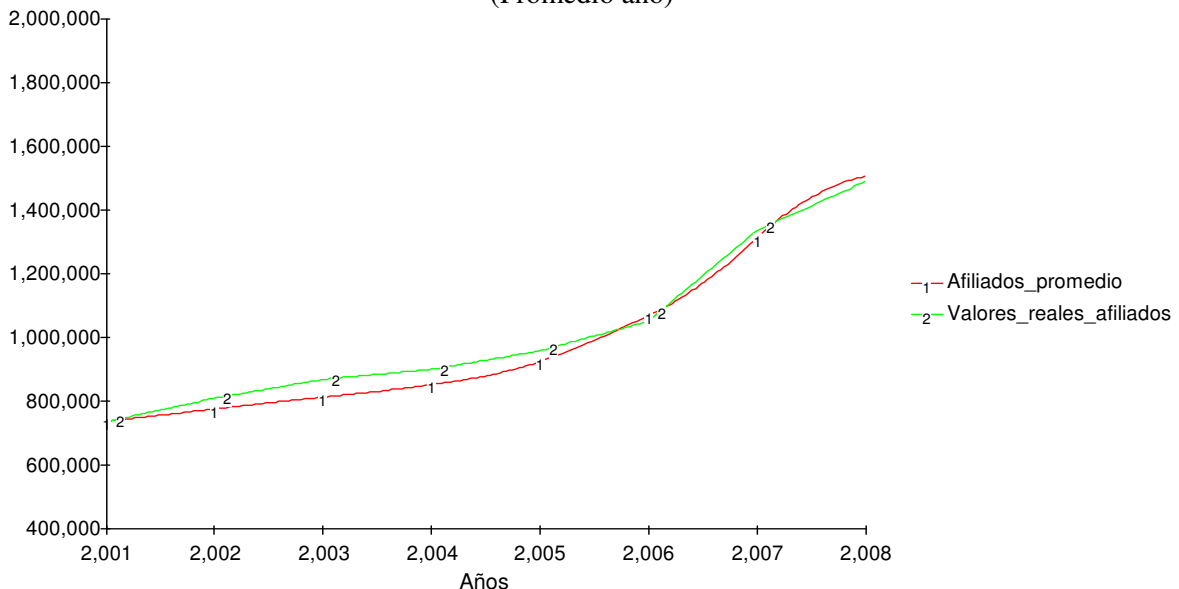
consecuencia de las nuevas regulaciones y las variaciones en el empleo se presentaran en el modelo.

3.3.3. Validación del modelo: Comportamiento

Una vez realizada la revisión de la estructura, el modelo se utiliza para simular algunas variables básicas del sistema real. La gráfica 7 muestra los afiliados promedio año para una ARP representativa y los datos simulados. Se observa que el comportamiento es muy similar en ambas series, tal que se presenta tendencia ascendente durante varios años del período con un incremento pronunciado a partir del año 2006. Es importante comentar que existen algunas irregularidades puntuales en los datos reales que no son capturadas por los simulados, de forma que la serie (número 1 en la gráfica) que corresponde a la simulación presenta un comportamiento más suave. Esto por que existen características de registro y reporte de información que no se capturan directamente por el modelo, aunque la tendencia en ambas series es muy similar.

Las medidas de error entre los datos reales y los simulados muestran un coeficiente de determinación muy cercano a uno, lo que representa un buen ajuste desde el punto de vista de este indicador. Otros indicadores como el EMA, EPMA y EMA/media presentan valores bajos lo que significa que no es muy amplia la desviación de los datos, lo cual se comprueba con la inspección visual. En cuanto a la descomposición del EMC de Theil se observa que tanto U_m como U_c son las que presentan mayores valores, esto significa para el primer caso que un 37% del error medio cuadrático es explicado por diferencia de medias en los datos, lo cual se observa en el desplazamiento de la curva de datos simulados. Para el segundo caso, el indicador muestra que un 48% del error medio cuadrático se explica por el componente de covarianza, tal que puede existir sectores de la curva de datos reales que la simulación no ajusta de forma exacta.

Gráfica 7. Afiliados reales y simulados
(Promedio año)

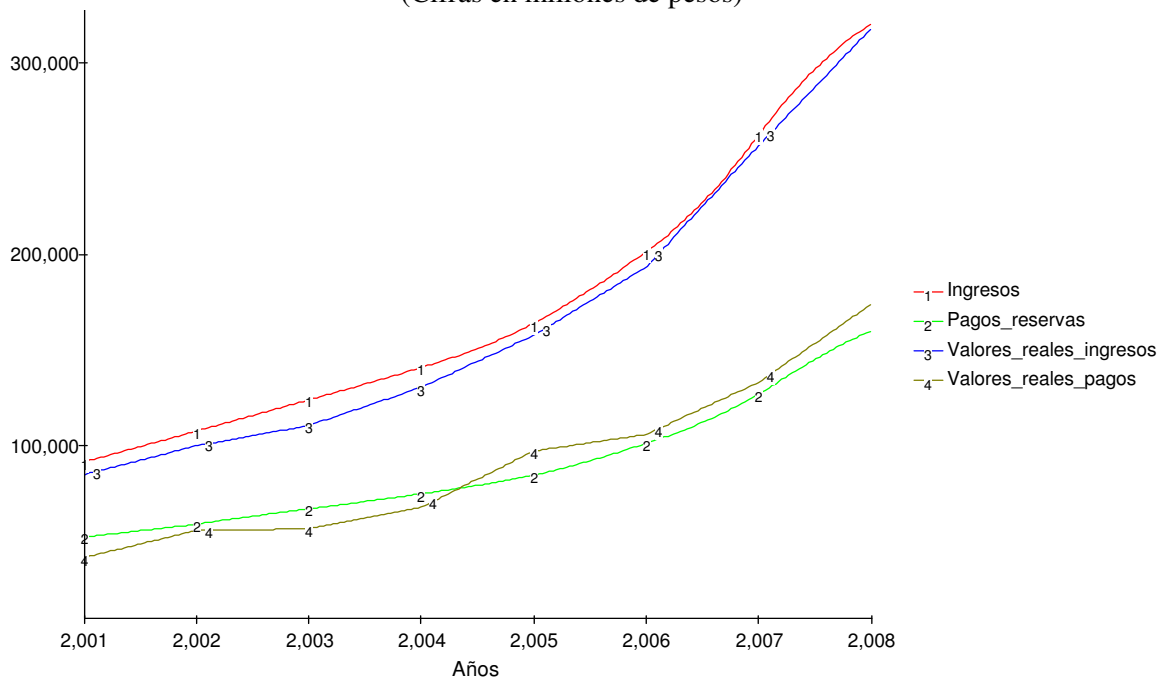


Medidas de error	
R2	0.99183
Error medio absoluto EMA	28,621
Error porcentual medio absoluto EPMA	2.99%
EMA/Media	2.80%
Error medio cuadrático EMC	1,102,349,903
Raíz EMC	33,202
Um	0.37
Us	0.16
Uc	0.48

Fuente. Elaboración propia

La gráfica 8 presenta tanto los ingresos como los pagos y reservas acumulados año en millones de pesos generados por una ARP representativa. Para el primer caso se observa que los datos simulados (serie número 1) mantienen la misma tendencia que los valores reales del sistema (serie número 3). En este sentido se observa un comportamiento ascendente durante el período analizado con un incremento más marcado a partir de 2006. Adicionalmente ambas series presentan un comportamiento más suave al presentado por los afiliados, dado que el ingreso se encuentra constituido por tres variables (afiliados, tasa de cotización e ingreso base de cotización) que son importantes para definir tendencias.

Gráfica 8. Ingresos, pagos y reservas reales y simulados
(Cifras en millones de pesos)



Medidas de error		
	Ingresos	Pagos y reservas
R2	0.9991	0.98
Error medio absoluto EMA	7,491	8,647
Error porcentual medio absoluto EPMA	5.78%	11.29%
EMA/Media	4.42%	9.39%
Error medio cuadrático EMC	66,056,114	88,072,905
Raíz EMC	8,127	9,385
Um	0.85	0.01
Us	0.07	0.69
Uc	0.08	0.30

Fuente. Elaboración propia

Para el segundo caso se observa que los pagos reales (serie número 4) son lo que mayores irregularidades presentan frente a los datos simulados. Esto por que en el modelo se utilizan valores promedio para muchos parámetros necesarios en el cálculo de los pagos, mientras que en el sistema real estos parámetros cambian de forma leve en cada período y por tanto generan irregularidades. Adicionalmente los pagos reales utilizados en el presente trabajo, incluyen algunos conceptos contables definidos por el formato 290 de la Superintendencia Financiera que no son tomados en cuenta por el modelo, dado los objetivos que tiene el mismo. Sin embargo, la tendencia de los datos tanto simulados como reales es la misma, tal que es ascendente durante el período con un incremento más marcado en los últimos años.

Desde el punto de vista de las medidas de error entre datos reales y simulados, se observa un coeficiente de determinación muy cercano a uno tanto en ingresos como en pagos y reservas, lo que significa que existe un buen ajuste si se tiene como referencia este indicador. Otros indicadores como el EMA, EPMA, EMA/media, presentan valores bajos en los dos casos de forma que la desviación entre datos reales y simulados no es significativa, aunque se observa por inspección visual y revisión de indicadores que el ingreso tiene un mejor ajuste que los pagos y reservas. Desde el punto de vista de la descomposición de Theil, los ingresos muestran que casi todo el error medio cuadrático se encuentra explicado por diferencia en medias (Um con un valor de 0.85). Para la serie de pagos y reservas el error medio cuadrática se encuentra explicado por los componentes de varianza y covarianza, de forma que la serie es incapaz de capturar los ciclos e irregularidades puntuales que tiene la serie real, aunque para el presente trabajo interesa es su tendencia.

Es importante mencionar que, tal y como sucede en el sistema real, la tendencia ascendente de los ingresos es mas marcada que la de los pagos. Esto significa que los pagos representan una proporción cada vez menor de los ingresos, dado los ritmos de variación de ambas series. Este resultado es el deseado desde el punto de vista de la rentabilidad de una ARP, sin embargo existen diversos cambios o riesgos que pueden afectar el desempeño futuro de estas variables, llevando a que la operación de una ARP no sea viable. Estos cambios serán presentados a continuación.

4. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS POR MEDIO DE SIMULACIÓN

A continuación se presenta una evaluación de los posibles escenarios presentados en la primera sección del trabajo por medio de simulación. Se plantean básicamente tres escenarios: efecto de escenario de tasa de desempleo en el comportamiento de las principales variables del modelo, efecto de la reducción de la tasa cotización como consecuencia de la modificación de la tarifa con que cotizan las empresas al Sistema de Riesgos Profesionales y el impacto de la inclusión del accidente *in itinere* en el modelo. Adicionalmente cada escenario cuenta con tres simulaciones que muestran posibles estados de naturaleza. Por ejemplo para el caso de la ocupación se utilizan valores para la tasa de desempleo que disminuyen de forma lenta, valores que decrecen de forma acelerada y directa y por último una tasa que se incrementa durante toda la simulación. El período de simulación se extiende desde 2008 hasta el año 2014.

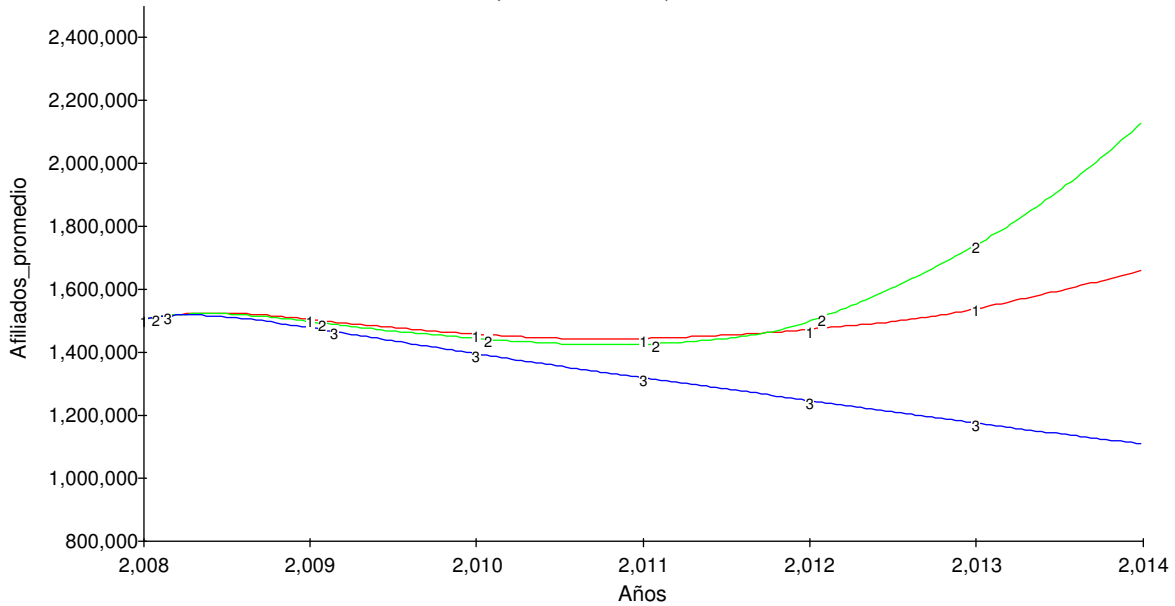
4.1. Cambios en la tasa de desempleo

Dada la estrecha relación que existe entre el desempeño de la ARP y la evolución del empleo en el país, es importante analizar algunos posibles escenarios respecto a diferentes comportamientos de la tasa de desempleo. En este sentido se plantean tres posibles estados denominados “creación normal de empleo” que corresponde a la simulación número uno, “alta creación de empleo” para la simulación dos y “baja creación de empleo” para la tercera. Ahora bien, en el primer estado mencionado se utilizan valores medios para la tasa de desempleo, de forma que se incrementa en el año 2009 hasta el 12,5% y luego va descendiendo lentamente hasta ubicarse cerca del 11,5%. Es importante mencionar que al momento de la realización del trabajo el incremento de la tasa para el 2009 es el escenario más probable, dado el impacto que la crisis económica mundial tiene en la actividad económica en el país. El segundo estado presenta un escenario de alta creación de empleo por que utiliza una tasa que se incrementa levemente en 2009 y luego desciende de forma importante hasta ubicarse cerca de 10,3%. Por último el estado de baja creación de empleo esta basado en una tasa de desempleo que se incrementa de forma continúa hasta un valor cercano al 15%.

En la gráfica 9 se observa inicialmente que los afiliados presentan un comportamiento consistente con lo esperado, donde la simulación 1 muestra un leve descenso a partir del año 2009, luego se estabiliza hasta 2012 y a partir de ahí se retoma la tendencia ascendente de forma que se finaliza con un valor cercano 1.600.000 afiliados. La simulación 2 por su parte presenta un comportamiento muy similar a la anterior hasta 2012, pero a partir de este año se incrementa de forma representativa hasta ubicarse por encima de los 2.000.000 de afiliados. Por último la simulación 3 mantiene una tendencia descendente durante todo el período analizado, finalizando con un número de afiliados por debajo de 1.200.000. De esto

se puede observar la importancia que tiene el comportamiento macroeconómico con respecto a las ARP, dado que está atado al empleo y por lo tanto al número de afiliados.

Gráfica 9. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en los afiliados
(Promedio año)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) creación normal de empleo, (2) alta creación de empleo, (3) baja creación de empleo

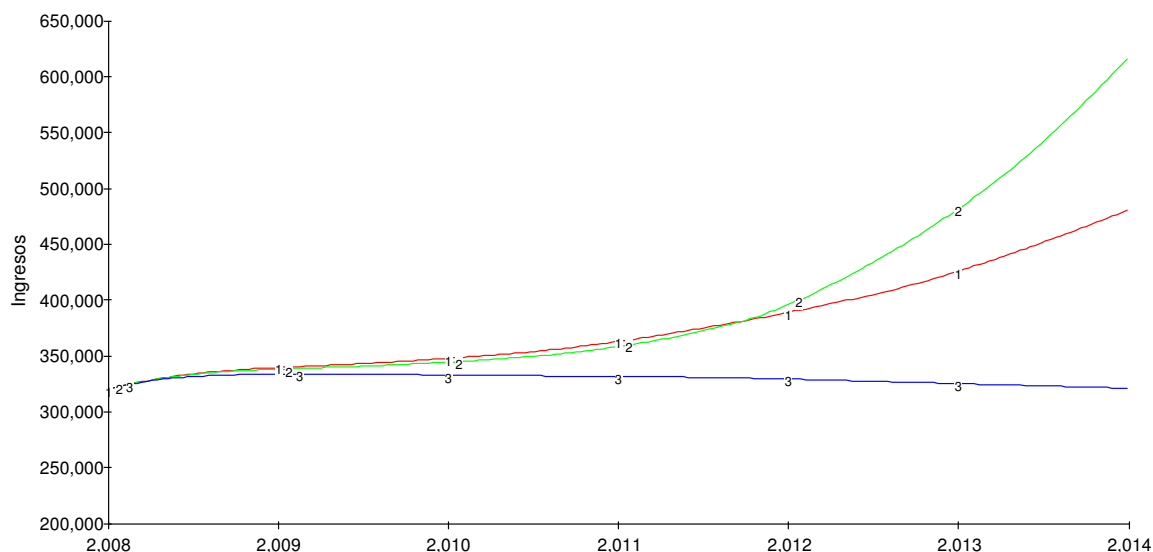
Los ingresos por su parte no reflejan la misma tendencia del número de afiliado. La simulación 3, donde la tasa de desempleo se incrementa de forma representativa y los afiliados descienden durante todo el período de simulación, no se observa una caída marcada en los ingresos y por el contrario se mantienen en valores cercanos a los de 2008. Esto es explicado por la combinación de variables que determinan los ingresos en el modelo. Tal y como sucede en el sistema real, los ingresos dependen de los afiliados, de la tasa con que cotizan al Sistema de Riesgos Profesionales y de su ingreso base de cotización. Este último se incrementa con la inflación para mantener el salario real de las personas, mientras que la tasa de cotización también se va incrementando como resultado de la distribución de los afiliados por clase riesgo, y tal como sucede en el sistema real, las clases de riesgo más alto y de mayor tasa han ganado mayor participación con el tiempo.

Sin embargo los afiliados representan una variable fundamental dentro de la tendencia de los ingresos, por lo que es imposible pensar en buenos ingresos si no se tiene un buen comportamiento de los afiliados. Esto se observa en la gráfica 10, donde al final del período los ingresos para la simulación número 3 empiezan a tomar tendencia descendente, la cual si se mantienen los valores altos de la tasa de desempleo puede no detenerse lo que afectaría todo el ciclo de operación de la ARP. Adicionalmente es importante comentar que la tasa de cotización no se puede incrementar indefinidamente, dado que existe una mezcla óptima riesgo que limita la proporción de afiliados que tiene la ARP en las clases más

riesgosas. Por último el ingreso base de cotización al depender de la inflación, puede tener períodos en los cuales su incremento sea más lento.

Gráfica 10. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en los ingresos

(Cifras en millones de pesos)

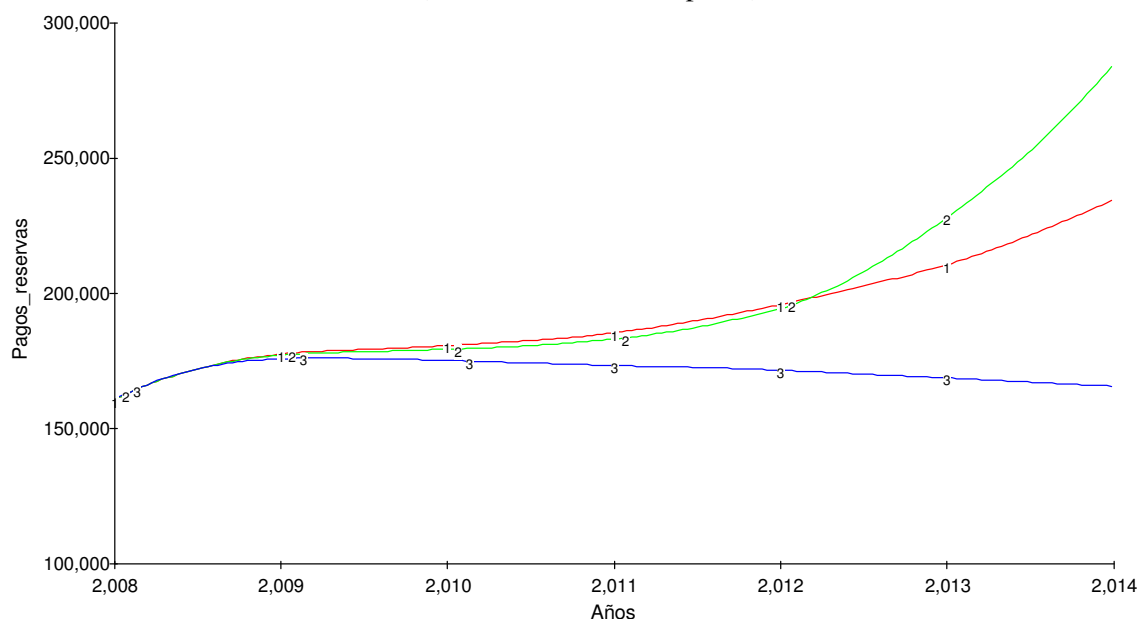


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) creación normal de empleo, (2) alta creación de empleo, (3) baja creación de empleo

El comportamiento de pagos y reservas es similar al los ingresos en cada una de los tres escenarios. Esto es resultado de la relación que existe entre afiliados, ocurrencia de accidentes y pagos. Tal y como se comentó en la hipótesis dinámica, una mayor cantidad de trabajadores afiliados a la ARP representa más personas en riesgo de ocurrencia de una contingencia y por tanto se incrementa la posibilidad de realizar más erogaciones por prestaciones asistenciales, económicas o reservas en el caso de contingencias severas. Se debe tener en cuenta que la prevención y la intervención en los factores de riesgo son muy importantes para controlar precisamente esa probabilidad de ocurrencia de contingencias, pero a pesar de este esfuerzo es la dinámica de los afiliados la que determina la tendencia en los pagos. Adicionalmente vale la pena comentar, que tal y como sucede en el sistema real, el ritmo de crecimiento en las curvas de pagos y reservas simuladas es inferior a la de los ingresos lo que permite tener resultados positivos, pero existen riesgos como la inclusión de accidente *in itinere*, la modificación en la tarifa, un desempleo creciente, la poca efectividad de la prevención que puede incrementar los costos de los accidentes, entre otras, que pueden lleva que el resultado no sea el esperado.

Gráfica 11. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en los pagos y reservas
(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

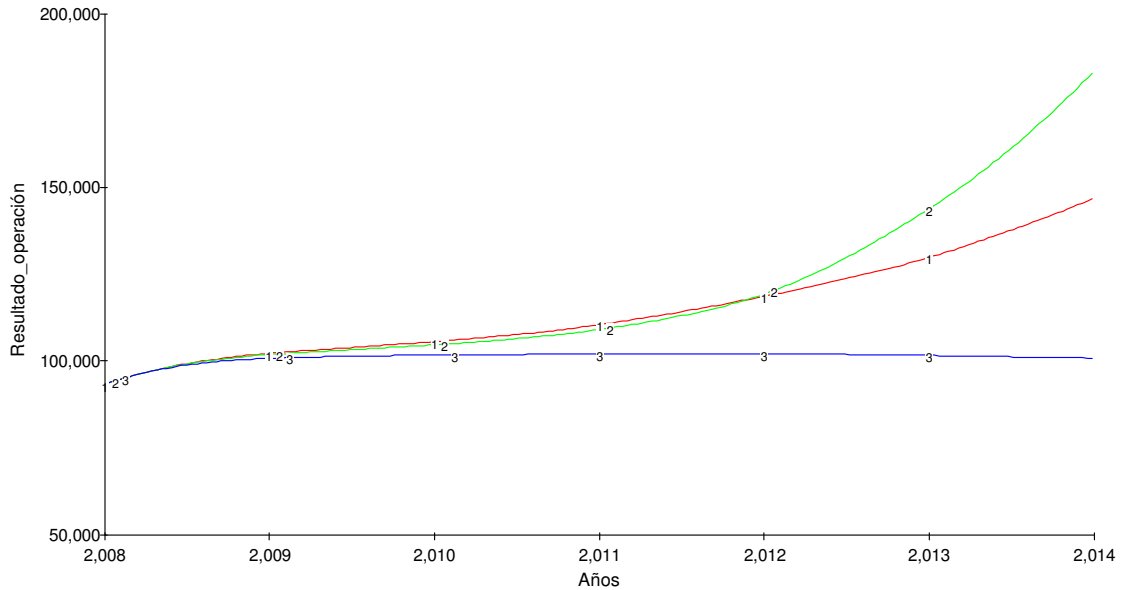
Nota. (1) creación normal de empleo, (2) alta creación de empleo, (3) baja creación de empleo

El resultado de la operación se entiende en el presente trabajo como un nivel con un flujo de entrada representado por los ingresos y tres flujos de salida que corresponden a los pagos y reservas, la inversión y otros usos del resultado. Este último no ha sido explorado dentro del modelo y corresponde a diferentes rubros que hacen parte del sistema real como el pago de gastos de personal, gastos administrativo, generación de utilidades, entre otras; adicionalmente, y dado que el modelo fue construido para analizar el proceso de operación técnico, dentro del ingreso no se incluye un aspecto fundamental para una ARP como es el beneficio que se obtiene de las diferentes inversiones que se realizan en activos financieros. Tomando en cuenta esta anotación, la gráfica 12 muestra que en las simulaciones 1 y 2 el resultado mantiene una tendencia ascendente a pesar que tanto los pagos y reservas como la inversión, que representan flujos de salida, también presentan esta misma tendencia. Sin embargo el ingreso crece a mayor velocidad que los flujos de salida y por tanto permite un resultado positivo y creciente.

La simulación número 3 presenta un resultado diferente a los anteriores, dado que se mantiene estable durante casi todo el período de simulación y hacia el final presenta una disminución leve. De nuevo esto es resultado de la relación entre el flujo de entrada y los de salida, de forma que la diferencia entre estos flujos no es tan amplia como para permitir la tendencia ascendente observada en las simulaciones 1 y 2. El comportamiento de la simulación 3 es útil para mostrar la importancia que tiene la relación entre ingresos como flujo de entrada y los pagos y reservas, inversión y otros usos de los recursos como flujos de salida de en el modelo, tal que la operación debe buscar que la brecha entre ambas curvas sea lo más amplia posible si se desea maximizar los resultados. Adicionalmente

muestra que existen situaciones en las cuales esa brecha puede llegar a ser tan pequeña (o inclusive negativa), que el resultado puede mantenerse estable o inclusive disminuir.

Gráfica 12. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en el resultado de la operación
(Cifras en millones de pesos)

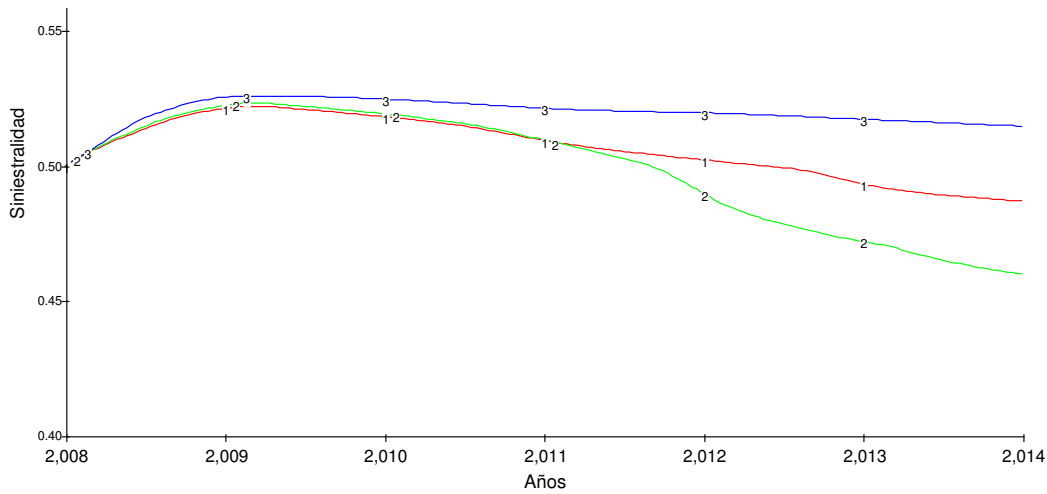


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) creación normal de empleo, (2) alta creación de empleo, (3) baja creación de empleo

Por último, y dado que la siniestralidad es el cociente entre pagos y reservas respecto a los ingresos, se observa un comportamiento consistente con lo discutido previamente. La simulación 1 del gráfico 13 muestra una siniestralidad intermedia que desciende en el tiempo, a medida que la diferencia entre ingresos y pagos se hace más amplia. La simulación presenta un indicador muy similar a la primera hasta el año 2011, pero a partir de ahí desciende de forma muy marcada como consecuencia del incremento acelerado que toma el ingreso dado el impacto que en los afiliados tiene la ocupación. Por último, la simulación 3 presenta el valor más alto para la siniestralidad con un descenso muy lento. A pesar que los pagos y reservas para esta última simulación son los más bajos, los ingresos también los son, y adicionalmente la diferencia entre ambos se mantiene estable lo que impide un descenso importante en la siniestralidad.

Gráfica 13. Impacto de cambios en la tasa de desempleo en la siniestralidad (%)



Fuente. Elaboración propia

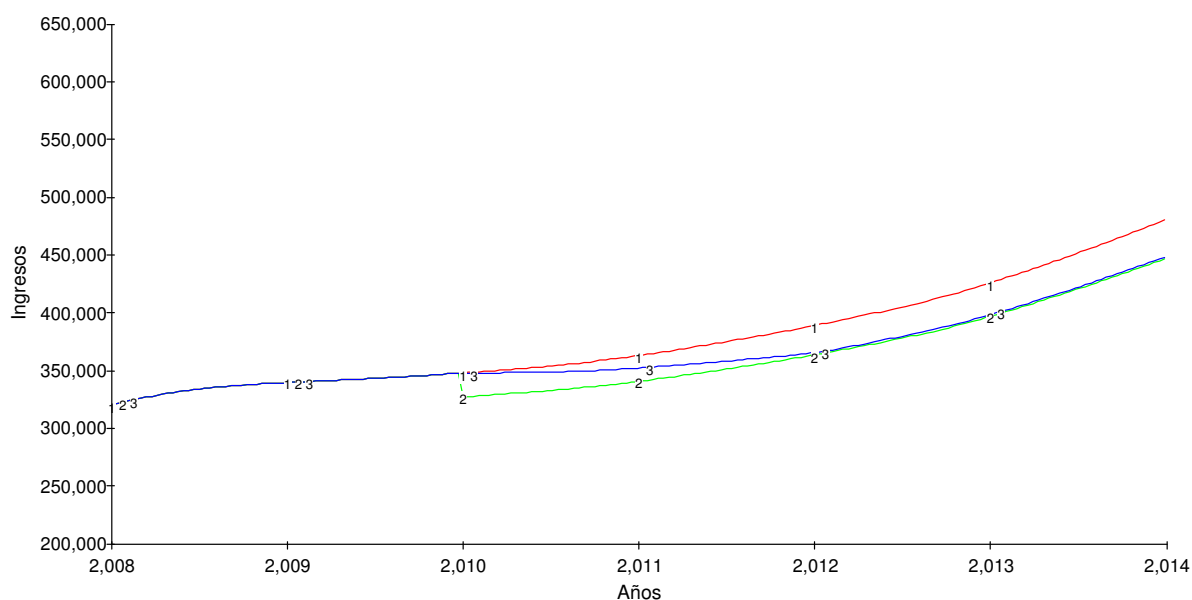
Nota. (1) creación normal de empleo, (2) alta creación de empleo, (3) baja creación de empleo

4.2 Modificación de la tarifa de cotización SGRP

La modificación de la tarifa corresponde a la posibilidad que tienen las empresas de moverse al interior del intervalo establecido por ley para definir la tasa con la cual deben cotizar al SGRP. En este sentido existe una tabla (ver tabla 1) definida por el decreto ley 1295 según la cual, y de acuerdo a la clase de riesgo en la que se encuentra clasificada la empresa, la tasa de cotización es variable con un valor máximo y otro mínimo. Existen una características como la actividad económica de la empresa, el cumplimiento de las políticas y el plan de trabajo anual del programa de salud ocupacional que se elabora con asesoría de la ARP, la siniestralidad de la empresa y el valor que toma el indicador de variación del índice de lesiones incapacitantes, que hacen que por ley la empresas pueden modificar su tasa de cotización. Sin embargo, y dado que la medición de esas características aun no es clara, desde el comienzo del SGRP las empresas han pagado con el valor inicial (el que tienen al momento de la afiliación) que se encuentra en la tabla 1, sin concretarse la modificación. Pero en la actualidad se ha revivido el debate en torno al tema dado la alta carga laboral que manifiestan tener los empresarios.

De acuerdo a lo anterior, a continuación se presentan las simulaciones para el segundo cambio tratado en el presente trabajo. Para este caso se utilizan tres escenarios que corresponden al escenario base sin modificación en la tarifa para la simulación número uno, una disminución directa de los ingresos en un 6% para la simulación dos y por último la misma disminución pero implementada de forma gradual desde el año 2010 hasta 2012. Las simulaciones que se presentan a continuación se realizan bajo el escenario de creación normal de empleo, es decir con una tasa de desempleo que disminuye de forma lenta durante el período. En el anexo se pueden consultar las simulaciones realizadas en los escenarios de alta y baja creación de empleo.

Gráfica 14. Impacto de la modificación de la tarifa en los ingresos
(Cifras en millones de pesos)

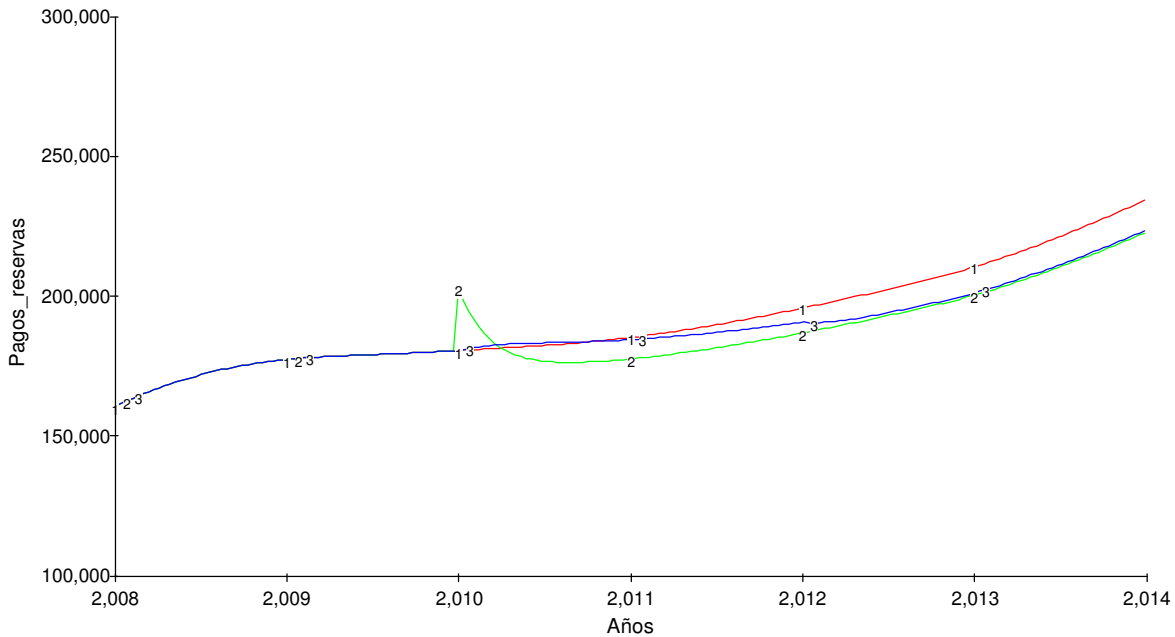


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

La gráfica 14 muestra como la curva de ingresos se desplaza una vez se incluye el choque exógeno de la disminución en la tarifa en el modelo. Para el caso de la segunda simulación se produce una disminución inmediata, mientras que con la tercera el cambio se va presentando de forma gradual en el tiempo hasta que en el año 2012 ambas curvas se juntan. Este comportamiento es el esperado dado que se afecta directamente una variable, que como la tarifa de cotización, constituye un componente fundamental en el cálculo de los ingresos. Sin embargo las simulaciones muestran que el impacto no es demasiado marcado en los ingresos, específicamente por que de la definición de esta última variable hacen parte también los afiliados y el IBC que de acuerdo al modelo presentan un buen comportamiento para las simulaciones presentadas en la gráfica 14. Ahora bien, las simulaciones presentadas en el anexo para el escenario de baja creación de empleo, donde los afiliados descienden de forma importante, muestran que además del desplazamiento de la curva por el cambio en la tarifa, la tendencia en los ingresos es descendente, por lo que el cambio de tarifa en este escenario es más marcado.

Gráfica 15. Impacto de la modificación de la tarifa en los pagos y reservas
(Cifras en millones de pesos)

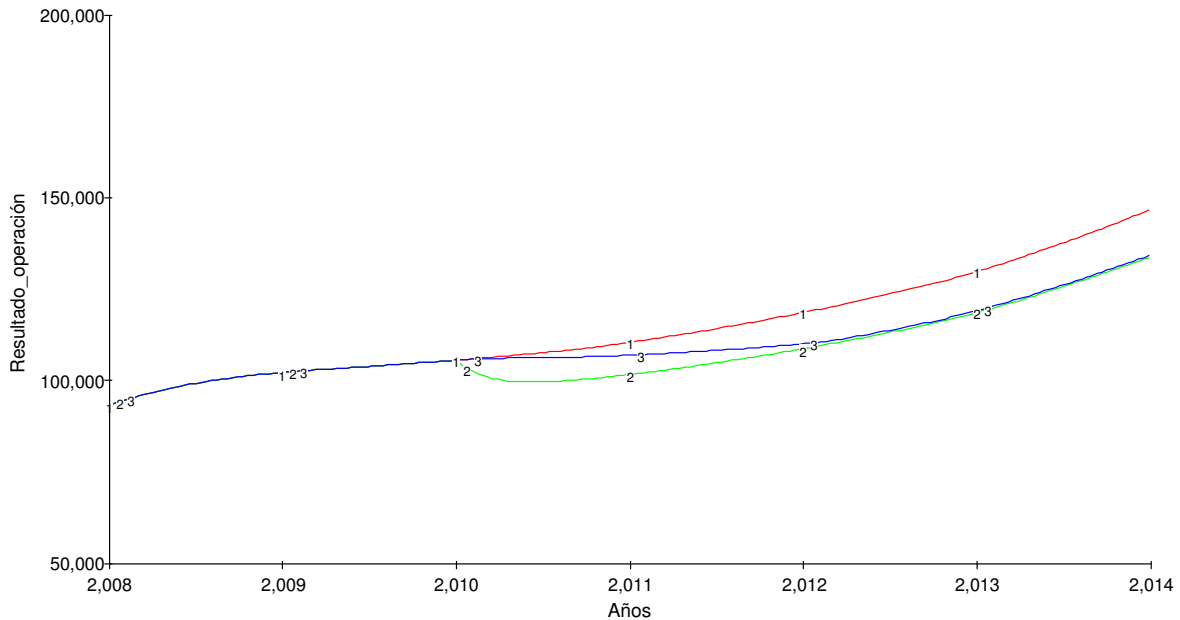


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Se debe tener en cuenta que la modificación en la tarifa tiene asociado el cumplimiento de unos requisitos, los cuales apuntan a mejorar los indicadores de accidentalidad y por tanto disminuir los pagos. En este sentido, la gráfica 15 muestra que efectivamente una vez se produce el choque, los pagos y reservas disminuyen desplazando sus curvas a niveles inferiores al del escenario sin modificación en la tarifa. Sin embargo para la segunda simulación aparece un incremento inusual en el año 2010, asociado con la imposibilidad que tiene el factor de prevención con que cuenta el modelo de ajustarse de inmediato a un cambio repentino en los ingresos, por lo que se incrementa la cantidad de accidentes ocurridos. Con el pasar de los períodos el factor se ajusta de nuevo y empieza a controlar y disminuir los pagos, que es precisamente el otro efecto que tiene la modificación en la tarifa. Este mismo comportamiento es esperado en la realidad dado que existen unas actividades de prevención programadas y presupuestadas, que si se diera el caso que el ingreso disminuyera repentinamente no podrían ser realizadas. La tercera simulación por su parte muestra como con el tiempo los pagos van disminuyendo gradualmente, que es precisamente lo que se espera si se cumplen los requisitos para que las empresas puedan disminuir su tarifa. La simulaciones en el anexo muestran que el comportamiento de los pagos y reservas bajo otros escenarios en el empleo son similares, tal que las curvas se desplazan y se observa la misma irregularidad en el año 2010, sin embargo la tendencia es diferente de acuerdo al escenario analizado.

Gráfica 16. Impacto de la modificación de la tarifa en el resultado de la operación
(Cifras en millones de pesos)

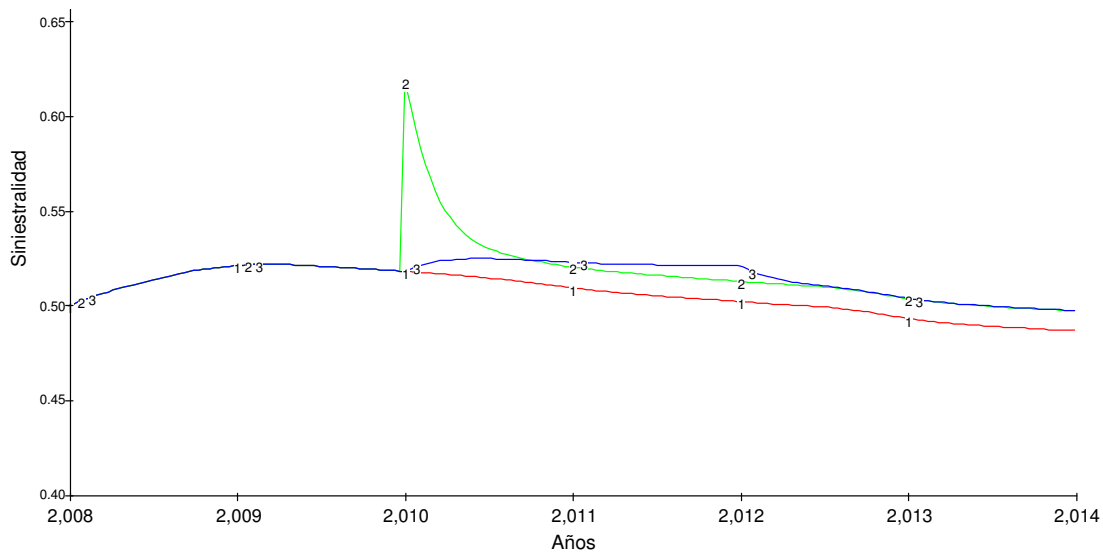


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Considerando una disminución en los pagos y reservas, la caída en los ingresos no se alcanza a compensar dado que el resultado también decrece. Se debe tener en cuenta que existen otras variables que actúan como flujos de salida además de los pagos y reservas, pero lo importante acá es que con el choque el resultado de la operación disminuye de forma muy similar a como lo hacen los ingresos. En este sentido se observa un desplazamiento de las curvas en forma descendente, aunque se mantiene una tendencia creciente. En el anexo se observa que bajo otros escenarios en el empleo el comportamiento es similar, por lo que es claro que de acuerdo a lo planteado, tanto ingresos como pagos y reservas disminuyen pero es más fuerte la caída del primero de forma que se afecta el resultado de la operación. Preocupa la modificación en la tarifa bajo un escenario de baja creación de empleo, ya que además de desplazar las curvas estas mantienen una tendencia descendente durante el período de simulación.

Gráfica 17. Impacto de la modificación de la tarifa en la siniestralidad (%)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Por último en la gráfica correspondiente a la siniestralidad se puede observar el pico comentado anteriormente, tal que la relación entre pagos e ingresos se incrementa de forma considerable superando el 60%, pero luego desciende hasta ubicarse en un valor superior al de la primera simulación. Ahora bien, la curva número 3 muestra un incremento entre 2010 y 2012 y luego desciende un poco para quedar en el mismo valor de la curva 2. Esto significa que a pesar que tanto ingresos como pagos deberían disminuir con la modificación en la tarifa, las disminuciones no son parejas como para presentarse una compensación, sino que más bien se pierde valor al incrementar la siniestralidad y disminuir el resultado de la operación.

4.3. Inclusión del accidente *in itinere*

El decreto ley 1295 de 1994 acepta dentro de la definición de accidente de trabajo aquel que se presenta en el desplazamiento del trabajador de su casa al lugar de trabajo o viceversa cuando el transporte lo suministra el empleador. La nueva propuesta presentada en el proyecto de ley 103 de 2008 incluye dentro de la definición de accidente de trabajo aquel que ocurre en cualquier tipo de transporte dos horas antes y dos horas después de la jornada laboral. Esta nueva definición que incluye el accidente *in itinere* o en trayecto, representa un cambio de suma importancia para el SGRP y las organizaciones que lo administran, dado que no se ha contemplado el cobro de una tarifa adicional por cubrir un nuevo riesgo y por tanto afectaría directamente el gasto sin su contraparte en el ingreso. Como se discutió en la primera sección, una cantidad importante de este tipo de accidentes tiene consecuencias graves o fatales y por lo tanto generan altos costos (Munich Re Group, 2004).

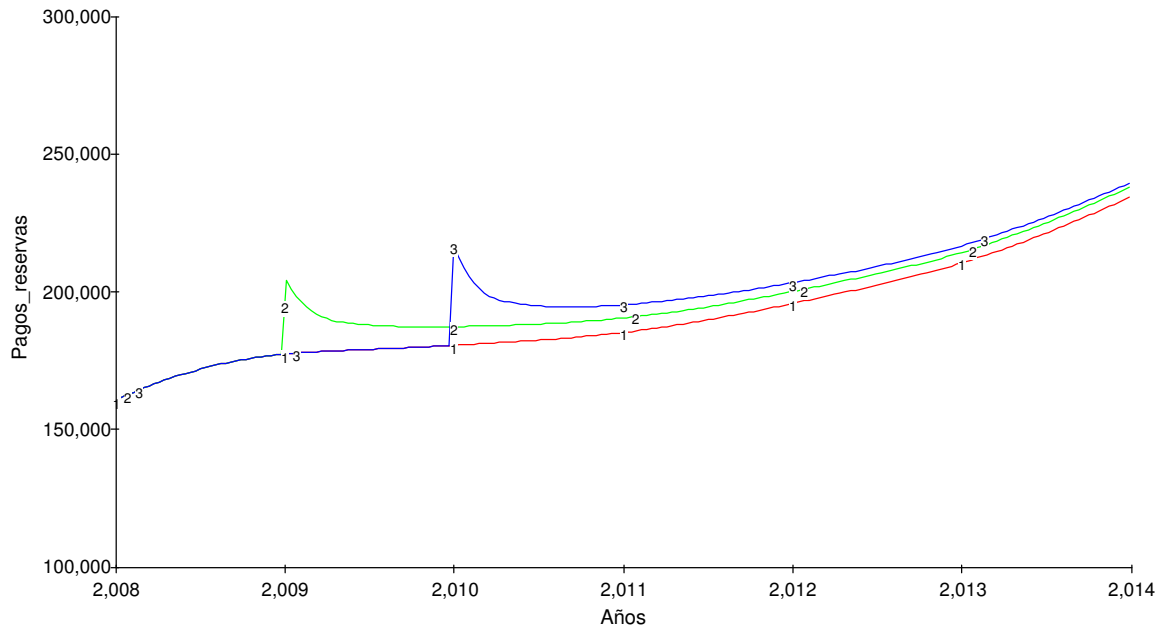
Bajo este contexto, para la inclusión del accidente *in itinere* se utilizaron tres escenarios. El base para la primera simulación que corresponde a la no inclusión del *in itinere*, un incrementó en un 15% el total de accidentes con una variación de un 35% de los accidentes fatales a partir del año 2009 para la segunda simulación, y por último una modificación al escenario anterior con un incremento del 20% en los accidentes, la misma variación en fatales, pero con un choque en el año 2010. Como en el caso de la modificación de la tarifa, las simulaciones se realizan bajo un ambiente de creación normal de empleo, aunque en el anexo se pueden consultar aquellas simulaciones realizadas en condiciones de alta y baja creación de empleo.

La gráfica 18 muestra las simulaciones correspondientes a los pagos y reservas generados por el modelo. Se observa que en el año 2009 al incluirse el accidente *in itinere* se aumentan de forma representativa los pagos y reservas, superando la barrera de los 200 000 millones de pesos. En la tercera simulación, el comportamiento es idéntico aunque desplazado un año y con un incremento más marcado que en la segunda simulación, consecuencia directa tanto del aumento en la frecuencia de ocurrencia de los accidentes como de un mayor costo por el aumento de la severidad, traducidas ambas en mayores pagos por prestaciones asistenciales, prestaciones económicas y constitución de reservas que permitan responder por las obligaciones que se tienen con los trabajadores afiliados. Adicionalmente las simulaciones muestran unas curvas desplazadas hacia arriba, lo que significa que el monto de pagos se incrementaría de forma permanente con la inclusión del accidente de trayecto. Sin embargo, existe un fenómeno importante y es el que tiene que ver con la disminución en el tiempo del impacto inicial del cambio. Como se observa en la gráfica 18 el incremento presentado en 2009 y 2010 no se mantiene en el mismo nivel durante todo el período de simulación, sino que disminuye con los períodos y tiende a moverse en el mismo sentido que la curva de la primera simulación.

El comportamiento mencionado es de suma importancia por que muestra el papel que tiene la prevención dentro de la operación de la ARP. Una vez incluido el accidente en trayecto y con el paso de los períodos, es natural que se acumule experiencia y conocimiento en el manejo de un tipo de accidente que inicialmente es desconocido y por tanto es difícil de tratar adecuadamente, pero una vez se tiene el conocimiento se pueden establecer actividades, programas y estrategias que no solo ayuden a disminuir la probabilidad de ocurrencia sino que también permitan tratar de forma más adecuada las consecuencias de la contingencia una vez que se presenta. La gráfica 18 muestra que se necesita un poco más de un año para que las curvas con el choque retomen la tendencia que tenían antes del cambio, aunque se debe dejar claro que a pesar de recuperar la tendencia se mantienen desplazadas hacia arriba, dado que se incrementa de golpe la cantidad de accidentes y también su severidad a partir de las contingencias fatales.

Gráfica 18. Pagos y reservas con inclusión de accidente *in itinere*

(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010. Los incrementos iniciales en 2009 y 2010 se mantienen durante el resto de la simulación.

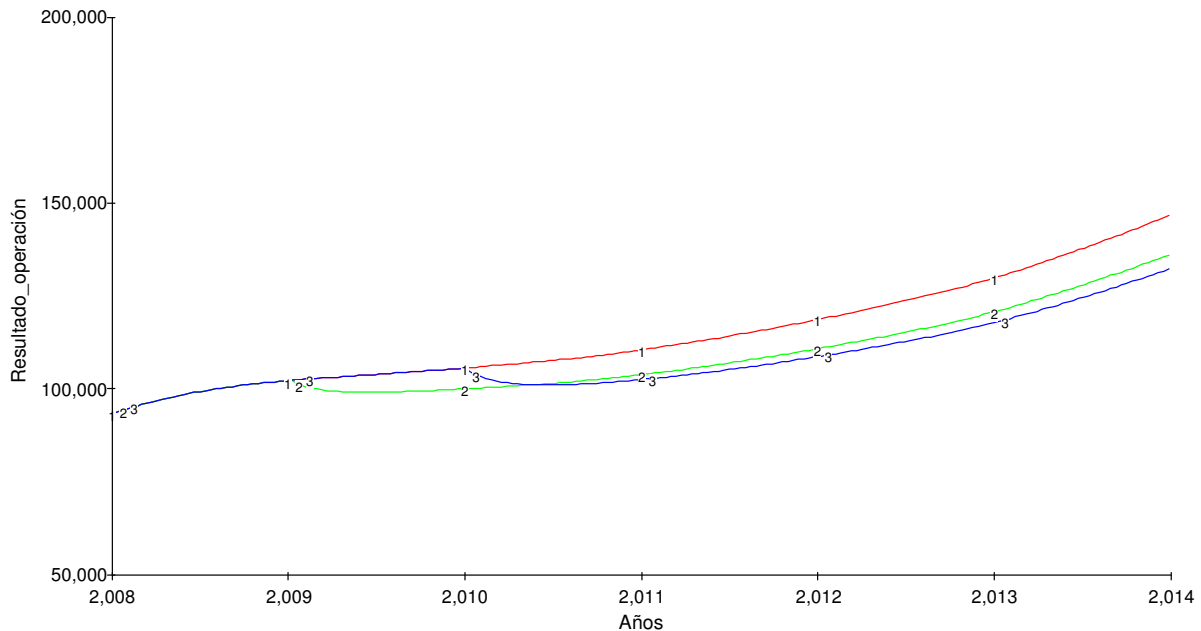
Pasando al resultado de la operación se observa que las curvas correspondientes a la segunda y tercera simulación se desplazan hacia abajo y se mantiene en este nivel hasta el año 2014. Esto es consecuencia de la relación que existe entre ingresos y pagos, dado que al incluir el accidente *in itinere* la diferencia entre ambas se reduce y por tanto el resultado de la operación es inferior. Debe tenerse en cuenta que en el cambio legislativo propuesto no se estipula el incremento en la cotización por el aseguramiento de un nuevo riesgo, por lo que el impacto del accidente en trayecto afecta directamente las erogaciones de la ARP pero no tiene influencia directa sobre sus ingresos, lo que no sucede en sistemas internacionales de riesgos como el de Francia, Bélgica, Portugal o Italia, donde se cobra una tarifa adicional por asegurar este tipo de accidente. Adicionalmente es importante notar que a pesar del choque las curvas mantienen una tendencia similar, lo que significa que la ARP, bajo un ambiente de crecimiento normal en el empleo, es capaz de asumir el cambio aunque con un retroceso en el nivel de generación de resultados si se compara con la primera simulación que es el escenario sin incluir accidente en trayecto.

Bajo los escenarios de alta y baja creación de empleo que se encuentran en el anexo, se observan los mismos comportamientos tanto en pagos y reservas como en resultado de la operación. En el caso de los pagos y reservas, se presenta un choque inicial que desplaza las curvas pero con el tiempo se recupera la tendencia que se tenía antes del choque. Para el resultado de la operación y en el escenario de alta creación de empleo, se presenta una disminución en el nivel del resultado si se compara con el escenario sin *in itinere*, pero

dada la buena dinámica del empleo se continúa con una tendencia que es muy buena para la ARP. Por otro lado para el escenario de baja creación de empleo el resultado es muy pobre, de forma que la brecha entre ingresos y erogaciones (pagos, reservas, inversión, otros usos como el pago del personal, gastos administrativos, entre otros) se hace aún más pequeña de lo que era antes de incluir el accidente en trayecto, y por tanto podría tornar inviable la operación del negocio.

Gráfica 19. Resultado de la operación con inclusión de accidente *in itinere*

(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

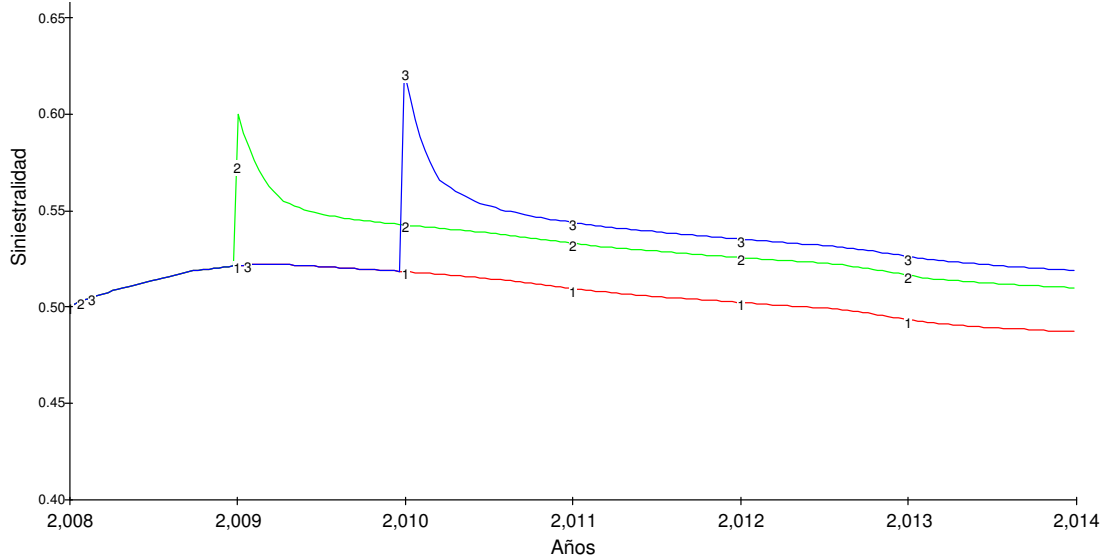
Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010.

Los incrementos iniciales en 2009 y 2010 se mantienen durante el resto de la simulación

Por último, la siniestralidad presenta un incremento inicial importante en los años que se incluyen los choques, pasando de cerca de 52% a 60% en un caso y de 52% a 64% en el otro. Luego se observa una disminución marcada que demora un poco más de un año para alcanzar valores estables, aunque las curvas se mantienen desplazadas una de otra. Esto significa que de acuerdo a la proporción utilizada en la inclusión del accidente *in itinere* la siniestralidad es mayor, lo que representa destrucción de valor en de la operación de la ARP a pesar de los esfuerzos que se realizan en prevención. Por ejemplo la tercera simulación, que tiene el incremento más alto en accidentalidad, muestra una curva con un mayor desplazamiento que la de las otras simulaciones, a pesar que su comportamiento es similar al de la segunda curva. Es importante comentar que a pesar que la prevención no alcanza a disminuir todo el choque inicial, si no se realizara este tipo de esfuerzo y de inversión en intervenir factores de riesgos, el impacto de la inclusión del accidente en trayecto sería más severo como se observa en los valores para los años 2009 y 2010. Adicionalmente la ARP, bajo escenarios normales de evolución en el empleo, puede absorber este tipo de cambios

aunque debe operar en niveles inferiores a aquellos que se presentarían sin el accidente en trayecto.

Gráfica 20. Siniestralidad con inclusión de accidente *in itinere* (%)



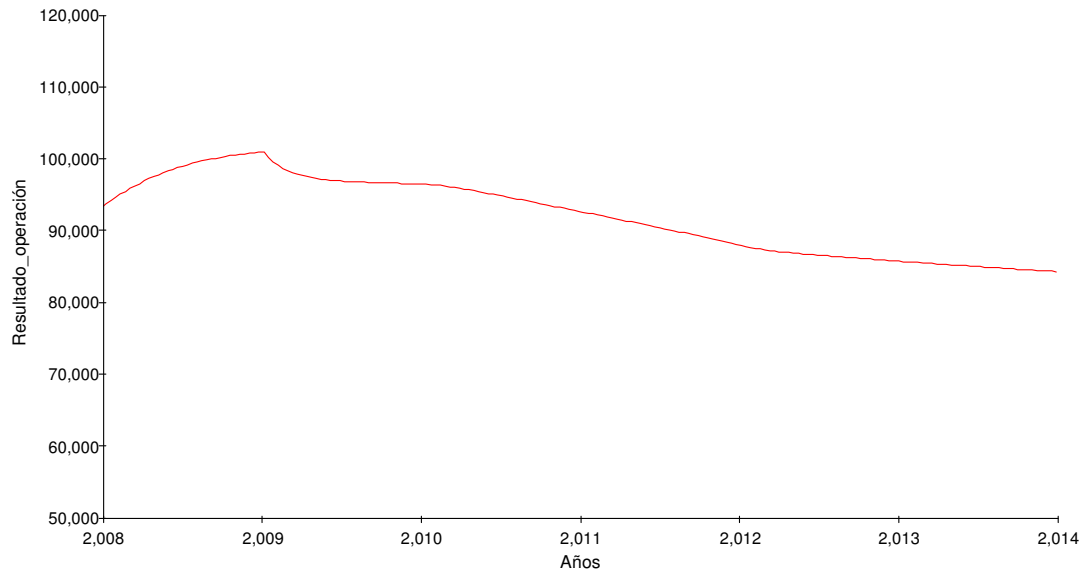
Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010.

Los incrementos iniciales en 2009 y 2010 se mantienen durante el resto de la simulación

Para finalizar las simulaciones es importante hacer un comentario respecto al impacto que sobre el resultado de la operación puede tener la combinación de baja creación de empleo, inclusión del accidente en trayecto y una disminución gradual en la tarifa. Se observa una caída sostenida desde el año 2009 hasta el final del período de simulación, lo que significa terminar en niveles inferiores a los de 2008 y peor aún con una variación negativa en todos los años. Los resultados muestran que una combinación de choques negativos junto con un bajo nivel de actividad económica en el país y por tanto pobre generación de empleo, no serían asimilables por la ARP, ya que no es posible mantener un resultado cada período inferior.

Gráfica 21. Impacto de cambios combinados



Fuente. Elaboración propia

CONCLUSIONES

En este trabajo se estudió la complejidad del sistema de riesgos profesionales y las organizaciones que lo administran. Para esto se utilizó la dinámica de sistemas dado que considera características del sistema real que son difíciles de modelar, tales como los retardos de tiempo, las relaciones no lineales entre componentes, la realimentación, los flujos y la acumulación. Esta aproximación es pionera en el campo, pues no se encontró reportes relacionados en la literatura, aunque a nivel internacional la dinámica de sistemas ha sido utilizada en sectores que como salud se encuentran relacionados con riesgos profesionales.

El modelo brinda una aproximación a la estructura básica de operación de una ARP, basándose en todos los componentes que hacen parte de la misma y de las relaciones que se establecen entre ellos. Para su construcción se consultó la literatura relevante en el tema y el conocimiento de expertos del sistema real, adicionalmente se utilizaron herramientas como diagramas causales, diagramas de componentes y el modelo de niveles y flujos. El modelo además de mostrar la cantidad de características complejas que tiene la operación de una ARP y en general sistemas como el de riesgos de profesionales, enfatiza la necesidad de utilizar metodologías propias de la simulación como complemento a aquellas utilizadas tradicionalmente como la econometría, optimización, actuaría, entre otras. Adicionalmente busca motivar el trabajo académico sobre un sistema que como el de riesgos profesionales carece de trabajos desde el punto de vista cuantitativo.

Desde el punto de vista de las simulaciones, se encontró que la ocupación en el país representa un aspecto de gran importancia para el desempeño de una ARP. De su desempeño depende el comportamiento de los afiliados, los cuales a su vez determinan los ingresos que es un variable fundamental dentro de la operación. Debe tenerse en cuenta que en la determinación de los ingresos hay otras dos variables (tasa de cotización e ingreso base de cotización), que hacen que su comportamiento no sea igual al de los afiliados y que por tanto sea posible tener ingresos estables aún en períodos de baja generación de empleo. Sin embargo, los trabajadores son fundamentales para un buen desempeño de una ARP y es imposible pensar en buenos ingresos y una buena operación sin ellos.

El resultado de la operación de la ARP al ser una variable de nivel depende no solo del comportamiento de su flujo de entrada, que en este caso son los ingresos, sino también del comportamiento de aquellos que son de salida tal como los pagos y reservas, las inversión y otros usos como son el pago de personal, gastos administrativos, generación de utilidades, entre otros. En este sentido, el valor neto entre ambos tipos de flujos es que el determina el

comportamiento de los resultados y por tanto su maximización depende del tamaño de la brecha.

De acuerdo a lo planteado para la modificación de la tarifa, tanto ingresos como pagos deberían disminuir. Las simulaciones muestran que a pesar que esto ocurre, las disminuciones no se presentan en la misma cuantía de forma que no alcanzan a compensar el impacto, por lo que el resultado de la operación disminuye y la siniestralidad se incrementa. Sin embargo, y a pesar que se presenta esta pérdida de valor, la tendencia que mantienen tanto el resultado de la operación como la siniestralidad después del choque muestran que, bajo un escenario de crecimiento normal en el empleo, es posible asimilar un cambio como lo es la modificación en la tarifa.

La inclusión del accidente *in itinere* tiene un impacto directo al incrementa de forma importante los pagos y reservas que realiza la ARP, así como la siniestralidad. Sin embargo, ese incremento inicial va disminuyendo con el tiempo hasta ubicarse en valores estables que a pesar de ser inferiores a los del choque inicial, son superiores a los que presenta el escenario sin accidente *in itinere*. Esto significa que el cambio en la definición de accidente presentada por el proyecto de ley 103 de 2008, aumenta de forma permanente la cantidades de accidentes de la ARP, los pagos, reservas y la siniestralidad, aunque con el tiempo ese aumento se torna inferior al que se observa en los años que se presenta el choque inicial. La disminución en el tiempo del incremento inicial es resultado del proceso de prevención, el cual con la experiencia adquirida en el manejo de este nuevo tipo de riesgo va estableciendo mejores prácticas para la disminución en la probabilidad de ocurrencia.

Bajo un escenario de crecimiento normal en el empleo las simulaciones muestran que la ARP es capaz de asumir la inclusión del accidente *in itinere*, aunque el resultado de la operación tendrá un nivel inferior al que se tiene sin su inclusión. Para el escenario de alto crecimiento en el empleo el resultado es similar, dado que la curva de resultado se desplaza pero mantiene una tendencia ascendente durante el período de simulación. Sin embargo cuando el escenario es de baja creación de empleo, el resultado de la operación es pobre y por tanto un choque como la inclusión del accidente en trayecto puede hacer inviable la operación de la ARP.

En el aspecto metodológico se utilizó la dinámica de sistemas como una alternativa adecuada para el estudio de sistemas socio-económico inestable. La flexibilidad que brinda para tratar aspectos de los sistemas complejos, hacen que la DS sea una metodología adecuada para trabajar en sistemas que como el de riesgos profesionales tienen una gran cantidad de componentes, relaciones no lineales entre ellos, retardos amplios de tiempo y realimentación. Adicionalmente su utilización facilitó la comprensión de la estructura de operación de la ARP y la identificación de los principales ciclos de realimentación que hacen parte de ella. También permitió plantear algunas relaciones matemáticas que solo existían de forma experimental en el conocimiento de los expertos.

El Sistema General de Riesgos Profesionales hace parte del Sistema General de Seguridad Social en Colombia junto con Pensiones y Salud. En este sentido es posible utilizar la

aproximación presentada en el presente trabajo para generalizar el funcionamiento del SGRP, así como conectarlo con otros sistemas como salud y pensiones para obtener de esta manera una visión general de la Seguridad Social en el país. Esto permitiría evaluar el impacto que políticas o cambios en el entorno tienen en su desempeño.

El presente trabajo muestra una aproximación general a la operación de una ARP. Algunos aspectos fueron tomados de forma general y otros no se incluyeron dentro del modelo dados los objetivos del mismo. Adicionalmente solo se plantearon algunos posibles escenarios de la inmensa cantidad disponible. Sin embargo esta primera aproximación busca ser insumo para un desarrollo más extenso en el tema, además de contemplar la utilización de la dinámica de sistemas como una alternativa de modelación para la Seguridad Social en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenas, G. El marco normativo del Sistema de Riesgos Profesionales en la Seguridad Social Colombiana. *Vniversitas* 2003;(105):583-633.

Banco de la República. Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República [internet]. Disponible en www.banrep.gov.co. Consultado marzo de 2009.

Barlas Y. Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review* 1996; 12 (3):183-210

Congreso de Colombia. Decreto ley 1295 de 1994. Bogotá, Colombia.

Congreso de Colombia. Decreto 1772 de 1994. Bogotá, Colombia.

Cooke D, Yang H, Curry G, Roger P, Rohleder T, Lee R, Strong D. Introducing System Dynamic Modeling to Health Care in Alberta [internet]. The 25th International Conference of the System Dynamics Society, 2007.

Disponible en www.systemdynamics.org/conferences/2007/proceed/papers/COOKE178.pdf. Consultado marzo 25 de 2009.

Dierks M, Dulac N, Leveson N, Stringfellow M. System Dynamics Approach to Model Risk in Complex Healthcare Settings: Time Constrains, Production Pressures and Compliance with Safety Controls [internet]. The 2008 International Conference of The System Dynamics Society.

Disponible en www.systemdynamics.org/conferences/2008/proceed/papers/DIERK482.pdf. Consultado marzo 25 de 2009.

Dyner I, Peña G, Arango S. Dinámica de sistemas. En: Modelamiento para la simulación de sistemas socioeconómicos y naturales. Universidad Nacional de Colombia; 2008.

Edmiston, K. Workers compensation and state employment growth. *Journal of Regional Science* 2006; 46 (1): 121-145

Ehrenberg, R. Workers compensation, wages and the risk of injury. NBER working Papers 1989; No. W1538.

Fedesarrollo. Tendencia económica No 80 [internet]. Disponible en www.fedesarrollo.org. Consultado diciembre de 2008.

Forrester, J. *Industrial Dynamics*. The M.I.T. Press; 1961.

Forrester, J. Counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review* 1971; 73 (3): 52-68

Forrester, J. *System Dynamics and the Lessons of 35 years*. In: *the Systemic Basis of Policy Making in the 1990s*. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology; 1991.

Forrester, J. *Policies, decisions and information sources for modeling*. In: *Modeling for learning organizations*. System dynamics Series; 2000.

Gallego, M. *Accidentalidad laboral: frecuencia y severidad en relación con las variables de empresas*. [Trabajo de Grado Especialización en Estadística]. Universidad Nacional de Colombia; 1999.

Grosser, S. *Modeling the health insurance system of Germany: a system dynamics approach* [internet]. The 23th International Conference of the System Dynamics Society, 2005.

Disponible en www.systemdynamics.org/conferences/2005/proceed/papers/GROSS374.pdf
Consultado noviembre de 2008.

Grupo Bancolombia. *Proyecciones económicas 2009* [internet].

Disponible en
<http://investigaciones.bancolombia.com/InvEconomicas/home/homeinfo.aspx>
Consultado febrero de 2009.

Harrington S, Danzon P. Rate regulation, safety incentives, and loos growth in workers compensation insurance. *Journal of Business* 2000; 73 (4): 569-595

Hirsch G, Homer J, McDonell G, Milstein B. *Achieving health care reform in the United States: Toward a whole system understanding* [internet]. The 23th International Conference of the System Dynamics Society, 2005.

Disponible en www.systemdynamics.org/conferences/2005/proceed/papers/HIRSC406.pdf
Consultado agosto de 2008.

Hwang, L. *Using simulation to evaluate policies for the financial imbalance of the National Health Insurance in Taiwan* [internet]. The 23th International Conference of the System Dynamics Society, 2005.

Disponible en
www.systemdynamics.org/conferences/2005/proceed/papers/HWANG198.pdf
Consultado agosto de 2008.

Lakdawalla D, Reville R, Seabury S. ¿How does health insurance affect workers compensation filing?. RAND Institute for Civil Justice 2005; working paper No.WR-205-1-ICJ.

Materón D. Sistema General de Riesgos Profesionales en Colombia. [Trabajo de Grado Maestría en Dirección y Gestión de los Sistemas de Seguridad Social]. Universidad de Alcalá de Henares, Organización Internacional de Seguridad Social; 1999.

Meyer B, Viscusi W, Durbin D. Workers compensation an injury duration: evidence from a natural experiment. NBER Working Papers 1990; No. 3494.

McDonnell G, Dewdney J. Exploring the political and Economic Dynamics of Health Policy [internet]. The 24th International Conference of the System Dynamics Society, 2006.

Disponible en www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/MCDON191.pdf
Consultado julio de 2008.

Morecroft, J. Executive Knowledge, models and learning. In: Modeling for learning organizations. System Dynamics Series; 2000.

Morecroft, J. Strategic Modelling and Business Dynamics: a feedback systems approach. Wiley; 2007.

Morales G. Sistema General de Riesgo Profesionales en Colombia: logros y retos a futuro [internet]. Fasecolda, Cámara de Riesgos Profesionales; 2008.

Disponible en www.issa.int/esl/Ressourcen/Tagungsberichte/Sistema-General-de-Riesgos-Profesionales-en-Colombia.
Consultado febrero de 2009.

Munich Re. Commuting accidents-A challenge for workers' compensation systems. Munich

Re Group; 2004. Disponible en www.munichre.com/en/publications/default.aspx?category=19
Consultado marzo de 2009.

Restrepo J, Lopera J. Oferta de administradoras del seguro de salud y del seguro de riesgos profesionales en Colombia. Documento de trabajo, 2006. Grupo de Economía de la Salud Universidad de Antioquia—GES—.

Ronda E, Orjuela E. El Sistema General de Riesgos Profesionales en Colombia: objetivos, aplicación, limitaciones. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales 2006; 9 (3): 121-124

Senge, P. La Quinta Disciplina. Barcelona: J. Granica S.A;1993

Sengupta I; Reno V. Recent trends in workers compensation. Social Security Bulletin; 67 (1): 17-26.

Sterman, J. A Skeptic's guide to computer models [internet]. MIT Sloan School of Management; 1999. Disponible en <http://sysdyn.clexchange.org/sdep/Roadmaps/RM9/D-4101-1.pdf>. Consultado noviembre 9 de 2008.

Sterman J. Business Dynamics. Irwin McGraw-Hill; 2000

Sterman J. System dynamics modeling: tools for learning in a complex world. California Management Review 2001; 43 (4): 8-25

Sterman J. All models are wrong: reflections on becoming a system scientist. System Dynamics Review 2002; 18 (4): 501-531.

Sterman, J. Risk Communication on Climate: Mental Models and Mass Balance. Science 2008; 322 (5901):532-533

Thompson J. Making Sense of U.S. health care system dynamics [internet]. The 24th International Conference of the System Dynamics Society, 2006.

Disponible en www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/THOMP384.pdf
Consultado diciembre 2008.

ANEXO A. ECUACIONES DEL MODELO

init Afiliados_potenciales = 7160000
 flow Afiliados_potenciales = -dt*Afiliados_entrantes
 -dt*Afiliados_otras_ARP
 +dt*Nuevos_afiliados_posibles
 doc Afiliados_potenciales = Cantidad de ocupados formales para las 13 principales
 áreas de acuerdo con la gran Encuesta Integrada de Hogares para enero de 2001.
 init Afiliados_promedio = 738000
 flow Afiliados_promedio = -dt*Afiliados_salientes
 +dt*Afiliados_entrantes
 init IBC_promedio = 800000
 flow IBC_promedio = +dt*Variación_IBC
 init Resultado_operación = 22000
 flow Resultado_operación = -dt*Inversión
 -dt*Otros_usos_resultado
 -dt*Pagos_reservas
 +dt*Ingresos
 init Tasa_cotización_promedio = 0.013
 flow Tasa_cotización_promedio = +dt*Variación_tasa
 aux Afiliados_entrantes =
 Afiliados_potenciales*Proporción_normal_entrantes*Factor_desempleo_entrantes
 doc Afiliados_entrantes = Cantidad de trabajadores entrantes como afiliados por período
 de tiempo
 aux Afiliados_otras_ARP =
 (Afiliados_potenciales*Proporción_otras_ARP)+(Proporción_salientes_otras_ARP*Afiliad
 os_salientes)
 doc Afiliados_otras_ARP = Cantidad de trabajadores entrantes a otras ARP por período
 de tiempo
 aux Afiliados_salientes =
 Afiliados_promedio*Proporción_normal_salientes*Factor_desempleo_salientes*factor_inv
 ersión
 doc Afiliados_salientes = Número de trabajadores que se retiran o desafilian por año de
 la ARP.
 aux Ingresos =
 (((Afiliados_promedio*IBC_promedio*Tasa_cotización_promedio)*12)/1000000)*Impact
 o_regraduación_ingreso
 doc Ingresos = Producto entre afiliados promedio, tasa de cotización e IBC.
 aux Inversión = Resultado_operación*Porcentaje_inversión


```

aux  Nuevos_afiliados_posibles =
(Afiliados_potenciales*Proporción_normal_posibles*Factor_desempleo_posibles)+(Afiliados_salientes*Proporción_salientes_a_posibles)
doc  Nuevos_afiliados_posibles = Cantidad de trabajadores que ingresan al mercado potencial de la ARP.
aux  Otros_usos_resultado = Resultado_operación
aux  Pagos_reservas =
((Pago_prom_asistencial+Pago_prom_prestaciones_economicas)/1000000)
aux  Variación_IBC = Proporción_variación_IBC*IBC_promedio
aux  Variación_tasa = Diferencial_tasa_cotización/Tiempo_ajuste_tasa_cotización
aux  Accidentes =
(Afiliados_promedio*Factor_inversión_accidentalidad*Probabilidad_ocurrencia_AT)*(1+Impacto_in_ititnere)
aux  Accidentes_leves = Accidentes*Proporción_leves
aux  Accidentes_mortales = Accidentes*Proporción_mortales
aux  Accidentes_reales =
GRAPH(TIME,2001,1,[50666,58984,66997,75513,92805,110614,127584,134552"Min:40000;Max:200000"])
aux  Accidentes_severos = Accidentes*Proporción_severos
aux  Altas_inmmediatas = Accidentes*Proporción_altas
aux  Casos_invalidos =
(Accidentes_leves*Probabilidad_invalidos_leves)+(Accidentes_severos*Probabilidad_invalidos_severos)
aux  Casos_IPP =
(Accidentes_leves*Probabiilidad_IPP_leves)+(Accidentes_severos*Probabilidad_IPP_severos)
aux  Diferencial_tasa_cotización = (Tasa_cotización_natural-Tasa_cotización_promedio)
aux  Factor_desempleo_entrantes =
GRAPH(Tasa_desempleo,7,0.5,[1.36,1.38,1.38,1.38,1.36,1.16,0.91,0.65,0.41,0.21,0.15,0.13,0.13,0.13,0.13,0.13,0.13,0.13,0.12,0.11,0.11"Min:0;Max:2"])
doc  Factor_desempleo_entrantes =
GRAPH(Tasa_desempleo,7,0.5,[1.36,1.38,1.38,1.38,1.36,1.16,0.91,0.65,0.41,0.21,0.15,0.13,0.13,0.13,0.13,0.13,0.13,0.13,0.12,0.11,0.11"Min:0;Max:2"])
aux  Factor_desempleo_posibles =
GRAPH(Tasa_desempleo,7,0.5,[1.24,1.24,1.24,1.24,1.21,1.14,0.99,0.79,0.59,0.45,0.3,0.17,0.1,0.09,0.08,0.07,0.05,0.05,0.03,0.03,0.03"Min:0;Max:2"])
aux  Factor_desempleo_salientes =
GRAPH(Tasa_desempleo,7,0.5,[0.49,0.49,0.49,0.48,0.51,0.62,0.79,1.02,1.24,1.43,1.53,1.64,1.73,1.78,1.84,1.86,1.88,1.88,1.88,1.88,1.87"Min:0;Max:2"])
aux  factor_inversión =
GRAPH(proporción_inversión_ingresos,0.1,0.01,[1.11,1.11,1.03,0.9,0.81,0.73,0.64,0.59,0.58,0.58,0.58"Min:0;Max:2"])
aux  Factor_inversión_accidentalidad =
GRAPH(proporción_inversión_ingresos,0.1,0.01,[0.58,0.58,0.58,0.61,0.63,0.68,0.74,0.84,0.93,0.99,1.03,1.05,1.05,1.01,0.97,0.93"Min:0;Max:1.5;Zoom"])

```

doc Factor_inversión_accidentalidad =
 GRAPH(proporción_inversión_ingresos,0.1,0.01,[0.48,0.51,0.55,0.62,0.7,0.82,0.94,1.05,1.1,1.1,1.1,1.08,1.08,1.08,1.07,1.05"Min:0;Max:1.5"])

aux Factor_IPP = (PCL/2)-0.5

doc Factor_IPP = Formulación utilizada en el sistema real para el calculo del costo de la IPP

aux IBL = 0.98*IBC_promedio

aux Impacto_in_itinere = IF(Control_in_itinere=0, 0, (IF(Control_in_itinere=1,STEP(0.15,2009),(IF(Control_in_itinere=2,STEP(0.2,2010),0))))))

aux Impacto_regraduación_ingreso = IF(Control_regraduación_ingresos=0, 1,(IF(Control_regraduación_ingresos=1,1-STEP(0.06,2010),(IF(Control_regraduación_ingresos=2,1+RAMP(-0.03,2010)+RAMP(0.03,2012),1))))))

aux IPC =
 GRAPH(TIME,2001,1,[0.0765,0.0699,0.0649,0.055,0.0485,0.048,0.0569,0.065,0.062,0.059,0.059,0.056,0.056,0.055,0.053,0.053"Min:0;Max:0.15"])

aux Pago_prom_altas_asisencial = Altas_inmmediatas*Costo_prom_asistencial_altas

aux Pago_prom_asistencial =
 Pago_prom_altas_asisencial+Pago_prom_leves_asistencial+Pago_prom_severo_asistencia

l

aux Pago_prom_IT = Pago_prom_IT_leves+Pago_prom_IT_severos

aux Pago_prom_IT_leves =
 Accidentes_leves*Días_perdidos_prom_leves*Factor_prestacional*(IBC_promedio/30)

doc Pago_prom_IT_leves = La formulación es obtenida directamenteo del sistema real

aux Pago_prom_IT_severos =
 Accidentes_severos*Días_perdidos_prom_severos*Factor_prestacional*(IBC_promedio/30)

)

doc Pago_prom_IT_severos = Formulación obtenida del sistema real

aux Pago_prom_leves_asistencial = Accidentes_leves*Costo_prom_asistencial_leve

aux Pago_prom_prestaciones_economicas =
 Pago_prom_IT+Pago_promedio_invalidos+Pago_promedio_IPP+Pago_promedio_mortales

aux Pago_prom_severo_asistencial =
 Accidentes_severos*Costo_prom_asistencial_severo

aux Pago_promedio_invalidos =
 Casos_invalidos*IBL*Factor_invalidos*Valor_actuarial_invalidos

aux Pago_promedio_IPP = Casos_IPP*Factor_IPP*IBL

aux Pago_promedio_mortales =
 Accidentes_mortales*IBL*0.75*Valor_actuarial_mortales

aux proporción_inversión_ingresos = Inversión/Ingresos

doc proporción_inversión_ingresos = Inversión como porcentaje de los ingresos

aux Proporción_otras_ARP = (1-Proporción_normal_entrantes)*0.02

doc Proporción_otras_ARP = Representa la relación entre otras ARP y la propia. Mayores afiliados ARP propia menores otras ARP y visceversa. El total de los potenciales no se afilia a la seguridad social en un período.

aux Proporción_variación_IBC = IPC*0.67

```

aux   Siniestralidad = (Pagos_reservas)/Ingresos
aux   Siniestralidad_real =
GRAPH(TIME,2001,1,[0.565,0.595,0.61,0.592,0.63,0.616,0.575,0.552"Min:0;Max:1"])
aux   Siniestralidad_real_2 =
GRAPH(TIME,2001,1,[0.492,0.56,0.514,0.522,0.618,0.549,0.519,0.548"Min:0;Max:1"])
aux   Tasa_desempleo =
GRAPH(TIME,2001,1,[15.5,15.3,14.2,12.6,11.8,11.5,11.2,11.5,12.8,13.3,13.3,14,14.4,14.5
"Min:7;Max:20;Zoom"])
doc   Tasa_desempleo = medio
GRAPH(TIME,2001,1,[15.5,15.3,14.2,12.6,11.8,11.5,11.2,11.5,12.3,12.1,11.8,11.6,11.4,11
.3"Min:10;Max:20"]) alta creación empleo
GRAPH(TIME,2001,1,[15.5,15.3,14.2,12.6,11.8,11.5,11.2,11.5,12.4,12.2,11.8,11.3,11,10.6
"Min:7;Max:20;Zoom"]) baja creación empleo
GRAPH(TIME,2001,1,[15.5,15.3,14.2,12.6,11.8,11.5,11.2,11.5,12.8,13.3,13.3,14,14.4,14.5
"Min:7;Max:20"])
aux   Valores_reales_afiliados =
GRAPH(TIME,2000,1,[650933,737567,811700,870731,902139,960132,1054051,1338455,
1491999"Min:600000;Max:2000000"])
aux   Valores_reales_ingresos =
GRAPH(TIME,2000,1,[73603,85503,100580,111191,131122,158354,194084,257561,3187
80"Min:50000;Max:400000"])
aux   Valores_reales_pagos =
GRAPH(TIME,2001,1,[42092,56294,57097,68400,97857,106519,133768,174551"Min:30
000;Max:150000"])
const Control_in_itinere = 0
const Control_regraduación_ingresos = 2
const Costo_prom_asistencial_leve = 160000
doc   Costo_prom_asistencial_leve = Obtenido del sistema real
const Costo_prom_asistencial_altas = 86000
doc   Costo_prom_asistencial_altas = Costo promedio obtenido del sistema real
const Costo_prom_asistencial_severo = 3200000
doc   Costo_prom_asistencial_severo = Obtenido en el sistema real
const Días_perdidos_prom_leves = 7
doc   Días_perdidos_prom_leves = Días promedios calculado a partir de información del
sistema real
const Días_perdidos_prom_severos = 70
doc   Días_perdidos_prom_severos = Calculado a partir de información del sistema real
const Factor_invalidos = 60%
const Factor_prestacional = 1.205
const PCL = 16
const Porcentaje_inversión = 0.55
doc   Porcentaje_inversión = Calculada a partir de información histórica del sistema real
const Probabilidad_IPP_leves = 1.5%
doc   Probabilidad_IPP_leves = Calculada a partir de información del sistema real
const Probabilidad_invalidos_leves = 0.001

```

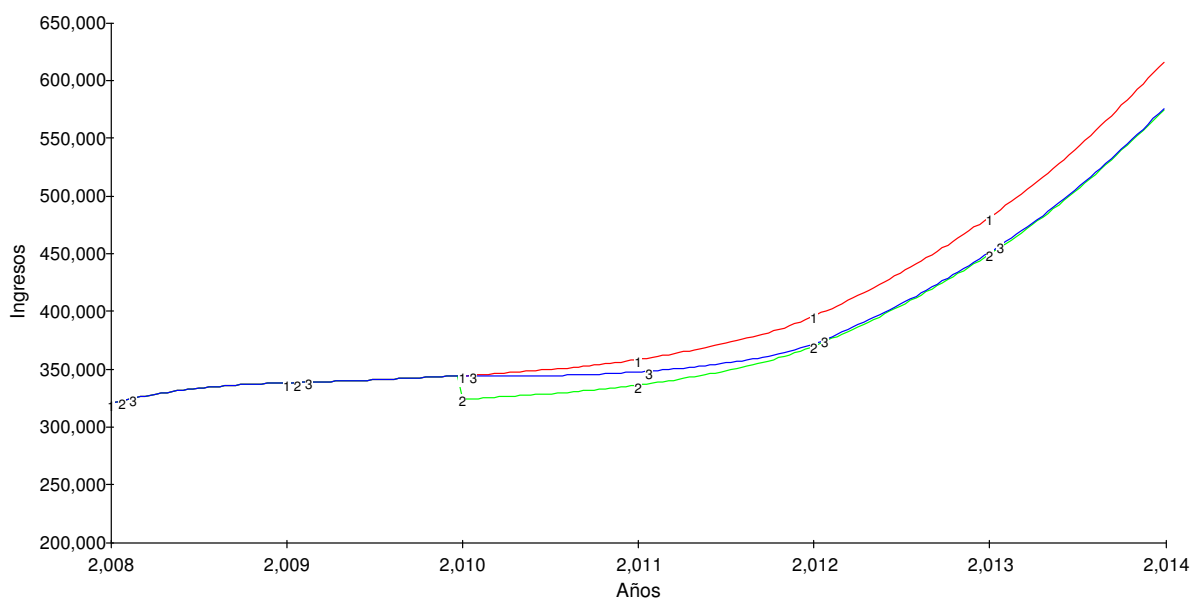
doc Probabilidad_invalidos_leves = Probabilidad calculada a partir de información del sistema real
 const Probabilidad_invalidos_severos = 0.03
 doc Probabilidad_invalidos_severos = Calculada a partir de información del sistema real
 const Probabilidad_IPP_severos = 3%
 doc Probabilidad_IPP_severos = Calculada a partir de información del sistema real
 const Probabilidad_ocurrencia_AT = 0.12
 const Proporción_altas = 0.435
 doc Proporción_altas = Proporción obtenida del sistema real
 const Proporción_leves = 0.512
 doc Proporción_leves = Proporción obtenida del sistema real
 const Proporción_mortales = 0.001
 doc Proporción_mortales = Proporción obtenida del sistema real
 const Proporción_normal_entrantes = 0.29
 doc Proporción_normal_entrantes = Proporción obtenida del sistema real
 const Proporción_normal_posibles = 0.11
 doc Proporción_normal_posibles = Proporción por calibración
 const Proporción_normal_salientes = 0.185
 doc Proporción_normal_salientes = Proporción obtenida del sistema real
 const Proporción_salientes_a_posibles = 0.08
 doc Proporción_salientes_a_posibles = Proporción obtenida mediante calibración
 const Proporción_salientes_otra_ARP = 0.1
 doc Proporción_salientes_otra_ARP = Proporción por calibración
 const Proporción_severos = 0.052
 doc Proporción_severos = Proporción obtenida del sistema real
 const Tasa_cotización_natural = 0.019
 doc Tasa_cotización_natural = Tasa de cotización esperada de acuerdo a la distribución de los afiliados por clase de riesgo.
 const Tiempo_ajuste_tasa_cotización = 7
 doc Tiempo_ajuste_tasa_cotización = Tiempo por calibración del modelo
 const Valor_actuarial_invalidos = 263
 const Valor_actuarial_mortales = 250

ANEXO B. SIMULACIONES ADICIONALES

1. Modificación de la tarifa de cotización

1.1. Alta creación de empleo

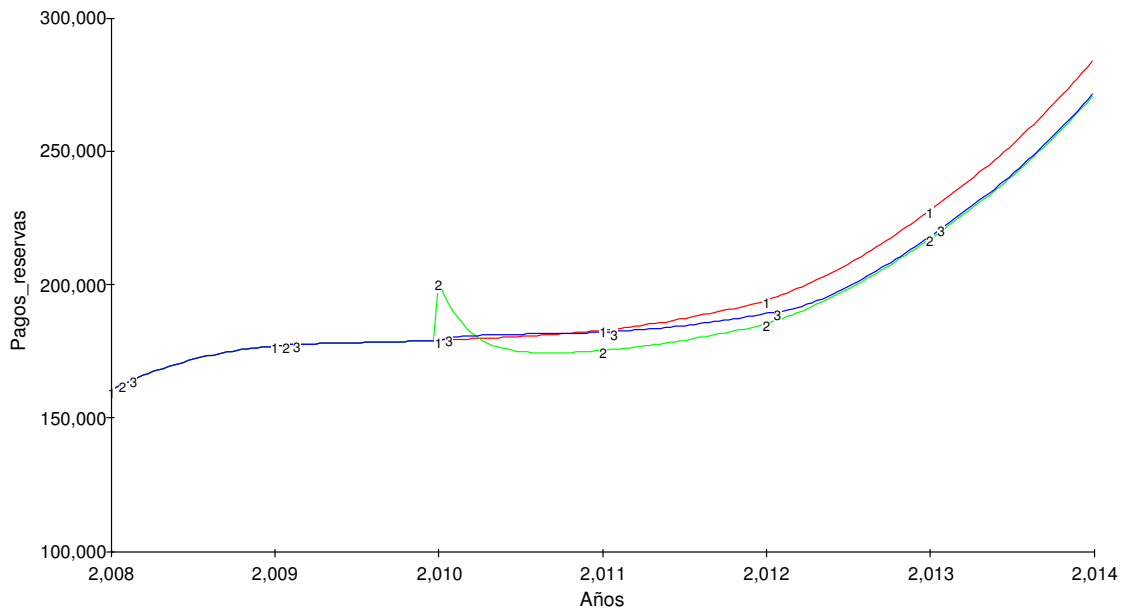
Gráfica 22. Ingresos con modificación de la tarifa (alta creación empleo)
(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Gráfica 23. Pagos y reservas con modificación de la tarifa (alta creación de empleo)
(Cifras en millones de pesos)

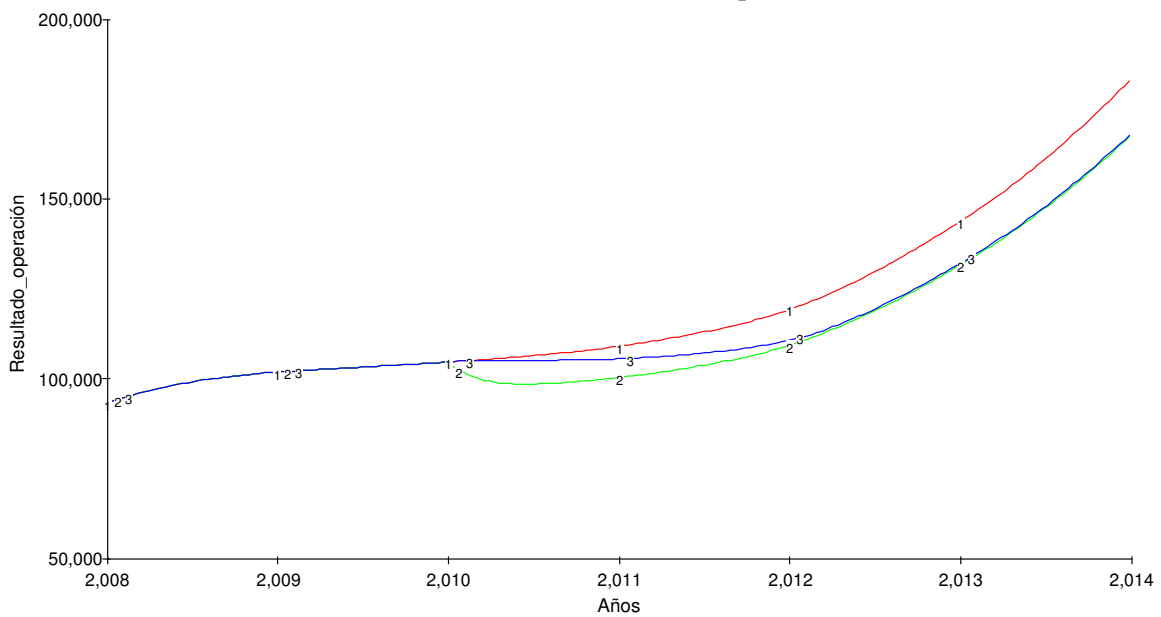


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Gráfica 24. Resultado de la operación con modificación de la tarifa (alta creación de empleo)

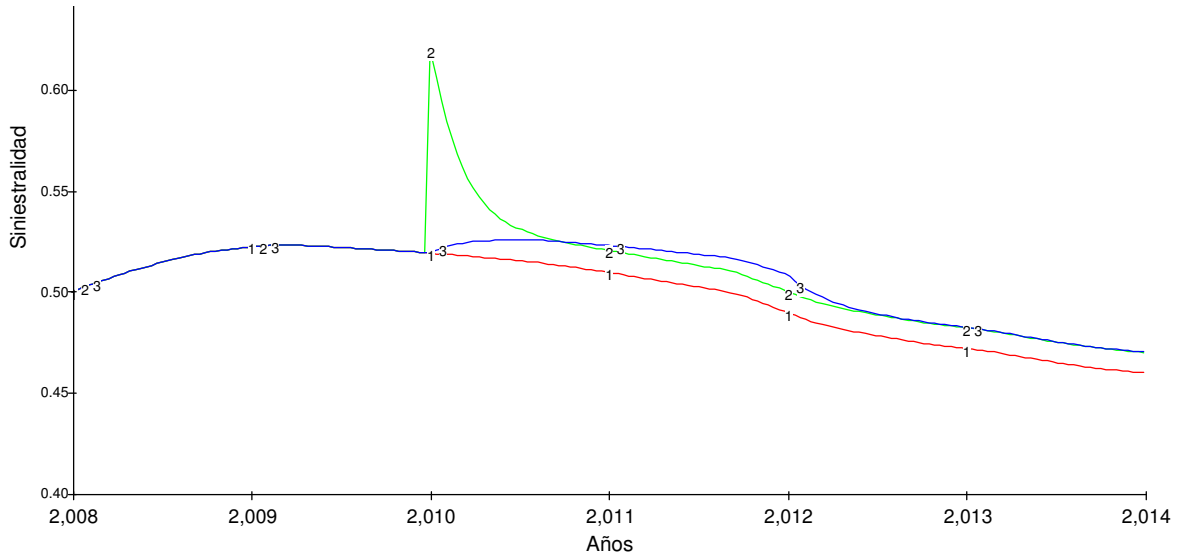
(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Gráfica 25. Siniestralidad con modificación de la tarifa (alta creación de empleo)
(%)

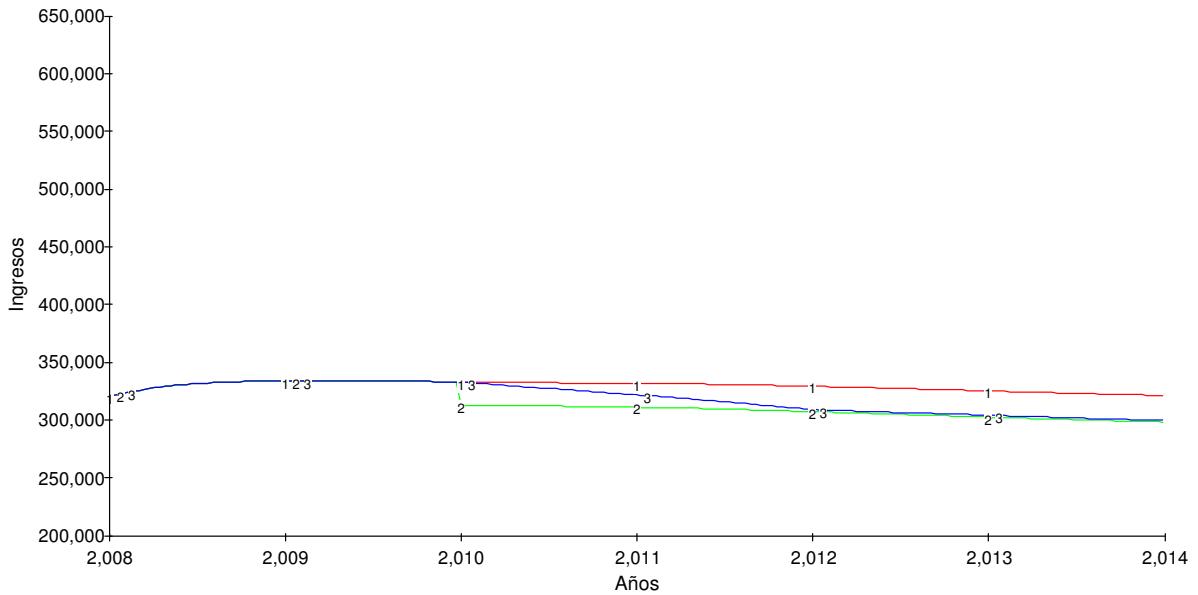


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

1.2. Escenario de baja creación de empleo

Gráfica 26. Ingresos con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)
(Cifras en millones de pesos)

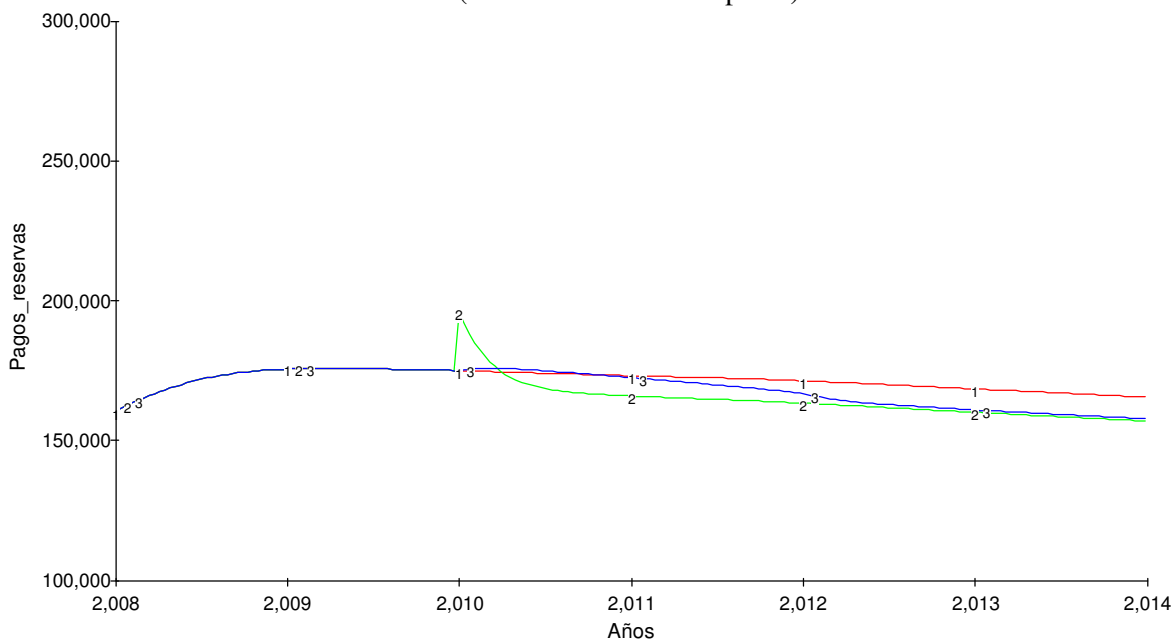


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Gráfica 27. Pagos y reservas con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)

(Cifras en millones de pesos)

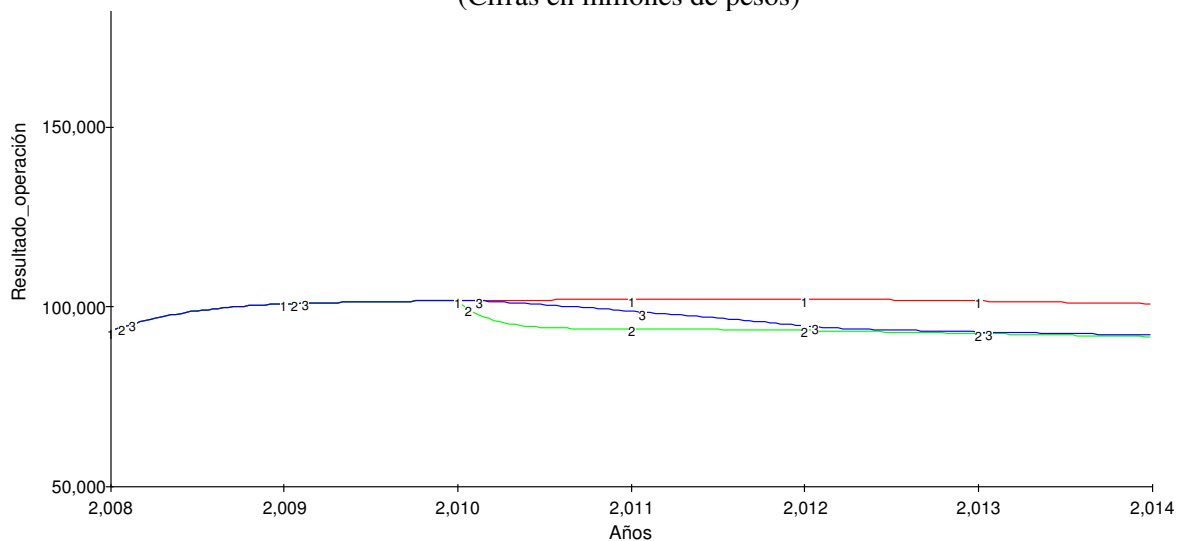


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Gráfica 28. Resultado de la operación con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)

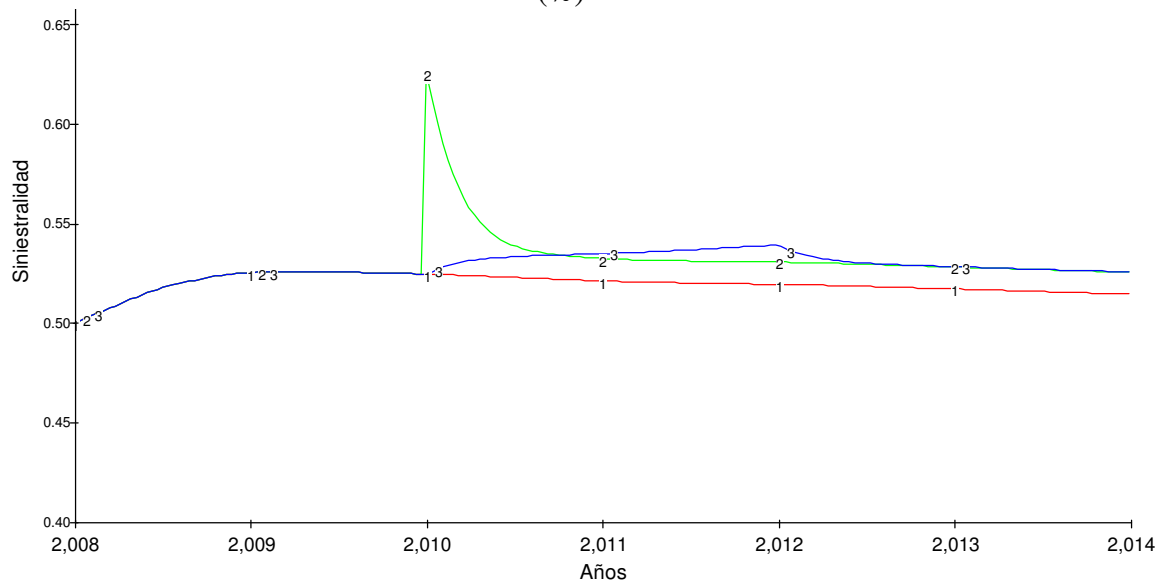
(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

Gráfica 29. Siniestralidad con modificación de la tarifa (baja creación de empleo)
(%)



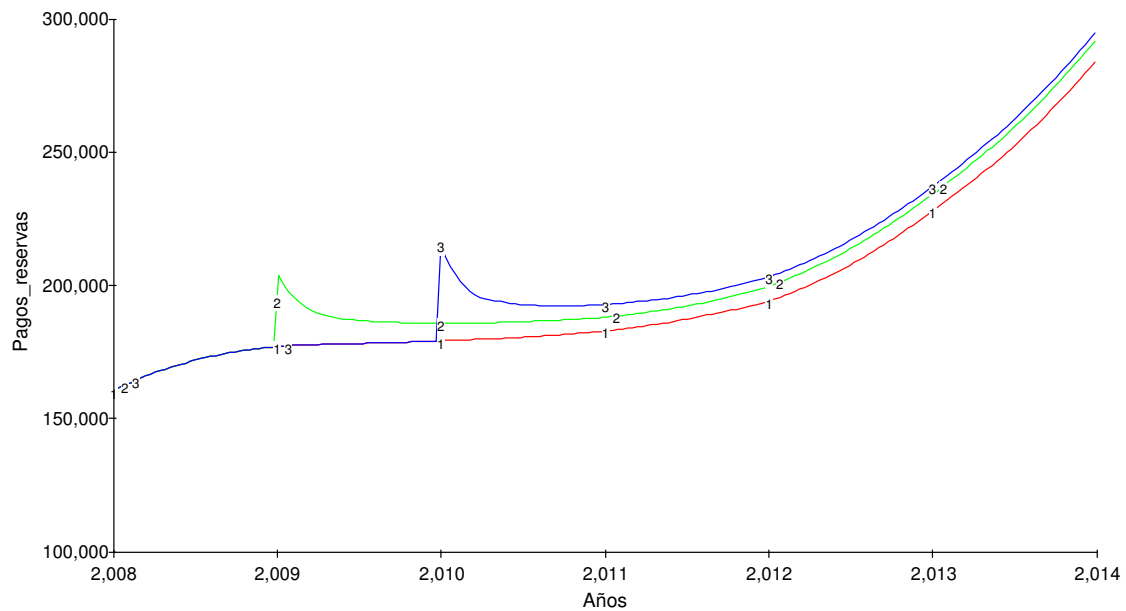
Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin modificación en la tarifa, (2) Disminución del 6% en los ingresos a partir de 2010, (3) Disminución gradual hasta el alcanzar el 6% en 2012.

2. Inclusión del accidente *in itinere*

2.1. Escenario de alta creación de empleo

Gráfica 30. Pagos y reservas con inclusión de accidente *in itinere* (alta creación de empleo)
(Cifras en millones de pesos)

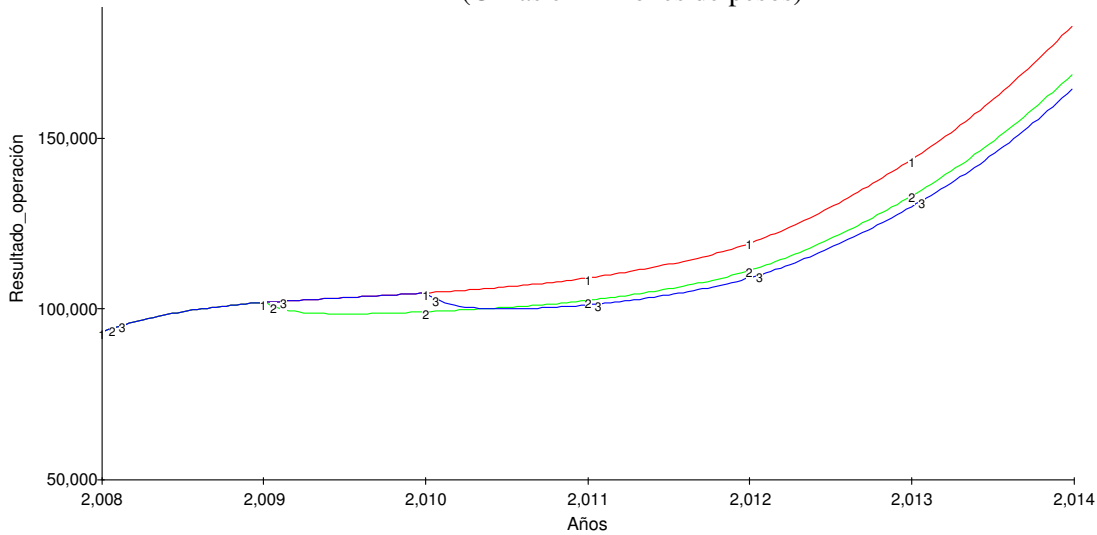


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010. Los incrementos se mantienen durante el resto de la simulación.

Gráfica 31. Resultado de la operación con inclusión de accidente *in itinere* (alta creación de empleo)

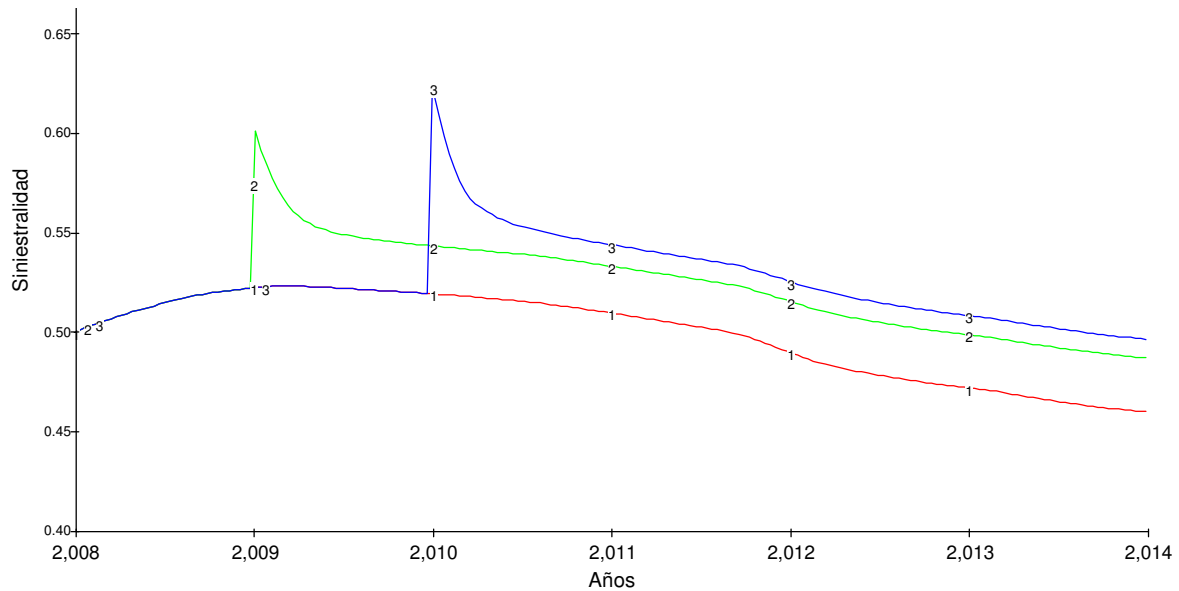
(Cifras en millones de pesos)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010. Los incrementos se mantienen durante el resto de la simulación.

Gráfica 32. Siniestralidad con inclusión de accidente *in itinere* (alta creación de empleo)



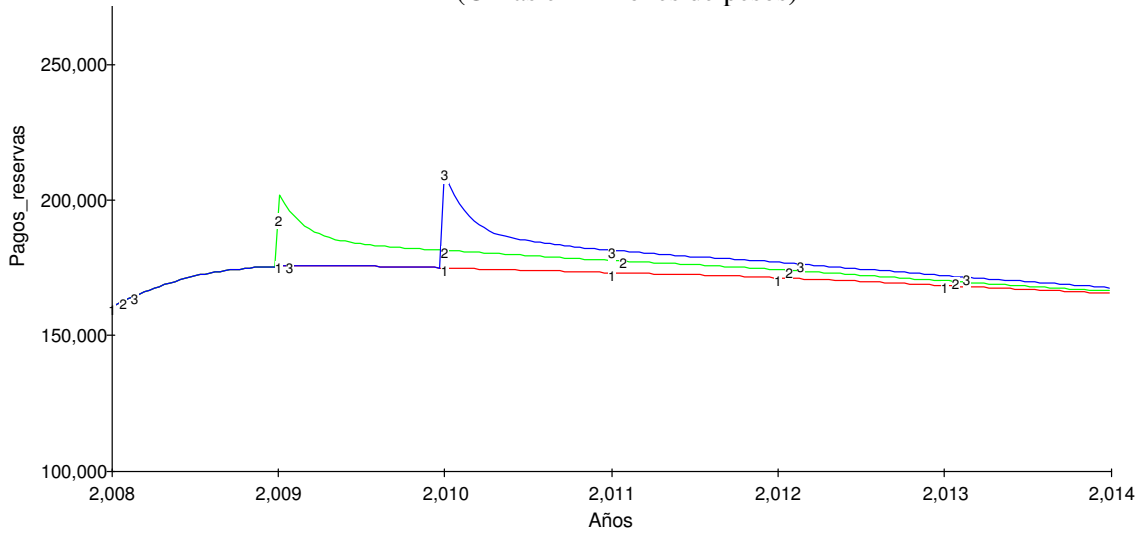
Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010. Los incrementos se mantienen durante el resto de la simulación.

2.2. Escenario de baja creación de empleo

Gráfica 33. Pagos y reservas con inclusión de accidente *in itinere* (baja creación de empleo)

(Cifras en millones de pesos)



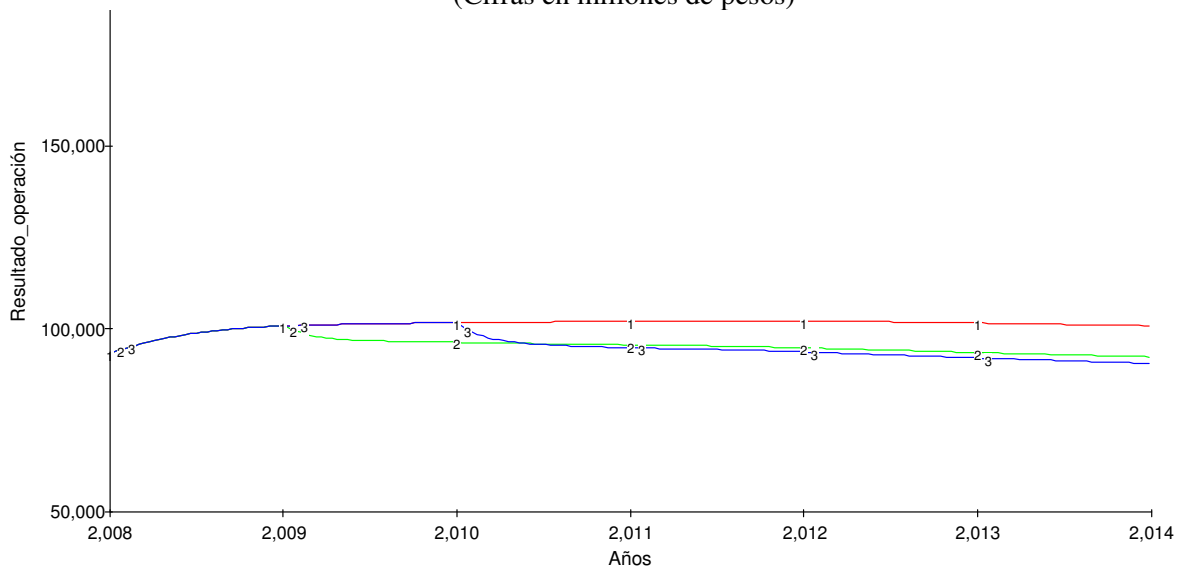
Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010.

Los incrementos se mantienen durante el resto de la simulación.

Gráfica 34. Resultado de la operación con inclusión de accidente *in itinere* (baja creación de empleo)

(Cifras en millones de pesos)

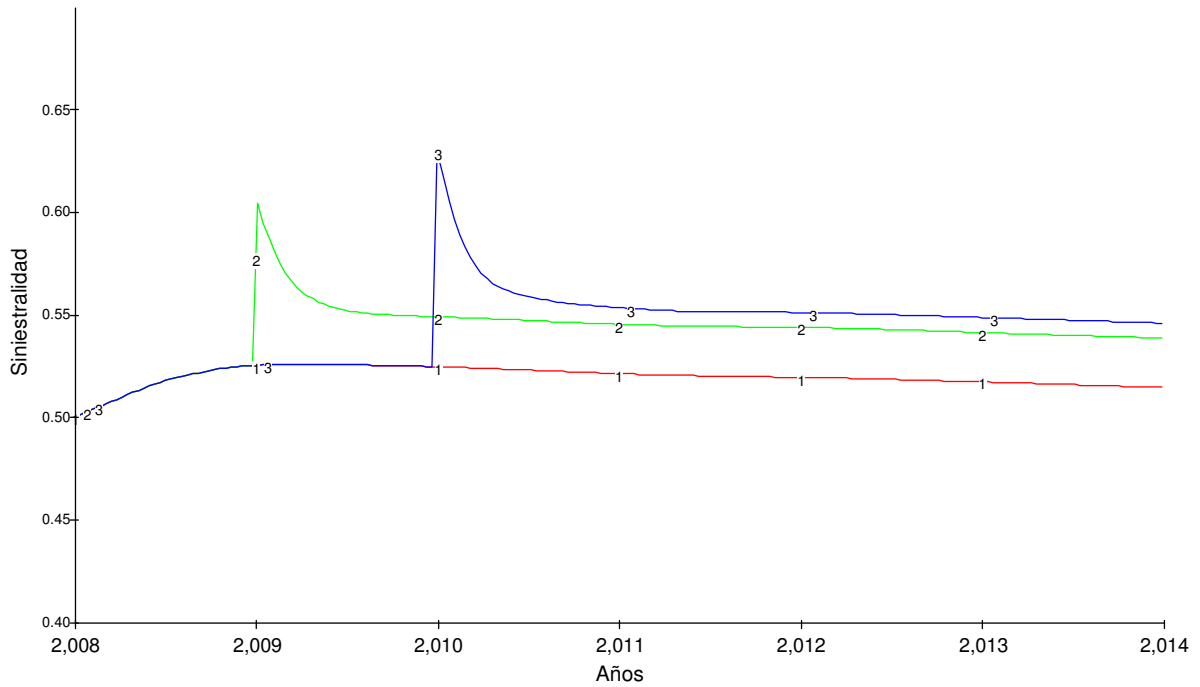


Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010.

Los incrementos se mantienen durante el resto de la simulación.

Gráfica 35. Siniestralidad con inclusión de accidente *in itinere* (baja creación de empleo)



Fuente. Elaboración propia

Nota. (1) Sin accidente *in itinere*, (2) Incremento de 15% en accidentes y 35% en fatales en 2009, (3) Incremento de 20% en accidentes y 35% fatales en 2010.

Los incrementos se mantienen durante el resto de la simulación.