

ACTUARIOS TRABAJANDO

REVISTA MEXICANA DE INVESTIGACIÓN ACTUARIAL APLICADA

 $\mathbf{q}_{\mathbf{x}}$ $\mathbf{p}_{\mathbf{x}}$ $\mathbf{q}_{\mathbf{x}}$ $\mathbf{q}_{\mathbf{x}}$ $\mathbf{p}_{\mathbf{x}}$

Tabla de Contenidos

Carta editorial del presidente	3
ANUNCIOS A LA MEMBRESÍA ¡Hasta siempre, Doctor de Alba!	7
ESTUDIANTES TRABAJANDO Comparación de dos métodos estadísticos de aprendizaje automático supervisado para la clasificación de cardiopatías	
ACTUARIOS TRABAJANDO Actual sistema pensionario del Seguro Social en México y su comparación con otro sistemas pensionarios de América Latina	
Análisis de la identificación y control de riesgos en activos virtuales en materia de PLD/FT en APAC, Europa, Norteamérica y Latinoamérica	47
Políticas de originación de créditos con enfoque verde	79
El límite de tolerancia al riesgo de insuficiencia de la prima	95
Agenda de mejoras al régimen estatutario de solvencia del seguro de terremoto Crisóforo Suárez Tinoco	102
CURSOS Y TALLERES	127

Estimados Colegas,

Me da gusto darles la bienvenida a este nuevo número de Actuarios Trabajando. Me corresponde a partir de este mes de junio presidir el Colegio Nacional de Actuarios e iniciar el nuevo Consejo Directivo para el bienio 2023-2025. Quedo muy agradecida a la Asamblea y a quienes me dieron su voto de confianza.

Uno de los objetivos que se ha ido consolidando en el Colegio se centra en la promoción y difusión de artículos de interés en diferentes ámbitos de nuestra profesión. A través de las secciones y comités que integran el Colegio buscaremos difundir opciones para que actuarios de diferentes áreas puedan participar, expresar y compartir artículos en ésta, nuestra revista.

Iniciamos recordando al gran Dr. Enrique de Alba Guerra, expresidente de nuestra asociación y gran referente en la estadística y la profesionalización actuarial en México, promotor de las ciencias exactas como herramienta indispensable en la toma de decisiones de políticas públicas y al desarrollo de un país y un digno ejemplo que seguir. Lo despedimos con cariño sabiendo que trasciende dejando un importante legado que se debe continuar.

En el siguiente artículo se presenta un tema de investigación que compara diferentes modelos matemáticos en el análisis de resultados dentro del campo médico para la clasificación de cardiopatías utilizando características y variables clínicas. Sin duda, un ejercicio que podrá dotar de herramientas predictivas a médicos para la atención adecuada del paciente y un buen ejercicio de estudios interdisciplinarios en beneficio de la sociedad.

El tercer artículo desarrolla un análisis sobre el sistema pensionario del Seguro Social en México y un comparativo de las reformas a la ley que se han implementado en nuestro país con otras naciones de Latinoamérica. Un tema imperdible que nos lleva a reflexionar sobre el futuro y rumbo de los sistemas de protección a la población y las áreas de oportunidad y retos que deben asumirse con seriedad y elementos técnicos.

El cuarto artículo nos habla sobre una clasificación del riesgo de financiamiento al terrorismo y el lavado de dinero utilizando las nuevas tecnologías de criptomonedas y Blockchain. Se trata de un punto de vista que, sin duda es importante tomar en cuenta para nuestro ejercicio profesional y nuestras finanzas personales.

Nuestro quinto artículo presenta una clasificación y una propuesta para incentivar la edificación de construcciones verdes en nuestro país. El trabajo contiene una clasificación de los riesgos involucrados y un interesante estudio de lo que se ha hecho a nivel mundial al respecto.

Finalmente, encontrarán dos interesantes artículos que nos llevan a la revisión de la insuficiencia de prima para el riesgo de terremoto y los límites de tolerancia que por requerimiento regulatorio debe someter el responsable de la función actuarial al Consejo de Administración. Estos trabajos, sin duda que refuerzan la gran responsabilidad del actuario en sus quehaceres dentro de las aseguradoras y su participación dentro del Gobierno Corporativo.

Los invitamos a que nos escriban y comuniquen sus opiniones en nuestro correo info@conacmexico.org.mx donde podamos obtener sus comentarios y aportaciones.

Esperamos disfruten del contenido.

Elsa L. González Franyutti
Presidente del CONAC

EDITOR EN JEFE

José Daniel López Barrientos

CONSEJO EDITORIAL

Elsa Lorena González Franyutti

Mauricio Gabriel Arredondo Fernández Cano

Mónica Rocío Soler Alatorre

Francisco Javier Ruíz de la Peña Olea

Martha Guadalupe Pichardo Rojas

EDITORES ASOCIADOS

María de Lourdes Díez Gutiérrez Igartúa

Martha Reyes Villa

Fernando José Mariné Osorio

Pedro Alberto Franco Cejín

Ernesto Héctor Monroy Yurrieta

CORRECCIÓN DE ESTILO

Ana Pamela Flores Herrera

DISEÑO GRÁFICO

Priscilla Camargo Bacha

Prof. Miguel Serrano 21 PH.
Col. Del Valle Centro, 03100. CDMX
info@conacmexico.org.mx.

ISSN / DOI EN TRÁMITE

JULIO 2023 - NÚMERO 14



Actuarios Trabajando

es una revista hecha por Actuarios, con Actuarios y para Actuarios, y necesita de tu aporte profesional con tu toque personal. No dejes pasar la
oportunidad de que tu
voz profesional sea oída,
y tus trabajos sean
conocidos por los
demás miembros de
nuestro gremio.

Los Actuarios certificados del CONAC obtienen horas de educación continua por sus contribuciones aceptadas para la revista.

¡Queremos oírte! ¡Tu aporte es necesario! ¡Queremos saber de ti!

Envía tus contribuciones a alguno de los miembros del Consejo Editorial,

o escribe por correo-e a: info@conacmexico.org.mx

ANUNCIOS A LA MEMBRESÍA

¡Hasta siempre, Doctor de Alba!





¡Hasta siempre, Doctor de Alba!

María Mercedes Gregorio Domínguez*,1

*División Académica de Actuaría, Estadística y Matemáticas del Instituto Tecnológico Autónomo de México.

RESUMEN Esta es una breve semblanza de nuestro querido Doctor de Alba, maestro, amigo y ex-presidente de nuestra asociación profesional. Pretende sintetizar una parte de sus muchos logros académicos, personales y profesionales.

Palabras clave

Vida y obra de Enrique de Alba Guerra.

Enrique de Alba Guerra era originario de Fresnillo, Zacatecas, Enrique estudió en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México la licenciatura en Actuaría, obteniendo el título en 1966.

Posteriormente cursó estudios de posgrado en la Universidad de Wisconsin en Madison, en los Estados Unidos de América (EUA) y obtuvo sus grados de Maestro y Doctor en Estadística en 1970 y 1974, respectivamente. Posteriormente, en 1979, obtuvo el grado de maestro en

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 30 de junio de 2023 Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo. ¹Correo electrónico: mercedes@itam.mx



Economía por la Universidad Estatal de Nuevo México en EUA. Su principal línea de investigación fue la Econometría Bayesiana y sus aplicaciones en temas actuariales.

En agosto de 1974 ingresó al ITAM, donde desarrolló la mayor parte de su actividad académica. Enrique entró como Jefe del Departamento Académico de Matemáticas y de 1986 a 2009 ocupó la Dirección General de la División Académica de Actuaría, Estadística y Matemáticas. Desde su ingreso inició un largo proceso de construcción y desarrollo institucional que eventualmente llevó a la consolidación de los departamentos académicos de Actuaría, Estadística y Matemáticas. En 1974 fundó la Licenciatura en Matemáticas Aplicadas y tuvo contribuciones invaluables en la consolidación de los programas de Licenciatura en Actuaría, Maestría en Seguros y Maestría en Administración de Riesgos.

En 2004 le fue conferido el nombramiento de profesor emérito del ITAM, mientras que en 2013 recibió la medalla Anáhuac en Ciencias Actuariales. Entre muchos otros logros fue Investigador Nacional, Fulbright Research Fellow, Profesor Asociado en la Universidad de Waterloo, Canadá, representante por México para Educación e Investigación ante la Asociación Internacional de Actuarios, Visiting Scholar en la Graduate School of Business, University of Chicago, además Profesor Asociado en el Departamento de Estadística Aplicada, en New Mexico State University.

Fue miembro de diversas sociedades profesionales, participando en puestos directivos en varias de ellas, como la presidencia del CONAC y del Instituto Interamericano de Estadística, miembro de la Junta de Gobierno de la American Statistical Association, miembro asociado de la Society of Actuarios. Fue socio fundador de la Asociación Mexicana de Estadística.



Figura 1 Enrique de Alba Guerra. Fuente: (Alcántara et al. 2016, p.145).

Enrique se desempeñó como Vicepresidente de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, cargo que ocupó de 2008 a 2022. Participó como asesor en diversas instituciones públicas y privadas, entre ellas, Banco de México, el Instituo Federal Electoral, la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, la Oficina de Asesores en la oficina del C. Presidente de la República y fue Consultor en Estadística en el Sistema de Información para la Programación Económica y Social en la Secretaría de la Presidencia (1972-1973). Fue asesor en GNP en temas de riesgos catastróficos (2005-2008).

Es autor de más de 90 publicaciones entre las cuales se cuentan 40 artículos en revistas arbitradas. Dirigió más de 45 tesis. Fue co-editor del North American Actuarial Journal y Editor Asociado del Journal of Business and Economic Statistics y del International Journal of Forecasting. Enrique fue mentor y profesor de muchas generaciones de estudiantes. Un hombre con ideas claras y sólidos principios que siempre supo luchar por sus ideales. Apasionado de la vida y obra de William Shakespeare, se le recordará por sus grandes aportaciones en las áreas de Estadística Bayesiana y la internacionalización de la profesión actuarial Mexicana.

REFERENCIAS

Alcántara, M., A. González Herrera, E. Uribares, J. E. González Herrera, A. R. Martínez Melo, et al., 2016 50 años del Colegio Nacional de Actuarios. Colegio Nacional de Actuarios A.C., Ciudad de México.



María Mercedes Gregorio Domínguez es Licenciada en Actuaría del ITAM y Doctora en Estadística e Investigación de Operaciones de la Universidad de Essex, Inglaterra. Actualmente es Directora de la Licenciatura en Actuaría en el ITAM y Coordinadora del Departamento de Ac-

tuaría en el ITAM. Es profesora e investigadora de tiempo completo en el ITAM desde 1998; pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología. Es miembro asociado de la Society of Actuaries.

Ha dictado cursos en las áreas de Matemáticas Financieras, Cálculo Actuarial, Solvencia II y Estadística Aplicada a la Actuaría. Tiene varios artículos publicados en revistas de primer nivel como Journal of the Royal Statistical Society, Scandinavian Actuarial Journal, Journal of Statistical Software, Statistical Methods in Medical Research, entre otros.

Es miembro del Comité de Ciencias Naturales y Exactas de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. Es participante de la Comisión Técnica Consultiva de Actuaría de la Dirección General de Profesiones, Secretaría de Educación Pública. Ha participado en varios comités del Colegio Nacional de Actuarios.

Fue becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ha sido distinguida con el Premio al Mérito Profesional-Sector Académico de la Asociación de Exalumnos del ITAM en 2013.

Fue alumna del profesor de Alba y colaboró con él durante varios años.



CONVOCATORIA



La Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. (AMA) convoca a todos los actuarios y estudiantes de la carrera de actuaría a participar en el

3er. Premio "Fundadores AMA"

enviando artículos inéditos que desarrollen temas actuariales de aplicación práctica relacionados con seguros y fianzas.

BASES

- A. Los artículos deberán desarrollar temas actuariales de <u>Inclusión Financiera, COVID y</u> <u>Tendencias Actuariales.</u>
- B. Los trabajos deberán plantear hipótesis y/o metodologías actuariales cuidando el equilibrio entre los aspectos teóricos, empíricos y prácticos.
- C. Al menos un 30% de sus páginas deberá dedicarse a exponer los beneficios del tema desarrollado para la toma de decisiones de las instituciones aseguradoras, afianzadoras o empresas vinculadas con la actividad de dichas instituciones.
- D. El artículo deberá estar orientada a ser comprendida por todo funcionario de las instituciones aseguradoras, afianzadoras o empresas vinculadas con la actividad de dichas instituciones que toma decisiones relacionadas con el tema desarrollado.
- E. De cada artículo, el Comité Técnico evaluará los siguientes puntos:
- Desarrollo y fundamentación.
- Estilo, redacción y presentación.
- Originalidad y aplicabilidad.
- Relevancia y actualidad.

- F. Los trabajos ganadores serán expuestos y premiados en el marco del XXXI Congreso Nacional de Actuarios, que nuestra Asociación llevará a cabo en Puerto Vallarta, lal., durante el mes de Noviembre de 2023.
- G. La AMA pagará, a un autor de cada trabajo ganador, los gastos de traslado por la vía que resulte menor entre la aérea y la terrestre, hospedaje y alimentos correspondientes al día y, según decida dicho autor, la noche anterior o la noche siguiente al día en que sea presentado el trabajo en el congreso.
- H. Los participantes deberán enviar la siguiente información:
- Archivo de Datos Personales, que contenga el nombre del participante, su currículum vitae, el seudónimo bajo el cual se registra su artículo, domicilio, correo electrónico y teléfono fijo y/o móvil del autor en formato PDF.
- Resumen del artículo (abstract), el cual deberá incluir una breve descripción del tema indicando claramente lo que se expondrá en el artículo. La extensión máxima del resumen ejecutivo será de 3 cuartillas. Este tendrá que ser enviado el día 15 de Septiembre de 2023.

- El artículo de investigación con que participará el autor, sujeto a lo establecido en la sección "Reglas de Publicación" de la presente convocatoria.
- Dos cartas firmadas por dos miembros de la AMA que acrediten la vinculación o interés del participante en el seguro y la fianza mexicanos. No podrán firmar estas cartas los miembros del Consejo Directivo ni quienes participen en la evaluación de los artículos participantes.
- I. Los documentos solicitados deberán enviarse a mediosdigitales@ama,org,mx, con fecha límite del 15 de septiembre de 2023 para el resumen y 1 de octubre para el artículo. Después de enviar los documentos requeridos el autor recibirá un correo de confirmación en un plazo de 3 días. El Consejo Técnico de la AMA informará a los participantes a más tardar el 30 de octubre de 2023 si su artículo fue acreedor de alguno de los premios.



PREMIACIÓN

1er. Lugar - \$50,000.00

2do. Lugar - \$25,000.00

3er. Lugar - \$12,500.00

Si el jurado lo decide, podrá declararse un 1er. lugar desierto.

JURADO

Todos los trabajos que se presenten serán evaluados por el Consejo Técnico de la AMA. Una vez que haya revisado y evaluado los artículos participantes, deliberará y adoptará su decisión por mayoría de votos. Su fallo será inapelable.

La evaluación de cada artículo dependerá de un miembro del Consejo Técnico de AMA y de dos dictaminadores especialistas en la materia. Tanto los dictaminadores especialistas como el autor se conservarán en el anonimato.

Adicionalmente, con la confirmación del registro de los artículos para participar, los actuarios certificados participantes podrán acreditar horas de educación continua ante el Colegio Nacional de Actuarios conforme a lo establecido en el Artículo 7 inciso g) del reglamento correspondiente.

Los artículos ganadores serán publicados en los medios digitales autorizados por la AMA y como parte de las Memorias del Congreso Nacional de Actuarios.

PUBLICACIÓN

- 1. Sólo se considerarán artículos que no hayan sido publicados y no estén propuestos simultáneamente para tal fin, en algún otro medio.
- 2. Todos los artículos deberán estar escritos en español.
- 3.Los textos deberán ser presentados en formato abierto de Microsoft Word, tamaño carta, espacio de interlineado sencillo, en tipo Times New Roman de 10 puntos, con una extensión mínima de 25 cuartillas y máximo de 40 (incluidos los cuadros, gráficas, mapas, esquemas y fotografías).
- 4.La página inicial solo deberá contener el título del artículo y el seudónimo bajo el cual se inscribe el autor del artículo (máximo 2 autores por artículo).
- 5. No se aceptará ningún cambio en el texto después de aprobada la participación del artículo.
- 6.Los autores de los artículos ganadores para su publicación por parte de la AMA, ceden sus derechos patrimoniales para que éstos se publiquen y distribuyan tanto en versión impresa como electrónica. Los autores conservan sus derechos morales, así como la posibilidad de distribuir gratuitamente dichos artículos con propósitos académicos o científicos.
- 7. Aquellos trabajos que hayan sido parcial o totalmente publicados antes del Congreso, así como trabajos que hayan sido dirigidos o desarrollados por alguno de los miembros del jurado no serán considerados para participar en la presente convocatoria.
- 8.Con el registro de su artículo, el autor acepta observar el Código de Ética y Conducta del Actuario. Los autores son responsables de cualquier violación a la Ley Federal de Derechos de Autor en la que llegaren a incurrir, en relación con el artículo presentado.

Cualquier situación no contemplada en lo establecido en esta Convocatoria, será sometida a consideración del Jurado.

Con este esfuerzo, esperamos seguir fortaleciendo el alcance de nuestro congreso con proyectos propositivos que den conocimiento de alto nivel a la comunidad actuarial.

¡Esperamos contar con tu participación!

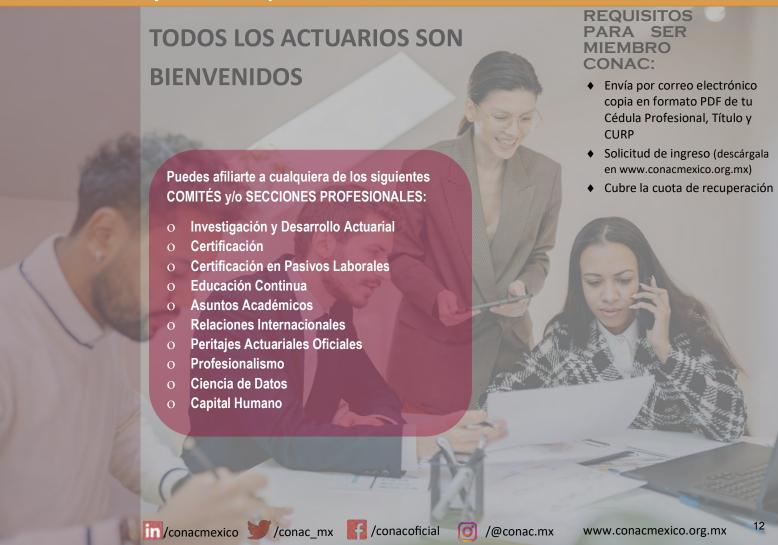




COLEGIO NACIONAL DE ACTUARIOS, A.C.

La Actuaría ha sido fundamental para el desarrollo, crecimiento y evolución del sector asegurador mexicano. El Colegio Nacional de Actuarios, A.C. (CONAC) fundado desde 1966, es la principal organización profesional que representa al gremio actuarial mexicano ante autoridades gubernamentales, organismos empresariales y asociaciones profesionales internacionales.

¡Acércate al CONAC, conoce los beneficios de ser miembro y forma parte de él!



ESTUDIANTES Trabajando

Comparación de dos métodos estadísticos de aprendizaje automático supervisado para la clasificación de cardiopatías





Comparación de dos métodos estadísticos de aprendizaje automático supervisado para la clasificación de cardiopatías

Antonio Andrés Rivera Pedrazzi*,1

*Facultad de Ciencias Actuariales de la Universidad Anáhuac México

RESUMEN Las cardiopatías son patologías que ocupan los primeros lugares en las tasas de mortalidad a nivel mundial. Es por esto que se realizaron diferentes modelos estadísticos para poder aumentar la efectividad del diagnóstico de enfermedades en el corazón a través de variables médicas y demográficas, de 270 pacientes enfermos y sanos. Se compararon los resultados de una regresión logística binaria y de un análisis discriminante lineal de Fisher, llegando a la conclusión de que el modelo que mejor se ajustaba a los datos de los pacientes era la regresión logística.

Palabras clave

Regresión logística binaria, análisis discriminante lineal de Fisher.

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 21 de junio de 2023 Versión preparada por Elena Cherem Sitton. Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.



1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se busca predecir la presencia de enfermedades del corazón en nuevos pacientes utilizando características de cada individuo y variables clínicas mediante dos métodos estadísticos distintos: una regresión logística y un análisis discriminante lineal de Fisher. Entre los regresores para realizar la predicción se encuentra información sobre la edad, sexo, tipo de dolor torácico, mediciones de la presión arterial o los niveles de colesterol. La problemática radica en que existen demasiados factores que pueden afectar la salud de una persona, por lo que el reto será encontrar un modelo con los regresores que mejor predicen esta situación.

Así mismo, se busca lograr diferentes objetivos durante el desarrollo del proyecto, por lo que será fundamental aplicar distintos métodos estadísticos para poder determinar el nivel de riesgo que tiene un individuo de desarrollar problemas en el corazón, evaluando cómo ciertas características médicas interactúan entre sí. Con lo anterior, se podrán crear estrategias preventivas en donde se identifique rápidamente a las personas expuestas, más allá de lo que puede hacer el tratamiento médico tradicional. También se busca profundizar en las aplicaciones predictivas del análisis multivariado al utilizar diferentes herramientas de programación aplicadas en datos médicos y demográficos.

En cuanto al panorama reciente a nivel regional, las enfermedades del corazón forman parte de la principal causa de muerte (solo rebasado temporalmente por el COVID-19) con una participación del 19.7 % del total de las defunciones en 2021. La cifra alcanzada de fallecimientos por cardiopatías en hombres fue de 62,617 y en mujeres de 51,276, obteniendo el total de 113,893 defunciones, cifra que supera a otras causas de muerte en México como la diabetes mellitus, los tumores malignos o la influenza y neumonía (vea Comunicación Social (2022); Google Developers (2022)). A nivel global, la principal causa de defunción en 2019, con una participación del 16 % sobre el total de muertes, fue la cardiopatía isquémica (vea Centro de Prensa (2020)). Como se puede observar, existe una relevancia médica en el campo de las enfermedades del corazón, por lo que la prevención y diagnóstico adecuado podrían llegar a salvar muchas vidas y en consecuencia disminuir la tasa de mortalidad a nivel mundial.

2. MARCO TEÓRICO

Existen modelos de regresión basados en la estadística inferencial en los cuales se puede trabajar con ecuaciones

¹Correo electrónico: antonio.riverape@anahuac.mx

que relacionan una variable dependiente (categórica o no categórica) con una o más variables llamadas regresores que describen el comportamiento de la dependiente. Por lo general, en la estadística se tienen variables las cuales se encuentran relacionadas entre ellas, por lo que es posible crear una función matemática para poner una variable en función de las demás (vea Chatterjee y Hadi (1977)).

Modelo de regresión logística

En una regresión logística se tiene una variable dependiente la cual es dicotómica y donde se busca por medio de un proceso el encontrar una relación de dependencia entre una o más variables. Si la variable dependiente tiene solo dos categorías, entonces se llamará regresión logística binaria. La característica específica de la regresión logística es que a través de una respuesta categórica, se logre encontrar un modelo que contenga variables de cualquier tipo (continuas, discretas o categóricas) para poder predecir a la variable dependiente. Este tipo de regresiones se pueden utilizar para predecir la presencia o ausencia de una característica en específico, por lo que llega a tener mucha aplicación en el campo médico para prevenir o anticipar el tratamiento de enfermedades (vea Autor Anónimo (2022)).

La regresión logística no utiliza supuestos sobre distribuciones de probabilidad a diferencia de la regresión múltiple, aunque sí cuenta con una serie de supuestos que se deben cumplir para contar con validación estadística en el modelo presentado en Leung (2021), los cuales enunciamos a continuación:

- Dicotomía en la predicción: la variable dependiente debe ser categórica y excluyente ante los demás niveles.
- Ausencia de multicolinealidad: los predictores no deben estar altamente correlacionados entre sí.
- Tamaño de la muestra: es importante tener un tamaño de muestra lo suficientemente grande para obtener resultados precisos y confiables. Se debe tener un mínimo de 15 casos para cada variable independiente, aunque varios autores recomiendan al menos 50 casos para cada regresor.
- Valores atípicos: los valores atípicos pueden tener un impacto significativo en la regresión logística y deben ser identificados y manejados adecuadamente.
- Independencia de las observaciones: las observaciones deben ser independientes entre sí, es decir, hay uno o más regresores independientes que pueden ser continuos o categóricos en donde cada observación



| Rivera Pedrazzi

- debe ser única y no estar relacionada con ninguna otra observación.
- Categorías mutuamente excluyentes: las categorías para las variables no numéricas deben ser mutuamente excluyentes y exhaustivas.

Haciendo énfasis en el supuesto dos al ser uno de los más relevantes, la multicolinealidad describe cuando dos o más regresores se encuentran correlacionados entre ellos, generando que se esté explicando la misma información pero utilizando dos variables lo cual aumenta la complejidad del modelo sin aportar a la predicción. El tener un problema de multicolinealidad, puede llevar al modelo a tener un alto nivel de varianza en los coeficientes de regresión y en consecuencia crear una inestabilidad. Las principales problemáticas que generan los coeficientes inestables son:

- Los coeficientes aparentan ser insignificantes incluso en aquellas ocasiones donde sí exista una relación significativa entre el regresor y la variable dependiente.
- Los coeficientes de aquellos regresores con altos niveles de correlación se verán afectados al variar extensamente entre distintas muestras.
- Se podría generar una situación donde los coeficientes cuenten con un signo equivocado, alterando la interpretación real del modelo.

Para medir la multicolinealidad se utilizan los factores de inflación de varianza (VIF por sus siglas en inglés), que miden el cambio en la varianza de los coeficientes estimados, la cual será alta si los VIF son elevados. Por lo general se utiliza una línea de corte de cinco en el valor de los factores para determinar una multicolinealidad aceptable. Aquellos regresores con valores de VIF superiores a cinco serán tomados como altamente correlacionados y deberán ser tratados para garantizar la calidad de la regresión (vea Autor Anónimo (s.f.)).

Así mismo, existen diferentes funciones de enlace para poder modelar una variable dependiente dicotómica y que no se pierda rigor matemático (vea Agresti (2015)). Entre las principales encontramos:

- Logit: $\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right)$,
- Normit: $\Phi^{-1}(\pi)$,
- Gompit: $\ln(-\ln(1-\pi))$.

Podemos comparar estas funciones usando los criterios de información presentados en Chatterjee y Hadi (1977):

 R²_{ajustada} es una medida de la calidad de ajuste de un modelo que tiene en cuenta el número de variables



- explicativas incluidas en el modelo. Este criterio es una versión ajustada del coeficiente de determinación $R^2_{\rm ajustada}$ en donde un valor de $R^2_{\rm ajustada}$ más alto indica que el modelo se ajusta mejor a los datos.
- AICc: el Criterio de Información de Akaike corregido es una medida de la calidad de ajuste de un modelo. Toma en cuenta tanto la bondad de ajuste del modelo como el número de parámetros utilizados para ajustar los datos. Un valor de AICc más bajo indica que el modelo se ajusta mejor a los datos.
- BIC: el Criterio de Información Bayesiano es otra medida de la calidad del ajuste de un modelo que se utiliza comúnmente en análisis estadísticos. Es similar al AICc en que toma en cuenta tanto la bondad de ajuste del modelo como el número de parámetros utilizados. Sin embargo, el BIC penaliza el número de parámetros más fuertemente que el AICc. Un valor de BIC más bajo indica que el modelo se ajusta mejor a los datos.

Por otra parte, existe el área bajo la curva característica operativa del receptor (AUC ROC por sus siglas en inglés) en donde se evalúa la capacidad predictiva de un modelo de clasificación binaria como lo es la regresión logística binaria. La AUC ROC mide la capacidad del modelo para distinguir entre dos clases (por ejemplo, presencia de una cardiopatía vs. ausencia de una cardiopatía) en términos de la tasa de verdaderos positivos y falsos positivos en donde se muestra el rendimiento del modelo en todos los umbrales de clasificación. Cuanto más cercano a uno sea el valor de AUC ROC, mejor será la capacidad de discriminación del modelo (vea Google Developers (2022)).

Análisis Discriminante Lineal

El análisis discriminante lineal es un método estadístico de clasificación supervisada en donde se busca distinguir dos o más categorías de una variable dependiente para clasificar nuevas observaciones en función de sus características. Es posible estimar la probabilidad de que una observación pertenezca a una categoría en específico por medio del teorema de Bayes: $\mathbb{P}(Y=k|X_i=x)$, asignando la observación x del regresor X_i a la clase k de la variable dependiente Y.

En contraste con una regresión logística, se encuentran las siguientes ventajas del modelo ADL:

• Este modelo es estable en sus parámetros estimados si las clases se encuentran bien separadas, mientras que en una regresión logística no. No hace falta tener un número elevado de observaciones, ya que si la distribución de los regresores es aproximadamente normal en cada clase, entonces el modelo será más estable en comparación con una regresión logística.

Dentro de los supuestos o condiciones a cumplir por parte de los datos para que se pueda realizar correctamente el ADL, se encuentran:

- 1. Los regresores deben distribuirse conforme a una normal o normal multivariada en cada una de las categorías determinadas por la variable dependiente.
- La varianza del regresor, o en dado caso la matriz de covarianzas, si se tiene más de un regresor, debe ser la misma para todas las clases.

En caso de incumplir el primer supuesto, se puede realizar el modelo pero perderá precisión y en caso de incumplir el segundo supuesto se deberá realizar un Análisis Discriminante Cuadrático. Previamente se mencionó que el ADL se puede realizar por medio del clasificador de Bayes, aunque también es posible realizarlo con el enfoque de Fisher el cual llega a ser ligeramente diferente. El ADL de Fisher reduce la dimensionalidad de *p* regresores originales a través de una combinación lineal de aquellos regresores que mejor explican la separación de las categorías de la variable dependiente. La regla para separar las clases se encuentra en maximizar la distancia entre grupos en función de la varianza. Así mismo, Fisher no realiza supuestos de normalidad o de varianzas iguales, más bien se enfoca en:

- 1. Reducir la dimensionalidad de *p* regresores a *k* combinaciones lineales de los regresores.
- Clasificar las observaciones a través de las variables discriminantes.

Por último, una forma de pedir la precisión de un ADL es con una matriz de confusión para poder ver la proporción de aciertos en la clasificación. La matriz de confusión da los valores de verdaderos positivos. verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos. Otra manera de pedir la precisión es por medio de un "test error" en donde se separa una parte de la muestra para que el modelo se entrene con solo una porción de los datos (train data) y posteriormente pueda validar su calidad con una serie de datos que no ha utilizado con anterioridad (vea Rodrigo (2016)).

Variables Dummies

Son variables artificiales que se crean para poder ingresar regresores categóricos al análisis. Por lo general, toman valores de 0 ó 1 para indicar la ausencia o presencia de una característica señalada dentro de un regresor categórico, aunque pueden tomar cualquier valor dicotómico no necesariamente cero y uno.

A pesar de su amplia utilidad para ajustar modelos de regresión, se debe tener cuidado de no exceder en la cantidad de regresores de este tipo para evitar perder interpretación a la hora de generar conclusiones sobre el modelo.

Si se tiene una variable categórica con "k" niveles de respuesta, entonces se pueden generar k dummies para describir su comportamiento. Cabe mencionar que para evitar problemas de dependencia lineal, si se quiere mantener k dummies dentro del modelo, entonces se deberá eliminar el término constante " β_0 " o en caso de querer mantener " β_0 " en el modelo, se deberán generar k-1 variables dummies dentro del análisis (vea Chatterjee y Hadi (1977)).

Cardiopatías

Las cardiopatías son todas aquellas enfermedades o padecimientos que afectan al corazón o a los vasos sanguíneos. Dentro de este tipo de enfermedades se puede encontrar la cardiopatía coronaria o isquémica entre las más comunes, en donde se sufre de una reducción del flujo sanguíneo en las arterias coronarias debido a la acumulación de placa (vea Autor Anónimo (2011)). Asimismo, existe una gran variedad de cardiopatías llegando a alcanzar más de 300 tipos clasificados en simples, moderadas y complejas, pero teniendo entre sus principales:

- Miocardiopatía dilatada: es una enfermedad del músculo del corazón en la que las cámaras del corazón se dilatan y debilitan, lo que reduce su capacidad para bombear sangre de manera efectiva por todo el cuerpo.
- Cardiopatía hipertrófica: es una enfermedad en la que el músculo del corazón se engrosa, lo que puede dificultar la circulación sanguínea y provocar síntomas como dificultad para respirar, dolor en el pecho y mareos.
- Displasia ventricular derecha arritmogénica: es una enfermedad rara en la que el tejido del músculo cardíaco del ventrículo derecho es reemplazado por tejido cicatrizal y graso, lo que puede provocar arritmias cardíacas peligrosas.



| Rivera Pedrazzi

- Miocardiopatía restrictiva: es una enfermedad del músculo cardíaco en la que el tejido del corazón se vuelve rígido y no se puede estirar adecuadamente para llenarse de sangre, lo que dificulta el flujo de sangre.
- Cardiopatías congénitas: son problemas cardíacos que se presentan desde el nacimiento debido a anomalías en la estructura o funcionamiento del corazón.
 Pueden variar desde problemas leves hasta enfermedades potencialmente mortales, y pueden requerir tratamiento médico o quirúrgico.

Estos padecimientos pueden surgir por diferentes factores como alimentación deficiente, actividad física escasa, problemas de obesidad, etc. Además, el hecho de tener presencia de alguna enfermedad en el corazón puede causar síntomas como: fatiga, dolor de pecho, desmayos, dificultad para respirar, y en cuanto a consecuencias puede llegar a generar tumores en el corazón o en el peor de los casos la muerte (vea Autor Anónimo (2021)).

3. METODOLOGÍA

Para la realización del trabajo se extrajeron diferentes variables independientes cuyo contenido era de tipo médico y demográfico con el fin de crear un modelo de regresión logística binaria y un modelo discriminante lineal de Fisher.

Los datos fueron consultados inicialmente en Hoyt (2023), donde se reclutaron diferentes regresores relacionados con características de diferentes personas como la edad, el sexo, los niveles de colésterol, etc. Cabe mencionar que a pesar de haber extraído la base de datos de Kaggle, los datos provienen de informatics edu (2019), plataforma que se encargó de cambiar la base de datos del formato ".data" al ".csv" para manipularlos con mayor facilidad. Aun así, los datos originalmente provienen de UCI machine learning repository donde fueron publicados para su uso general bajo propósitos académicos y/o comerciales (vea Janosi et al. (1988)). Así mismo, la información sensible, como los nombres y números de seguridad social de cada paciente, fue eliminada de la base de datos.

En cuanto a las variables del modelo, se pueden encontrar originalmente 14 variables con 270 observaciones. Cada una de estas observaciones representa un caso de estudio de cateterismo cardíaco en personas clasificadas con o sin enfermedades del corazón. Dentro de las 14 variables, 13 son utilizadas como regresores con valores relevantes para la predicción de enfermedades cardiacas mediante factores de riesgo como: su edad, sexo, tipo de



dolor torácico, mediciones de la presión arterial, niveles de colesterol, resultados del electrocardiograma, síntomas de angina inducidos por el ejercicio y la cantidad de vasos observados en la fluoroscopia que muestran estrechamiento de las arterias coronarias. La variable 14 es usada como variable dependiente, la cual tiene un valor binario para clasificar si la persona tiene presencia o ausencia de una enfermedad en el corazón.

Después de la obtención de los datos se realizó una filtración utilizando R para convertir las variables categóricas en dummies y ordenar la muestra para su posterior análisis. Tras realizar la depuración, se obtuvo un total de 19 variables debido a la generación de las nuevas dummies. Las tablas 1-2 presentan la descripción de los datos.

No.	Variable	Valor	Descripción
1	Age	Positivo entre el rango [29,77]	Edad del paciente en años (entero)
2	Sex	0 = Mujer 1 = Hombre	Género del paciente (categórico)
3	Chest pain type	1 = Angina típica 2 = Angina atípica 3 = Dolor no anginal 4 = Asintomático	Tipo de dolor de pecho padecido por el paciente (categórico)
4	BP	Positivo entre el rango [94,200]	Nivel de presión sanguínea del paciente medido en mmHg (entero)
5	Cholesterol	Positivo entre el rango [126,564]	Nivel de colesterol del paciente medido en mg/dl (entero)
6	FBS over 120	0 = Falso 1 = Verdadero	Resultados de la prueba de azúcar o glucosa en la sangre bajo ayumo que superan los 120 mg/dl (categórico)
7	EKG results	0 = Normal 1 = Anomalis en la coda ST-T 2 = Mostrar hipertrofia ventricular inquierda probable o definitiva según los criterios de Esses	Resultados del electrocardiograma (categórico)
8	Max HR	Positivo entre el rango [71,202]	Valor máximo registrado del ritmo cardíaco durante una prueba de ejercicio (entero)
9	Exercise angina	0 = No 1 = Sí	Angina experimentada durante una prueba de ejercicio (categórico)
10	ST depression	Positivo entre el rango [0,6.2]	Depresión del segmento ST en las mediciones del electrocardiograma inducida por ejercicio en relación al reposo (numérico)
11	Slope of ST	1 = Positiva 2 = Plana 3 = Negativa	La pendiente del segmento ST durante las pruebas del electrocardiograma (categórico)
12	Number of vessels fluro	No negativo entre el rango [0,3]	Cantidad de vasos vistos en las imágenes de una fluoroscopia (entero)
13	Thallium	3 = Normal 6 = Defecto fijo 7 = Defecto reversible	Resultados de una prueba de estrés con talio (categórico)
14	Heart Disease	0 = Ausencia 1 = Presencia	Valor que representa si se ha diagnosticado o no al paciente con una enfermedad cardiaca (categórico)

■ **Tabla 1** Descripción de las 14 variables iniciales sobre las características médicas y demográficas de ciertos pacientes

No.	Variable	Valor	Descripción
1	Chest_pain_dummy1	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "Chest pain type" para el valor categórico "2"
2	Chest_pain_dummy2	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "Chest pain type" para el valor categórico "3"
3	Chest_pain_dummy3	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "Chest pain type" para el valor categórico "4"
4	EKG_results_dummy1	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "EKG results" para el valor categórico "1"
5	EKG_results_dummy2	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "EKG results" para el valor categórico "2"
6	Slope_ST_dummy1	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "Slope of ST" para el valor categórico "2"
7	Slope_ST_dummy2	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "Slope of ST" para el valor categórico "3"
8	Thallium_dummy1	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor "Thallium" para el valor categórico "6"
9	Thallium_dummy2	Binario {0,1}	Dummy asociada al regresor 'Thallium" para el valor categórico "7"

■ **Tabla 2** Descripción de las variables dummies obtenidas tras la manipulación de los regresores categóricos en R

4. RESULTADOS

Regresión Logística Binaria

A continuación se presenta el modelo de regresión logística binaria inicial en donde se incluyen todos los regresores. Cabe mencionar que se utilizó la función de enlace logit seleccionada de manera arbitraria:

$$P(1) = \frac{e^{Y'}}{1 + e^{Y'}} \tag{1}$$

donde

Y' := -6.97 - 0.0160Age + 1.763Sex + 0.0260BP

+0.00662Cholesterol -0.370(FBSover120)

-0.0193 MaxHR + 0.597 Exercise Angina

+ 0.449 ST depression + 1.2 Number Of Vessels Fluro

+ 1.389ChestPainDummy1 + 0.553ChestPainDummy2

 $+\,2.386 Chest Pain Dummy 3+0.65 EK Gresults Dummy 1$

+ 0.634EKGresultsDummy2 + 0.95SlopeSTdummy1

+0.12SlopeSTdummy2-0.146ThalliumDummy1

+ 1.432 Thallium Dummy 2.

Término Coef EE del coef. Valor Z Valor p FIV Constante -6.97 3.15 -2.21 0.027 -0.61 0.544 1.43 Age -0.0160 0.0264 1.763 0.581 3.04 0.002 1.58 Sex ВР 0.0260 0.0121 2.15 0.031 1.25 0.00662 0.00423 1.57 0.117 1.34 Cholesterol FBS over 120 -0.370 -0.59 0.555 1.23 0.626 Max HR -0.0193 0.0115 -1.68 0.092 1.47 0.597 0.461 1.30 0.195 1.17 Exercise angina ST depression 0.449 0.245 1.84 0.066 1.57 0.281 4.27 0.000 1.29 Number of vessels fluro 1.200 Chest_pain_dummy1 1.389 0.893 1.56 0.120 2.51 Chest_pain_dummy2 0.553 0.747 0.74 0.460 2.86 Chest_pain_dummy3 2.386 0.757 3.15 0.002 3.73 EKG_results_dummy1 0.65 3.19 0.20 0.839 1.05 EKG_results_dummy2 0.634 0.412 1.54 0.124 1.11 Slope_ST_dummy1 0.950 0.500 1.90 0.058 1.63 Slope_ST_dummy2 0.12 1.04 0.12 0.906 1.36 Thallium_dummy1 -0.1460.846 -0.170.863 1.24 Thallium_dummy2 1.432 0.450 3.18 0.001 1.26

■ **Tabla 3** Tabla de coeficientes de (1)-(2).

		Prueba de V	Vald
Fuente	GL C	hi-cuadrada	Valor p
Regresión	18	69.73	0.000
Age	1	0.37	0.544
Sex	1	9.22	0.002
BP	1	4.63	0.031
Cholesterol	1	2.45	0.117
FBS over 120	1	0.35	0.555
Max HR	1	2.83	0.092
Exercise angina	1	1.68	0.195
ST depression	1	3.37	0.066
Number of vessels fluro	1	18.24	0.000
Chest_pain_dummy1	1	2.42	0.120
Chest_pain_dummy2	1	0.55	0.460
Chest_pain_dummy3	1	9.95	0.002
EKG_results_dummy1	1	0.04	0.839
EKG_results_dummy2	1	2.36	0.124
Slope_ST_dummy1	1	3.60	0.058
Slope_ST_dummy2	1	0.01	0.906
Thallium_dummy1	1	0.03	0.863
Thallium_dummy2	1	10.13	0.001

■ Tabla 4 Tabla ANOVA de (1)-(2).

(2)



| Rivera Pedrazzi

Como se puede observar en la tabla 3, los factores de inflación de varianza cuentan con valores aceptables al ser menores que cinco, por lo que al menos de manera inicial no existe un problema de multicolinealidad. Por otra parte, en la tabla 4 se aprecian p-values cercanos a cero pero también algunos cercanos a uno, por lo que se compararán tres métodos de selección de variables para obtener las pruebas individuales con p-values menores a la probabilidad de error de tipo I $\alpha=0.05$, teniendo así a los regresores que mejor explican la variable dependiente Heart Disease (vea el renglón 14 en la tabla 1). Los tres métodos son: backward elimination, stepwise y forward selection. Después de haber realizado la selección de variables bajo la función logit, los tres métodos convergieron al modelo (1), donde

$$Y':=-7.42+1.339Sex+0.0218BP\\ +0.455ST depression+1.136Number Of Vessels Fluro\\ +2.069 Chest Pain Dummy 3+1.195 Slope ST dummy 1\\ +1.479 Thallium Dummy 2. \eqno(3)$$

Como los tres métodos llegaron al mismo modelo (3), será indiferente seleccionar cualquiera de las metodologías, pues obtuvieron los mismos regresores para explicar la presencia o ausencia de una enfermedad en el corazón. Se observa como la ecuación de regresión cuenta con algunas variables dummies y otras continuas.

Posteriormente, se compararon las tres distintas funciones de enlace: logit, normit y gompit bajo el método stepwise, elegido de manera arbitraria, para ver cuál de éstas modela mejor a la variable dependiente. La tabla 5 muestra los criterios de información y el AUC ROC para determinar a la mejor función.

Criterio de información	Logit	Normit	Gompit
AICc	199.67	201.07	201.04
BIC	227.9	229.31	232.73
$R_{ajustada}^2$	48.75%	48.37%	48.69%
AUC ROC	0.9275	0.9278	0.9283

■ **Tabla 5** Comparación de las funciones de enlace logit, normit y gompit del modelo de regresión logística.

Se puede observar que, a pesar de ser muy poca la diferencia, la función de enlace logit es la que cuenta con los valores más bajos de AICc y de BIC en comparación



con los resultados utilizando normit y gompit, por lo que será elegida como el link para desarrollar el modelo final. Así mismo, con logit se obtiene el valor más elevado de $R^2_{\rm ajustada}$ a pesar de que éste se encuentre por debajo del 50 %, situación que no será relevante debido a que el criterio no tiene mucho peso en la determinación de un buen modelo, ya que al introducir variables dummies la $R^2_{\rm ajustada}$ es fácilmente manipulable. En cuanto a la medida AUC ROC, el resultado obtenido en las tres funciones de enlace es similar, todas alcanzando un valor cercano a uno lo que indica que el rendimiento del modelo en todos los umbrales de clasificación es bueno.

Antes de presentar el modelo final utilizando stepwise con la función de enlace logit, se realizó un último ajuste debido a que en las pruebas individuales se conservaron ciertas variables dummies, en específico ChestPain-Dummy3, SlopeSTdummy1 y ThalliumDummy2 (2), por lo que para mantener la congruencia categórica se incluyeron las otras dummies asociadas a los regresores Chest pain type, Slope of ST y Thallium respectivamente.

El modelo final para clasificar la variable dicotómica Heart Disease vuelve a ser el de enlace logit (1), donde

$$Y':=-8.76+1.481Sex+0.0245BP\\+0.487STdepression+1.192NumberOfVesselsFluro\\+1.442ChestPainDummy1+0.597ChestPainDummy2\\+2.814ChestPainDummy3+1.378SlopeSTdummy1\\+0.406SlopeSTdummy2-0.137ThalliumDummy1\\+1.492ThalliumDummy2. \tag{4}$$

El resultado final de la ecuación de regresión logística (4) contiene los once regresores dados por: el género del paciente, el nivel de presión sanguínea, la depresión del segmento ST, la cantidad de vasos vistos en la fluoroscopia, las tres dummies originarias del regresor del tipo de dolor de pecho, las dos dummies del regresor que representa la pendiente del segmento ST y las dos dummies provenientes de la prueba de estrés con talio. Si no consideramos la transformación de las variables categóricas en dummies, se podría decir que la información del modelo está contenida dentro de siete regresores. En cuanto a la interpretación de la ecuación, se puede ver que todos los regresores menos ThalliumDummy1 cuentan con una relación positiva al tener valores mayores a cero en sus coeficientes.

En la tabla de análisis de varianza 6 la mayoría de los regresores cumple con el nivel de significancia al tener un p-value menor a 0.05, mientras que en la contraparte,

		Prueba de V	Vald
Fuente	GL C	hi-cuadrada	Valor p
Regresión	11	70.98	0.000
Sex	1	8.26	0.004
BP	1	4.95	0.026
ST depression	1	4.57	0.032
Number of vessels fluro	1	21.53	0.000
Chest_pain_dummy1	1	2.70	0.100
Chest_pain_dummy2	1	0.64	0.422
Chest_pain_dummy3	1	14.55	0.000
Slope_ST_dummy1	1	8.70	0.003
Slope_ST_dummy2	1	0.20	0.655
Thallium_dummy1	1	0.03	0.859
Thallium_dummy2	1	12.46	0.000

■ Tabla 6 Tabla ANOVA de (4).

algunas de las variables dummies cuentan con valores elevados los cuales superan al nivel de significancia. Sin embargo, el modelo puede permitir que existan estas variables con altos p-values puesto que fueron añadidas posteriormente tras tener un modelo con dummies de diferentes regresores que sí cumplían con el nivel de significancia y que, con el propósito de conservar la información completa de la variable que las originó, se añadieron aquellas que se habían eliminado. En resumen, el modelo cuenta con aquellos regresores que sí explican a la variable dependiente.

Término	Coef	EE del coef.	Valor Z	Valor p	FIV
Constante	-8.76	1.95	-4.49	0.000	
Sex	1.481	0.515	2.87	0.004	1.29
BP	0.0245	0.0110	2.22	0.026	1.15
ST depression	0.487	0.228	2.14	0.032	1.52
Number of vessels fluro	1.192	0.257	4.64	0.000	1.13
Chest_pain_dummy1	1.442	0.877	1.64	0.100	2.57
Chest_pain_dummy2	0.597	0.744	0.80	0.422	2.96
Chest_pain_dummy3	2.814	0.738	3.81	0.000	3.82
Slope_ST_dummy1	1.378	0.467	2.95	0.003	1.53
Slope_ST_dummy2	0.406	0.910	0.45	0.655	1.35
Thallium_dummy1	-0.137	0.774	-0.18	0.859	1.20
Thallium_dummy2	1.492	0.423	3.53	0.000	1.20

■ **Tabla 7** Tabla de coeficientes de (4).

Analizando la tabla de coeficientes 7 se puede obser-

var que todos los regresores tienen un FIV menor a 5, por lo que las variables del modelo final no presentan un problema de multicolinealidad, reflejando que cada regresor cuenta con su propia participación y que no está siendo afectado considerablemente por otro.

R-cuadrado	R-cuadrado de				Área bajo	R-cuadrado de	Área bajo la
de la Desviación	la Desviación (ajust)		AICc	BIC		desviación de 10 pliegue(s)	
51.47%	48.50%	204.04	205.25	247.22	0.9309	42.83%	0.9070

■ **Tabla 8** Resumen de los criterios de información de (4).

Por otra parte se tienen los nuevos criterios de información 8 los cuales sufrieron ligeros cambios con respecto al modelo que no incluía todas las dummies. En perspectiva con los valores pasados, el AICc sufrió un incremento de 2.79 %, el BIC uno de 8.48 %, la $R_{\rm ajustada}^2$ tuvo un decremento de 25 puntos base y la AUC ROC aumentó en un 0.37 % siendo un incremento pequeño pero que favorece la calidad del modelo.

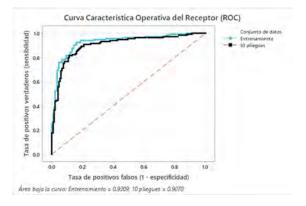


Figura 1 ROC de (4).

El área bajo la curva característica operativa del receptor cuenta con un valor de 0.9309 1, lo que indica que la calidad de la clasificación es bastante buena debido a que la tasa de positivos verdaderos es mayor a la de falsos positivos representada en la ROC, por lo que la capacidad predictiva del modelo para distinguir entre un nuevo paciente con una enfermedad cardíaca y otro que está sano del corazón, será bastante precisa.

Análisis Discriminante Lineal de Fisher

Para realizar un ADL se deben seleccionar aquellas variables que servirán de predictores y la correspondiente



| Rivera Pedrazzi

variable dependiente que contiene las categorías a predecir. Es importante señalar que, en este tipo de modelos, se utilizan todos los predictores iniciales para crear una función que clasifique cada observación dentro de una categoría, opuesto a un análisis de regresión en donde sí se llegan a descartar a aquellas variables que no cumplen con ciertos criterios estadísticos. Es por esta razón que no será necesario realizar diferentes modelos descartando predictores, bastará con hacer uno que los contenga a todos.

Antes de empezar con el ADL es importante obtener las probabilidades a priori que entrarán en el modelo. Para este trabajo, al tratarse de personas sanas del corazón contra personas que padecen de una cardiopatía, las probabilidades asignadas deben de corresponder con la tasa de enfermos del corazón y su complemento.

Para el caso de México, existe una escasez de datos estadísticos que resuman la información de morbilidad. Algunos datos provenientes de Statista Research Department (2023) sintetizan en una gráfica de barras la tasa de morbilidad hospitalaria, en donde se muestra la distribución porcentual del número de pacientes que enfermaron en el hospital según su causa entre todos los atendidos por el Instituto Nacional de Cardiología durante el mes de abril a junio de 2021:

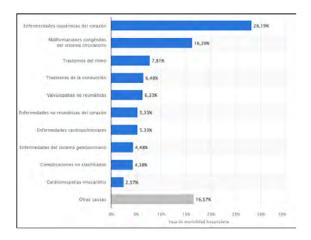


Figura 2 Distribución porcentual de los casos de pacientes que enfermaron en el hospital en México durante 2021 según la causa.

Se observa que las enfermedades isquémicas del corazón predominan frente a las demás enfermedades pero, si se contempla todas las involucradas con el corazón, se suman a la cuenta prácticamente todas las variables



_	Patentine	Codgo de la fisca accelhada							Tree						
	Paterment	Cilitia Revisite	Eners	Februro	Water	Abrit	Waye	Arris	Adia	Apren	Septembre	Octobre	Novierdos	Dicientre	THE
	Antonia reprincia apolio	$pan.m., (m, \ell) = \sup_{i \in \mathcal{M}} m(i + j \cdot k) \times p$	946,586	X20 (44)	1040	AFFRES	NOR SHE	A79 760	764.60	****	854 359	401.00	1470	1 304 000	in ett e
1	Administrative de visa arbantos	536,534,5360	(29-62)	200 178	(0.040)	254 min	544 550.	310.00	341500	250.454	perpe	202004	22-48	300-616	3000
3	Articological Internation for the experience of the last defination	AM, AM AND prosper ARCO	110 min	.000	26014	30.00	250 000	inen	19196	201702	217.239	2007 363	-	25.49	1691
*	costs.in	1903,1903	***	190.63	100-965	40 (80)	4130	104.000	40) ec	Sec 103	200700	1994	00.075	340 486	:1108+
4	These parties that the	k2+42+	sever	1794	11,100	16.50	71,00	400	mut.	10011	11.00	at 911	45.100	m nv	(we)
		-	21:50	21 mm	1740	34.500	2.00	OW	ni me	et en	river	20.000	17714	70.00	mi
	Special and	conten	18.175	-	N-12	370	2 100	e irr	19 328	3012	etm	61.7m	ciri	W 129	-
	Photos	-	29 (19	30	C 88	740	0.30	9.30		0010	eties	81722	30713		-
	Tuhorogomi	10	, to make	35-467	44.60	910	31 69	9-30	10 479	16 100	46.500	42.001	37.656	19.74	414
×	Capatria	200	27.107	3449	at 100	37 366	(9.65	Histo	$B \otimes b$	3=200	44 (17)	20.00	39.463	(0.4/2	400
н	Dalain solitin in instrumpation (Sac W	911-818	38,907	21 665	6.04	12.00	2144	36.214	14 546	2111	14 140	51 (49)	70.295	1419	401
10	Tito-min april:	monetal)	p-in	NW	10-103	33 mil	20.00	10-100	14794	lie był	41 079	14 760	37.664	to eny	-
0	Service per profess de sinoral	761.107	1278	Oam	3079	22 60	20 402	0.40	0000	(8.81)	24 197	210	100 (20)	18.129	380
100	Marine .	36.60	17 (00	0.19	(#10)	14.00	0.40	(6.80)	23.40	-	340	11.00	200	0.45	304
	And in consumption	40	Trace	140	0.00	li na	16,00.	14,500	().400	(2.04	14700	lipse.	30.00	61756	391
M	Freight ; mightly compress ton	MEA, MEA	1139	HO.	10.60	9.000	940	H 5%.	12 540.	(Deep	11.50	1994	114,900	(1)244	114.
19	Analysis by page to a chiefe conjuster	120.125,150.075	.440	1100	1010	9400	3656	10.226	.000	9365	(2.04)	20 644	0.00	17/69	339.7
×	Security beautiful	0100 Favore 142 011 114	14.142	11 mm	10 111	Two	169	7,946	4900	1124	11 100	6166	1107	missi	3217
×	Contribute acquested	armater 4	twe	1900	15 age	916	1401	12 442	+200	64/1	11 100	10 254	+10	e int.	int
29	Station studed	ARREST MAY	feet	1100	10017	+14	Hell	10.276	-	1/80	930	1 600	korr.	101	100
	Total Stranspolar seem		1404.471	1991 (25)	SHE YES	1-66 (4)	1 107 114	230100	175 mil	43500	230009	(401m	i-twitti	1.0144	3696
	One-man		AL-RET	1,41.50	1,000,000	HEWE	255,549	154.636	12210	102.04	1,09.965	529.429	2017	.00114	1.091
	Torse come		2 40e-9nd	1 421 994	g Mile ton	2 FTT 194	1707.000	2 601 1010	2.499.0%	3 688 413	3.389.30v	2 868 166	3 110 190	2 (89) 170	28-679

■ **Tabla 9** Principales veinte causas de enfermedad nacional, por mes de notificación durante 2021.

que aparecen en la figura 2 en excepción de las enfermedades del sistema genitourinario, complicaciones no clasificadas y otras causas. Contemplando todos los padecimientos del corazón se tendría una tasa cercana al 80 %, situación que no refleja la realidad del país debido a que no se proporcionan contra el total de la población mexicana, sino que mediante el total de atendidos en el Instituto Nacional de Cardiología, donde evidentemente llegarán más personas con padecimientos cardiacos que en un hospital general.

Por otra parte, existen datos registrados en el Anuario de Morbilidad Nacional del Gobierno de México (2022) por parte del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica desde 1984 hasta 2021, en donde se pueden obtener datos en función de diferentes clasificaciones como género, grupo de edad o entidad federativa. Para fines de esta investigación, se realizó una consulta de las principales enfermedades en el país durante 2021, los resultados se resumen en la tabla 9. Como se puede observar en la tabla 9, no se encuentra ninguna enfermedad cardiaca como tal. En el listado aparecen padecimientos como la obesidad, la hipertensión arterial o insuficiencia venosa periférica los cuales, a pesar de ser causas de enfermedades en el corazón, no están clasificadas como una cardiopatía.

Es por esta razón que debido a la poca información pública, se decidió realizar un modelo con probabilidades a priori neutrales (50 % de probabilidad de estar sano contra 50 % de estar enfermo del corazón). La tabla 10 muestra los diferentes coeficientes de los predictores en función de las dos categorías. Cada categoría cuenta con una función determinada por una combinación lineal de

las variables predictoras multiplicadas por su respectivo coeficiente. Dentro de las principales diferencias a resaltar se encuentran aquellos coeficientes que son notablemente distintos entre categorías. Predictores como ST depression, Number of vessels fluro, EKGResultsDummy2 o las dummies asociadas a la prueba de estrés con Talio, cuentan con un cambio considerable entre personas sanas y aquellas que padecen de una cardiopatía, lo que muestra que esas variables contienen información determinante para clasificar a las personas en una categoría o en otra. También cabe señalar que las variables con mayor peso en el modelo son aquellas dummies asociadas con el dolor de pecho, debido a que es un factor de riesgo importante al momento de señalar si una persona se encuentra sana o no.

	0	1
Constante	-120.70	-126.60
Age	1.09	1.08
Sex	10.55	12.07
BP	0.35	0.37
Cholesterol	0.05	0.05
FBS over 120	-3.35	-3.73
Max HR	0.61	0.59
Exercise angina	4.43	5.24
ST depression	0.66	1.10
Number of vessels fluro	-1.56	-0.41
Chest_pain_dummy1	24.03	25.14
Chest_pain_dummy2	23.64	24.36
Chest_pain_dummy3	25.93	28.64
EKG_results_dummy1	-6.31	-5.28
EKG_results_dummy2	-1.60	-0.96
Slope_ST_dummy1	10.15	11.12
Slope_ST_dummy2	5.86	6.00
Thallium_dummy1	-1.04	-0.48
Thallium_dummy2	-3.17	-1.07

■ **Tabla 10** Función discriminativa lineal con probabilidades a priori neutras.

Una vez analizada la función, se realizaron pruebas sobre la muestra y se obtuvieron los resultados de clasificación que se muestran en la tabla 11. Se puede ver que el modelo tiene una tasa de acierto del 92 % en la

	Grupo ver	- 1
un grupo	- 0	
0	138	20
1	12	100
N Total	150	120
N correcta	138	100
Proporción	0.920	0.833

■ **Tabla 11** Resumen de la clasificación del ADL con probabilidades a priori neutras.

un grupo	0	1
0	133	24
1	17	96
N Total	150	120
N correcta	133	96
Proporción	0.887	0.800

■ **Tabla 12** Resumen de la clasificación del ADL con validación cruzada y probabilidades a priori neutras.

clasificación de personas sanas y una del 83.3 % en la clasificación de personas enfermas. Es un modelo más efectivo para determinar personas sanas que enfermas, aunque la calidad de ambas es buena. Así mismo, la tasa de clasificaciones correctas de todo el modelo es de 238 correctas frente a 270 totales o expresado de otra manera 88.1 %.

Adicionalmente, se utilizó una validación cruzada de diez pliegues con el fin de evaluar y mejorar la precisión de los resultados obtenidos bajo la función discriminativa lineal. Vea la tabla 12.

Se observa que tanto para la proporción de correctamente clasificados de sanos y enfermos, al utilizar la validación cruzada se disminuye la efectividad del modelo en 3.3 puntos porcentuales para ambos casos, sin llegar a ser un cambio drástico.

Por último, se obtuvieron aquellas observaciones de la



| Rivera Pedrazzi

			Grupo					
	Grupo	Grupo de	de		Distancia	cuadrada	Proba	abilidad
Observación ve	erdadero	predictores	val X	Grupo	Pred	valor X	Pred	valor X
2**	0	0	1	0	56.59	71.71	0.56	0.30
				1	57.06	70.03	0.44	0.70
3**	1	0	0	0	15.03	15.58	0.76	0.82
				1	17.34	18.58	0.24	0.18
4**	0	1	1	0	19.97	21.56	0.02	0.01
				1	11.80	12.33	0.98	0.99
6**	0	0	1	0	17.01	18.15	0.51	0.44
				1	17.07	17.69	0.49	0.56
7**	1	1	0	0	34.50	38.26	0.41	0.57
				1	33.80	38.79	0.59	0.43

■ **Tabla 13** Resumen de las observaciones clasificadas incorrectamente con probabilidades a priori neutras.

muestra que fueron mal clasificadas tanto por el modelo sencillo como por el que utiliza la validación cruzada. En la tabla 13 se muestran las primeras cinco observaciones incorrectamente clasificadas.

En la cuarta observación de la tabla 13, la probabilidad de estar sano era de 1 % con y de 2 % sin validación cruzada, siendo un error drástico debido a que la persona realmente se encontraba sin ningún padecimiento. Este caso particular puede ser una observación atípica, ya que bajo el modelo, la persona tenía muchos factores a favor de encontrarse enfermo. Por otra parte, se puede ver que en la séptima observación la probabilidad asignada a estar sano es del 57 % mientras que la de estar enfermo es de 43 % bajo la validación cruzada. Tener una probabilidad tan alta de estar enfermo es preocupante para cualquier paciente pero, como el modelo clasifica al grupo de mayor probabilidad, se decidió erróneamente que estaba sano. Este tipo de resultados evidencian las deficiencias que puede llegar a tener un modelo que solo categoriza en función del grupo de mayor probabilidad y que no considera una línea de corte.

El ADL mostrado previamente se puede aplicar para las localizaciones geográficas donde no se conozcan las tasas de morbilidad de cardiopatías, como fue en el caso de México. La desventaja es que los resultados tendrán menos precisión. Para el caso de Estados Unidos se encontraron datos sobre la cantidad de personas con cardiopatías en 2018 la cual es 30,300,000 (vea Thomas y Weatherspoon (2020)) y se calcularon las probabilidades a priori dividiendo dicha cantidad entre la población del país en ese año la cual es de 326,838,199 habitantes (vea Grupo Banco Mundial (2023)). La tasa de cardiopatías resultó de 9.27 % por lo que la probabilidad a priori asignada a los pacientes enfermos será dicho valor y para aquellos que se encuentran sanos será el complemento 90.73 %. Con estos datos se realizó un ADL y se obtuvo



la función discriminativa mostrada en la tabla 14:

	0	1
Constante	-120.10	-128.29
Age	1.09	1.08
Sex	10.55	12.07
BP	0.35	0.37
Cholesterol	0.05	0.05
FBS over 120	-3.35	-3.73
Max HR	0.61	0.59
Exercise angina	4.43	5.24
ST depression	0.66	1.10
Number of vessels fluro	-1.56	-0.41
Chest_pain_dummy1	24.03	25.14
Chest_pain_dummy2	23.64	24.36
Chest_pain_dummy3	25.93	28.64
EKG_results_dummy1	-6.31	-5.28
EKG_results_dummy2	-1.60	-0.96
Slope_ST_dummy1	10.15	11.12
Slope_ST_dummy2	5.86	6.00
Thallium_dummy1	-1.04	-0.48
Thallium_dummy2	-3.17	-1.07

■ **Tabla 14** Función discriminatoria lineal para Estados Unidos.

Todos los coeficientes de la tabla 14 se comportan como la función bajo probabilidades a priori neutras (recuerde la tabla 10) exceptuando el valor de la constante para la categoría de presencia de enfermedad cardiaca, la cual varía en menos de tres unidades. Consecuentemente, los principales predictores que se diferencian entre categorías son los mismos en ambas funciones, así como aquellos que cuentan con mayor ponderación.

A pesar de parecer la misma función para ambos modelos, la proporción sí se vio afectada como se muestra en la tabla 15.

Haciendo la comparación entre el modelo para México y para Estados Unidos, la proporción de aciertos para la clasificación de pacientes con ausencia de una enfermedad en el corazón aumentó al valor de 97.3 % siendo bastante efectiva. De manera contraria, la proporción de

un grupo	0	1	
0	146	50	
1	4	70	
N Total	150	120	
N correcta	146	70	
Proporción	0.973	0.583	

■ **Tabla 15** Resumen de la clasificación del ADL para Estados Unidos.

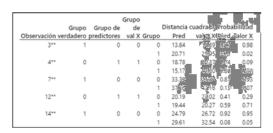
Colocar en Grupo verdadero				
un grupo	0	1		
0	146	53		
1	4	67		
N Total	150	120		
N correcta	146	67		
Proporción	0.973	0.558		

■ **Tabla 16** Resumen de la clasificación del ADL con validación cruzada para Estados Unidos.

correctamente clasificados para los pacientes enfermos bajó a 58.3 %, esta cifra es preocupante debido a que el modelo da demasiados diagnósticos de falsos negativos. En general, la tasa de efectividad es de 216 sobre el total de 270, obteniendo la proporción de 80 %.

También se realizó una validación cruzada de diez pliegues, obteniendo el resumen de la clasificación de la tabla 16.

En comparación con el resumen de la clasificación para Estados Unidos sin validación cruzada (recuerde la tabla 15), se puede apreciar que la primera proporción permanece idéntica mientras que la de correctamente clasificados disminuyó a 55.8 %, siendo un cambio ligero pero empeorando la calidad de la predicción. Se obtuvieron un total de 57 observaciones mal clasificadas intersectan-



■ **Tabla 17** Resumen de las observaciones clasificadas incorrectamente para Estados Unidos.

Colocar en Grupo verdadero			
un grupo	0	1	
0	134	22	
1	16	98	
N Total	150	120	
N correcta	134	98	
Proporción	0.893	0.817	

■ **Tabla 18** Resumen de la clasificación del ADL para México bajo los predictores del modelo final de regresión logística.

do las del modelo sin y con validación cruzada. La tabla 17 presenta las primeras cinco.

En la tabla 17 también se puede ver lo que se mencionó en el caso de las probabilidades a priori neutras. En la tercera observación hay un notable error en la probabilidad para decidir la categoría, debido a que era demasiada elevada alcanzando casi el 100 % de certeza cuando realmente estaba mal, nuevamente se podría considerar una observación poco común. Asimismo, en la décimo segunda observación, la probabilidad del modelo sin validación cruzada es bastante igualada para ambas categorías, situación que puede llegar a caer en problemáticas de clasificación como se señaló con anterioridad.

Finalmente, de manera adicional se realizaron ADL para México y Estados Unidos utilizando únicamente las variables obtenidas en la regresión logística. Las tablas 18 y 19 son los resúmenes de ambas clasificaciones.

Para el caso de México, las proporciones de clasificaciones correctas empeoraron y para Estados Unidos se mantuvo la proporción de pacientes sanos, pero empeoró



| Rivera Pedrazzi

Colocar en Grupo verdadero				
un grupo	0	1		
0	146	59		
1	4	61		
N Total	150	120		
N correcta	146	61		
Proporción	0.973	0.508		

■ **Tabla 19** Resumen de la clasificación del ADL para Estados Unidos bajo los predictores del modelo final de regresión logística.

la de pacientes enfermos.

5. CONCLUSIONES

Una vez que se obtuvieron los resultados de la regresión logística binaria y del análisis discriminante lineal de Fisher sólo queda realizar su comparación mediante las ventajas y desventajas de cada método puesto que no existe una prueba estadística que los compare directamente.

En general, el ADL cuenta con varias desventajas como el hecho de que, el resultado del método es la clasificación directa de las observaciones generada por el criterio de decisión de agrupar al paciente en la categoría de mayor probabilidad. Al utilizar este criterio se omite toda la información obtenida de la categoría de menor verosimilitud, lo que puede llegar a generar una mala clasificación en aquellas observaciones cuya probabilidad de pertenecer a cierto grupo es similar en cada una de ellas. El método de ADL no considera una línea de corte adecuada. Por otra parte, este método realiza el modelo sin omitir aquellos predictores que no aportan información, generando que los modelos puedan contener variables que no sean relevantes para la categorización de las observaciones, lo que implicaría realizar otro procedimiento como un análisis de componentes principales sobre las variables para mejorar la precisión del ADL. Como última desventaja general, en un análisis discriminante se utilizan probabilidades a priori por lo que, en caso de no contar con éstas, el modelo perderá efectividad.

Por parte de la regresión logística, existen desventajas como el tener que cumplir con ciertos criterios estadísti-



cos, teniendo el caso particular de mantener los factores de inflación de varianza bajos para evitar un problema de multicolinealidad, cumplir con los p-values menores al nivel de significancia en la prueba de Wald o manejar adecuadamente los valores atípicos que aparezcan en la muestra, ya que éstos pueden llegar a modificar considerablemente el modelo.

En cuanto a las ventajas, el ADL es estable en sus parámetros estimados si las clases se encuentran bien separadas, mientras que en una regresión logística no. En particular, en un ADL de Fisher no se realizan supuestos de normalidad o de varianzas iguales al ser un método no paramétrico, más bien se enfoca en reducir la dimensionalidad de n categorías a n-1, en donde también intervienen los p regresores a k combinaciones lineales de éstos.

En cambio en la regresión logística existen ventajas como la diversidad que tiene para medir la calidad del ajuste utilizando diferentes criterios como el AUC ROC o los de información BIC y AICc. Así mismo, se cuenta con una serie de funciones de enlace las cuales están basadas en distintas relaciones matemáticas, por lo que se pueden generar diferentes funciones logísticas aumentando la versatilidad del método. También el mismo procedimiento del modelo exige eliminar aquellos regresores que tienen un problema de multicolinealidad, generando que el modelo final no cuente con variables que tengan una correlación significativa. Además, una de las principales ventajas que presenta la regresión logística frente al ADL de Fisher es que en la regresión se obtiene directamente la probabilidad de padecer la enfermedad cardiaca, lo que sirve para que el médico en cargo pueda determinar una línea de corte basada en su experiencia y así pueda realizar las recomendaciones preventivas correspondientes

Concluyendo sobre los resultados obtenidos, en la regresión logística se obtuvo un modelo final con todos aquellos regresores que no presentaban un problema de correlación, también con las variables que sí explicaban a la variable dependiente tras la prueba de Wald, utilizando la función de enlace que minimizaba el AICc y BIC y que maximizaba la $R_{\rm ajustada}^2$ y el AUC ROC. En particular, este último obtuvo un valor superior a 0.9 traduciéndose en un modelo logístico con una alta tasa de predicciones acertadas. Por parte del ADL se obtuvieron dos modelos, uno el cual se puede generalizar para México y otro que es específico de Estados Unidos. Entre los dos países el peor de los modelos resulta el de Estados Unidos, debido a que tiene una elevada tasa de falsos negativos implican-

do que los pacientes enfermos asuman que están sanos y en consecuencia asistiendo al médico una vez que la enfermedad ya haya progresado hasta un punto crítico. En cambio en el caso de México, es verdad que tiene una mayor proporción de verdaderos positivos pero al tener probabilidades a priori neutras, no es un modelo específico del país, sino que aplicará en cualquier lugar donde se desconozcan las tasas de morbilidad en enfermedades cardiacas.

Finalmente, se concluye que el mejor modelo para diagnosticar una enfermedad cardiaca será la regresión logística por haber obtenido los mejores resultados estadísticos y debido a que cuenta con la posibilidad de determinar un punto de corte específico basado en el criterio del médico al mando, criterios donde el análisis discriminante lineal de Fisher es inferior. En un diagnóstico médico se debe de tener un alto nivel de certeza para afirmar que alguien está sano, de lo contrario la persona podría llegar a enfermar más alcanzando las peores consecuencias del padecimiento que, en el caso particular de una cardiopatía, es el fallecimiento.

REFERENCIAS

Agresti, A., 2015 Foundations of Linear and Generalized Linear Models. Wiley, New Jersey.

Autor Anónimo, 2011 Definición de cardiopatía. Instituto Nacional del Cáncer Consultado el 14 de marzo de 2023 aquí.

Autor Anónimo, 2021 ¿Qué es la cardiopatía y cómo detectarla a tiempo? Policlínica Metropolitana **10 de noviembre**, Consultado el 14-03-2023 aquí.

Autor Anónimo, 2022 Regresión logística. IBM **13 de septiembre**, Consultado el 23 de enero de 2023 aquí.

Autor Anónimo, s.f. Multicolinealidad en regresión. Soporte de Minitab Consultado el 20 de enero de 2023 aquí.

Centro de Prensa, 2020 Las 10 principales causas de defunción. Organización Mundial de la Salud **9 de diciembre**, Consultado el 14 de marzo de 2023 aquí.

Chatterjee, S. y A. S. Hadi, 1977 Regression Analysis by Example. Wiley, New Jersey.

Comunicación Social, 2022 Estadística de defunciones registradas de enero a junio de 2021 (preliminar). Comunicados de prensa INEGI **24 de enero**, Consultado el 14 de junio de 2023 aquí.

Gobierno de México, 2022 Morbilidad nacional. Anuario de Morbilidad 1984-2021 Consultado el 20 de abril de 2023 aquí.

Google Developers, 2022 Clasificación: Curva ROC y AUC. Introducción al aprendizaje automático **27 de septiembre**, Consultado el 23 de marzo de 2023 aquí.

Grupo Banco Mundial, 2023 Población, total-united states. World Bank Open Data Consultado el 17 de abril de 2023 aquí.

Hoyt, R., 2023 Predicting heart disease using clinical variables. Kaggle 12 de enero, Consultado el 16 de febrero de 2023 aquí.

informatics edu, 2019 Heart disease prediction-dataset. data.world **20 agosto**, Recuperado 21 de febrero de 2023, de aguí.

Janosi, A., W. Steinbrunn, M. Pfisterer, y R. Detrano, 1988 Heart Disease. UCI Machine Learning Repository, CA, DOI: https://doi.org/10.24432/C52P4X.

Leung, K., 2021 Assumptions of logistic regression, clearly explained **octubre**, Consultado el 2 de marzo de 2023 aquí.

Rodrigo, J. A., 2016 Análisis discriminante lineal y análisis discriminante cuadrático **septiembre**, Consultado el 3 de marzo de 2023 aquí.

Statista Research Department, 2023 Distribución porcentual del número de casos de pacientes que enfermaron en el hospital en méxico en 2021, según la causa. Salud e industria farmacéutica **20 de febrero**, Consultado el 20 de abril 2023 aquí.

Thomas, J. y D. Weatherspoon, 2020 Enfermedad cardíaca: Datos y estadísticas que debes saber. Healthline **16 de julio**, Consultado el 17 de abril de 2023 aquí.



Antonio Andrés Rivera Pedrazzi es un estudiante de la Facultad de Ciencias Actuariales de la Universidad Anáhuac México. A lo largo de su travesía en la licenciatura destacó en tres ocasiones con el reconocimiento de excelencia académica en grado notable y sobresaliente. Es una

persona apasionada por temas como la estadística, el aprendizaje automático y la creación de modelos matemáticos. Actualmente, se encuentra trabajando como becario actuarial en la aseguradora Prevem Seguros. Para su proyecto final de titulación, realizó esta comparativa entre un modelo de regresión logística binaria y un análisis discriminante lineal de Fisher para la clasificación de cardiopatías con el objetivo de aportar una manera de ayudar a las personas que sufren de estos padecimientos, los cuales ocupan el primer lugar de fallecimientos a nivel nacional e internacional.



| Rivera Pedrazzi



Maestría en

Estadística



Facultad de Ciencias Actuariales

Informes:

Dr. Carlos Cuevas Covarrubias ccuevas@anahuac.mx anahuac.mx/mexico



ACTUARIOS TRABAJANDO

Actual sistema pensionario del Seguro Social en México y su comparación con otros sistemas pensionarios de América Latina





Actual sistema pensionario del Seguro Social en México y su comparación con otros sistemas pensionarios de América Latina

René Fernando Cervantes González*,1 y León Francisco Sedano Díaz^{†,2} *KPMG México, †Intercam Banco

RESUMEN Este trabajo presenta una comparación entre las reformas de ley que han implementado varias naciones con miras a tener sistemas de pensiones justos que permitan a sus poblaciones acceder a tener una jubilación digna. Ponemos especial énfasis en el caso Mexicano y hacemos hincapié en las propuestas hechas por organizaciones y autores para verdaderamente alcanzar ese objetivo.

Palabras clave

Privatización, Indicadores, Deuda

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 29 de junio de 2023 Versión preparada por Óscar Velázquez Morales. Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

¹Correo electrónico: renecervantes@kpmg.com.mx





1. INTRODUCCIÓN

El sistema de seguridad social y las pensiones desempeñan un papel fundamental en garantizar el bienestar de los ciudadanos en todo el mundo. En México, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) tiene el mayor número de trabajadores afiliados, con más de 21 millones de puestos de trabajo cubiertos. El sistema pensionario del IMSS ha experimentado dos grandes reformas, una en 1997 y otra en 2020.

Antes de la reforma de 1997, el sistema pensionario en México era de reparto, donde las contribuciones de los trabajadores activos financiaban las pensiones de los jubilados. Sin embargo, a medida que la proporción de jubilados aumentaba y las contribuciones no se ajustaban, el sistema se volvió financieramente insostenible. En 1997, se implementó una reforma que cambió el sistema de reparto a uno de capitalización individual.

En el nuevo sistema, cada trabajador realiza aportaciones a una cuenta individual en una Administradora de Fondos de Ahorro para el Retiro (AFORE). El beneficio de jubilación se basa en el monto acumulado en esa cuenta individual. Esta reforma se alineó con tendencias similares en otros países latinoamericanos, donde se adoptaron sistemas de contribución definida y capitalización individual.

En el año 2020, México realizó otra reforma al sistema de pensiones. Se mantuvo el sistema de capitalización individual, pero se hicieron dos ajustes importantes. Primero, se incrementó gradualmente la aportación a las cuentas individuales, siendo el patrón el responsable de absorber completamente este incremento. Segundo, se redujo el número de semanas cotizadas necesarias para acceder al beneficio de pensión.

Estas reformas buscan abordar los desafíos financieros y demográficos a largo plazo y mejorar el sistema de pensiones en México. Sin embargo, es importante destacar que existen diversos sistemas y modelos de pensiones en el país, con más de 1,000 esquemas diferentes en vigencia. Cada sistema tiene sus ventajas y desventajas, y es fundamental seguir evaluando y ajustando los sistemas de pensiones para garantizar la seguridad y el bienestar de los ciudadanos al llegar a la vejez.

2. ANTECEDENTES

En todos los países del mundo, los sistemas de seguridad social juegan un rol fundamental para garantizar el bienestar de los ciudadanos, particularmente al llegar a la vejez, momento en el cual los ciudadanos se jubilarán de sus empleos, pero necesitarán recibir algún beneficio económico (digamos, pensiones) para solventar los gastos a los que puedan incurrir el resto de su vida. En la actualidad existen diversos esquemas de beneficios al retiro (llamémoslos "sistemas pensionarios") implementados por cada sistema de seguridad social de cada país en el mundo, teniendo cada uno sus ventajas y desventajas.

Cabe señalar que si bien en México subsisten más de 1,000 sistemas, modelos o esquemas de pensiones diferentes, es el sistema pensionario del Instituto Mexicano del Seguro Social el que tiene más trabajadores cubiertos, con una afiliación total, al 30 de abril 2022, de 21,011,342 puestos de trabajo Autor anónimo (2022). Dicho instituto ha tenido dos grandes reformas que han afectado direc-

tamente el sistema pensionario, la primera en 1997, y la segunda en 2020.

Cabe mencionar que antes de la reforma de 1997, el sistema pensionario era un sistema de reparto, mismo que data de 1973, y que se basaba en un sistema en el que las aportaciones de los trabajadores activos financiaban la totalidad de las pensiones de todos los trabajadores que llegaran a jubilarse. Sin embargo, dado que, al pasar de los años, la proporción que representaba la población de trabajadores jubilados respecto a los trabajadores activos fue haciéndose cada vez mayor, aunado al hecho de que nunca se incrementó la aportación realizada por los trabajadores activos, ni se modificó la edad de jubilación establecida en el sistema (65 años de edad), orillaron al IMSS, entre otros factores, a modificar su sistema pensionario dada la insostenibilidad financiera del mismo.

Dicha modificación tuvo lugar en 1997, migrando de un sistema de reparto a un sistema de capitalización individual, donde cada trabajador realizaría aportaciones en una cuenta individual dentro de alguna Administradora de Fondos de Ahorro para el Retiro (AFORE), donde el beneficio a recibir a la jubilación sería el monto acumulado en dicha cuenta individual.

Cabe mencionar que México no fue el único país en América Latina en seguir esta tendencia, ya que otros países latinoamericanos implementaron reformas estructurales de pensiones, cambiando total o parcialmente los sistemas de prestación definida, reparto y administración pública (sistema público) a contribución definida, capitalización individual y administración privada (sistema privado). Las reformas estructurales adoptaron tres modelos en los años de implementación que siguen: sustitutivo, que cerró el sistema público y lo reemplazó por completo por el privado (Chile, 1981; y México, 1997), mixto, que mantuvo el sistema público como un pilar y agregó un segundo pilar privado (Argentina, 1994; Costa Rica, 2001) y paralelo, que mantuvo el sistema público y agregó el sistema privado, ambos compitiendo entre sí (Colombia, 1994). Vea Diaz y Filgueira (s.f.).

México en 2020, realiza una nueva reforma al sistema de pensiones, manteniendo el sistema de capitalización individual, pero realizando dos ajustes importantes: primero, incrementar gradualmente la aportación a sus cuentas individuales (que dicho sea de paso, ese incremento lo absorbe completamente el patrón) y segundo, recortando el número de semanas cotizadas necesarias para acceder al beneficio.



3. PLANTEAMIENTO

Derivado de las situaciones planteadas anteriormente, se perciben algunas situaciones:

- Con el sistema de capitalización individual, con la reforma de 1997, las tasas de reemplazo estimadas que podrían alcanzar los trabajadores eran solo del 30 % (como máximo), mientras que con la reforma de 2020, se menciona que podrían llegar a un 40 %, cuando previo a 1997, dichas tasas eran del 70 %, por lo que la mencionada reforma no logra subsanar dicha situación.
- Dada la experiencia histórica del desempeño de los sistemas de capitalización individual en otros países de América Latina, ¿Por qué la reforma en México de 2020 se mantuvo en un esquema 100 % de capitalización individual?
- Existieron otras propuestas en México para reformar el sistema de pensiones, ¿Por qué no fueron tomadas en cuenta?

4. OBJETIVO

Nuestro proyecto del diplomado consiste, de manera general, en los siguientes dos puntos:

- Analizar a detalle la reforma de pensiones ocurrida en México durante 2020, ya que, al ser un evento relativamente reciente, no existe mucha documentación sobre los posibles impactos en la población.
- Determinar si dicha reforma está en línea con las tendencias de los sistemas pensionarios de diversos países de América Latina.

LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD SOCIAL Y SU DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA

En un lapso de 20 años (1935 a 1955) se crearon gran parte de los sistemas de jubilación en América Latina, siendo esto a través de tres periodos, según lo mencionado por Ortiz *et al.* (2019):

- El primero, en el que a principios de siglo se desarrollaron sistemas de jubilaciones en Argentina, Brasil, Cuba, Chile y Uruguay.
- El segundo, el cual fue impulsado por la adopción de la Ley de Seguridad Social en los Estados Unidos de América, y se prolongó hasta el final de la Segunda Guerra Mundial. En este período se crearon los regímenes de jubilaciones y pensiones de Ecuador

- (1935), Perú (1936), Venezuela (1940), Panamá y Costa Rica (1941), México y Paraguay (1943), Colombia y Guatemala (1946) y República Dominicana (1947).
- Finalmente, el tercero, el cual se caracterizó por el establecimiento de los regímenes basados en leyes "Marco" que establecieron principios generales y dejaron los detalles a reglamentación posterior. En esta tercera etapa se crearon regímenes de jubilaciones y pensiones en el Salvador y Bolivia (1949), Honduras (1952) y Nicaragua (1955). Estos sistemas fueron administrados por el Estado y tenían el común denominador de ser en su mayoría esquemas de reparto (vea Heath Constable (2021)), cuyas principales características son las siguientes (vea Autor anónimo (2016)).
- Las cotizaciones de los trabajadores activos están destinadas a financiar las pensiones existentes en ese momento. Este principio también es conocido como solidaridad intergeneracional o deuda generacional, ya que la generación cotizante financia la pensión de la generación jubilada y a su vez la primera será financiada por la generación que le sigue. Por tanto, las cotizaciones recaudadas de los trabajadores no se acumulan en su totalidad en un fondo para la percepción de futuros pagos a los mismos, sino que son empleadas en financiar las pensiones del momento, también conocido por su término en inglés como Pay as You Go (PAYG) y se basan en un "acuerdo intergeneracional", en el que las pensiones de los jubilados se pagan con las contribuciones de los trabajadores activos. Es decir, las personas activas en la fuerza laboral financian con sus aportaciones la pensión de los adultos mayores.
- Las cotizaciones en este sistema son de carácter obligatorio y su financiación suele repartirse entre trabajador, empleador y el Estado.
- La cuantía de las contribuciones dependerá de los ingresos, pues generalmente es porcentaje de los mismos.
- Se define de manera predeterminada el pago del beneficio, que se calculará con base en una fórmula (previamente establecida), y que normalmente se basa en la antigüedad laboral (de cotización), historia salarial, y edad.

Los sistemas de Beneficio Definido (reparto) –entre ellos el Mexicano- se consolidaron gracias a la combinación varios factores importantes (vea Rubli Kaiser (2016)):

- Demográfico
 - Altas tasas de natalidad y mortalidad.



- Población en su mayoría joven, pocos trabajadores alcanzaban la edad de jubilación.
- Baja esperanza de vida del jubilado.
- Una estabilidad macroeconómica, que permitió un manejo fondeado de los esquemas de BD, sin ejercer presiones sobre las finanzas públicas.

Por dar un ejemplo un poco más concreto de cómo estaba constituido un esquema jubilatorio de reparto, a continuación describimos de manera general las principales características del sistema de seguridad social Mexicano de reparto, vigente de 1973 hasta 1997.

6. SISTEMA PENSIONARIO MEXICANO DEL SE-GURO SOCIAL VIGENTE DE 1973 HASTA 1997

Todos los trabajadores afiliados al IMSS antes del 1 de julio de 1997, se consideran, dentro de la ley de Pensiones de la Seguridad Social, como la generación de transición o los trabajadores con el beneficio de la ley del '73, al estar afiliados al IMSS antes de la reforma pensionaria de 1997, lo que les da la opción (vea Albarrán (2018)) a recibir la pensión que mayor beneficio otorgue.

La ley de 1973 consiste en que cualquier trabajador afiliado al IMSS, que cumpla con ciertas características de elegibilidad, tendrá derecho a recibir una pensión de manera vitalicia, actualizada de manera anual de acuerdo a la inflación, que se calculará de acuerdo al número de semanas cotizadas, al salario promedio de los últimos cinco años (con el cual cotizó en la Seguridad Social) y la edad al momento de solicitar la jubilación.

Existen dos modalidades de pensión, que dependen de la edad de jubilación; Cesantía en Edad Avanzada, en edades de 60 a 64 años; y por Vejez, a partir de los 65 años de edad. La diferencia de estas modalidades es, que en la de Cesantía en Edad Avanzada, la pensión se reduce 5 % por cada año que falte para cumplir los 65 años. Vea la tabla 1.

Los requisitos para recibir la pensión de jubilación de la ley del '73 son los siguientes.

- Año de afiliación al IMSS anterior al 1 de julio de 1997.
- Por lo menos 500 semanas (aproximadamente diez años) de cotización.
- Estar dentro del período de conservación de derechos, que será igual a la cuarta parte del tiempo cubierto por las cotizaciones semanales, contado a partir de la fecha de la baja ante el IMSS.

El Salario con el que se calcula la pensión es el promedio de las últimas 250 semanas (aproximadamente cinco

Ley 73 IMSS				
Tipo de pensión	Edad	% de pensión		
Por vejez	65	100%		
	64	95%		
	63	90%		
Por Cesantía	62	85%		
	61	80%		
	60	75%		

■ **Tabla 1** Cuadro de elaboración propia. con informacion del IMSS.

años) de cotización. Utilizando ese salario promedio, se calcula la Cuantía Básica y el Incremento Anual que se tendrá en la Pensión por jubilación, de acuerdo a la tabla

Para calcular la pensión por jubilación (Cesantía en Edad Avanzada o por Vejez), primero se suma el porcentaje de la Cuantía Básica correspondiente al valor de la tabla, más el porcentaje de Incrementos anuales, el cual, se calcula utilizando el valor de la tabla, multiplicado por las semanas de cotización (expresado en años) en exceso a las 500 semanas requeridas. Posteriormente, se multiplica este porcentaje (suma de Cuantía Básica e Incrementos anuales) por el salario promedio (de las últimas 250 semanas de cotización). Este resultado, en caso de ser pensión por Cesantía (antes de edad 65), se disminuye en un 5 % por cada año que le falte por cumplir 65 años. Es importante resaltar, que a partir de tener 60 años con seis meses y un día, es considerado como 61 años de edad, lo mismo para las siguientes edades hasta los 64 años con seis meses y un día, que será considerado ya como pensión de vejez (sin reducción). Por último, a la pensión se le podrá aumentar un porcentaje por Asignaciones Familiares (hasta 15 %) y el 11 % de acuerdo al Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 2004 (vea Fox Quesada (2001)).

En consecuencia, entre mayor sea el salario de cotización, y entre más semanas de cotización se tengan, mayor será la pensión mensual a recibir, la cual, se pagará de manera vitalicia, con 13 pagos al año (doce mensualidades y un aguinaldo), y se incrementará anualmente con base en la inflación.



[|] Cervantes Gonzáles, Sedano Díaz

SALARIO PROMEDIO EN VECES LA UMA		CUANTÍA BÁSICA	INCREMENTO ANUAL
		en procentaje del s	alario promedio
	1.00	80.00	0.563
1.01	1.25	77.11	0.814
1.26	1.50	58.18	1.178
1.51	1.75	49.23	1.430
1.76	2.00	42.67	1.615
2.01	2.25	37.65	1.756
2.26	2.50	33.68	1.868
2.51	2.75	30.48	1.958
2.76	3.00	27.83	2.033
3.01	3.25	25.60	2.096
3.26	3.50	23.70	2.149
3.51	3.75	22.07	2.195
3.76	4.00	20.65	2.235
4.01	4.25	19.39	2.271
4.26	4.50	18.29	2.302
4.51	4.75	17.30	2.330
4.76	5.00	16.41	2.355
5.01	5.25	15.61	2.377
5.26	5.50	14.88	2.398
5.51	5.75	14.22	2.416
5.76	6.00	13.62	2.433
6.01	10	13.00	2.450

■ **Tabla 2** Cuadro de elaboración propia. con informacion del IMSS.

7. SECCION 6 DE LOS SISTEMAS DE REPARTO A LA PRIVATIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PENSIONES

Como se puede entender, este sistema de reparto otorga un beneficio muy bueno a los jubilados, sin embargo, se vuelve insostenible con la demografía y economía actual.

El problema del régimen de reparto es que son sostenibles en tanto haya más trabajadores entrando al régimen de los que pensionan. Sin embargo, debido a los cambios demográficos que se experimentaron en toda la región (disminución en la tasa de natalidad, incremento de la esperanza de vida), cada vez hay menos personas en capacidad de cotizar por cada pensionado, es decir, cada vez hay menos personas financiando las pensiones de los jubilados.

Por otro lado, de acuerdo con Girón (2009), a mediados de los años '70, las condiciones económicas y políticas para los países de América Latina cambiaron. Las instituciones financieras internacionales comenzaron a condicionar los créditos, las renegociaciones de la deuda y las exportaciones a cambio de realizar las reformas económicas y sociales recomendadas: una de ellas era la privatización de los sistemas de retiro. De manera general, algunas de las razones de la insuficiencia financiera fueron las siguientes:

- El creciente endeudamiento externo que obligó a muchos países a destinar grandes recursos al pago de la deuda y le quitó recursos a la seguridad social.
- Las crisis económicas que destruyeron una buena parte de la fuerza productiva de los países de América Latina y su reconstrucción, que se basaba en la apertura de fronteras, la especialización productiva, la política de las empresas transnacionales de establecerse de acuerdo a un plan, en el que a cada país se le asigna la rama o industria a desarrollar.
- La reducción del gasto público y la política de finanzas públicas sanas, acompañada de la disminución del gasto social.
- El aumento del desempleo y el empobrecimiento de la población en la década del ochenta y noventa.
 Esta última década, con mejoras muy localizadas y grandes crisis, como la argentina.
- La venta de empresas públicas que dio pie a la corrupción en gran escala de funcionarios públicos y empresarios privados (nacionales y extranjeros). Casi todos los presidentes o secretarios de Estado fueron acusados de actos de corrupción relacionados con la venta de estas empresas. En México se crearon grandes grupos empresariales alrededor de estas ventas (vea Álvarez Texocotitla et al. (2017)).

Derivado de lo anterior, entre 1981 y 2014, unos 30 países privatizaron total o parcialmente sus pensiones públicas obligatorias (vea Ortiz et al. (2019)). Catorce eran países de América Latina: Chile (el primero en privatizar en 1981), Perú (1993), Argentina y Colombia (1994), Uruguay (1996), Estado Plurinacional de Bolivia, México y República Bolivariana de Venezuela (1997), El Salvador (1998), Nicaragua (2000), Costa Rica y Ecuador (2001), República Dominicana (2003) y Panamá (2008). Otros 14 países de Europa Oriental y de la antigua Unión Soviética también emprendieron el experimento de privatizar las pensiones; a saber, Hungría y Kazajistán (1998), Croacia y Polonia (1999), Letonia (2001), Bulgaria, Estonia y Federación de Rusia (2002), Lituania y Ruma-nia (2004), Eslovaquia (2005), Macedonia (2006), República Checa (2013) y Armenia (2014). Dos países africanos también privatizaron su sistema público de pensiones; concretamente, Nigeria (2004) y Ghana (2010).

Cabe señalar que se trata de un pequeño número de países. A pesar de las presiones de las organizaciones



financieras internacionales y del sector financiero y de seguros, sólo 30 países privatizaron total o parcialmente sus sistemas de pensiones; es decir, la mayoría de los países del mundo han optado por no privatizar (vea Ortiz et al. (2019)).

Si bien son una cantidad importante de países los que eligieron la privatización en alguna medida, en el presente proyecto buscamos enfocarnos en los casos de 5 países latinoamericanos (incluyendo México), por la particularidad de los esquemas de adoptaron en dicha reforma, y en reformas subsecuentes:

- Chile y México, quienes se reformaron por un esquema "sustitutivo", con el cual cerró el sistema público y lo reemplazaron completamente por el privado (vea Villarreal y Macías (2020));
- Costa Rica, quien se reformó por un esquema "mixto", al mantener el sistema público como un pilar y agregar un segundo pilar privado, pero ambos partes del mismo esquema general;
- Colombia, quien se reformó por un esquema "paralelo", el cual mantuvo el sistema público y agregó como un segundo sistema independiente el privado, ambos compitiendo entre sí.
- Finalmente, incluimos el caso particular de Argentina, el cual inicialmente se reformó por un sistema "mixto" como Colombia, pero que en 2018 se volvió a reformar, para regresar a un esquema de reparto puro administrado por el Estado.

A continuación se describirán a grandes rasgos, las características generales de cada uno de los sistemas reformados antes mencionados.

Chile

Chile fue el pionero en introducir la capitalización individual en los sistemas de pensiones en América Latina. Fue en 1980, a través del Decreto de Ley N° 3.5001 que se creó el esquema de capitalización individual, mismo que reemplazó al sistema de reparto vigente hasta ese momento. De igual manera, se crearon las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP), entidades que desde dicho año están a cargo de administrar los fondos de los trabajadores con cuentas individuales. Las características principales de un modelo de capitalización individual son las siguientes:

 Este modelo disminuye la responsabilidad pública sobre las pensiones, pues aquí no hay un fondo de todos los trabajadores administrado por el Estado.

- Se tienen que crear cuentas individuales por trabajador. La administración, la inversión y los pagos de los recursos aportados por los trabajadores quedan a cargo de compañías, aseguradoras y de empresas ligadas al sector financiero.
- En este modelo, de manera tradicional no existe una garantía de recibir un monto mínimo al momento de la jubilación, por lo que queda en manos del ente que implemente este modelo, el establecer o no alguna garantía (como un pensión mínima o pensión garantizada).

Bajo este sistema, los trabajadores Chilenos depositan mensualmente, de forma obligatoria, 10 % de su salario en una cuenta individual en una AFP, más un pago adicional por la administración de la cuenta individual y otro cargo que se realiza por el pago del Seguro de Invalidez y Sobrevivencia (SIS).

La finalidad de ese ahorro es financiar la pensión que recibirá el trabajador al jubilarse, ya sea tras cumplir 60 años en el caso de ser mujer o tras cumplir 65 años en el caso de ser hombre (conocida como pensión de vejez).

A partir de este momento, el sistema fue objeto de múltiples reformas en el transcurso de más de veinticinco años de vigencia. Sin embargo, fue hasta 2008 cuando se promulgó la Ley 22.255, con la cual el sistema quedó conformado por tres pilares vigentes hasta la actualidad, el pilar solidario; el pilar contributivo de capitalización individual, y el pilar voluntario (individual y colectivo).

- Pilar solidario. También denominado "Sistema de pensiones solidarias" (SPS), está dirigido a la obtención de una pensión universal, por un lado, para las personas que no reciban una pensión contributiva; y por otro lado, este sistema es complementario de la cuenta de capitalización individual o pilar contributivo cuando la persona no obtenga una pensión suficiente. Este pilar es financiado con recursos públicos. El pilar está constituido por dos tipos de pensiones: la básica solidaria y el aporte previsional solidario.
 - Pensión básica solidaria (PBS). A ella accederán las personas de 65 años o más que pertenezcan al 60 % de la población de menores ingresos, y tengan un mínimo de veinte años de permanencia en el país, cuatro de los cinco años previos a la solicitud del beneficio.
 - Aporte previsional solidario. Éste complementará la pensión que el beneficiario logre en la cuenta de capitalización individual, cuando sea inferior o igual a la pensión básica solidaria.



| Cervantes Gonzáles, Sedano Díaz

Asimismo, este aporte tendrá un carácter progresivo, y su cuantía decrecerá a medida que aumente el valor de la pensión autofinanciada, hasta extinguirse para las personas cuyas pensiones alcancen un monto igual o superior al establecido. Las mujeres mantendrán el derecho a pensionarse a los sesenta años, pudiendo recibir la pensión mínima mientras duren los fondos acumulados en la cuenta individual capitalizada (segundo pilar contributivo). Cuando cumplan los 65 años, ellas podrán recibir los beneficios del sistema solidario.

- Pilar contributivo de capitalización individual Este pilar comprende la afiliación obligatoria de todos los trabajadores formales e independientes, otorgando el mismo trato tributario. Los segundos fueron incorporados como contribuyentes activos a través de varios mecanismos, que incluyen un método más fácil, incentivos, beneficios suplementarios y fiscalización. La incorporación pasará por un proceso de transición gradual hasta la plena integración de este tipo de trabajadores.
- Pilar de ahorro voluntario: individual y colectivo Se creó un marco legal para fomentar el ahorro voluntario individual y abrir la puerta al ahorro colectivo. En torno al ahorro individual, se perfeccionó el régimen tributario general, al eliminarse el trato diferenciado entre trabajadores dependientes e independientes.

Asimismo, se creó la figura del afiliado voluntario, cuyo objeto es ampliar la cobertura del sistema de pensiones a personas que realizan actividades no remuneradas, es decir, se pretende un pilar voluntario más fuerte y con mayor cobertura en los sectores medios de la población. Igualmente, se establecieron beneficios tributarios y bonificación del Estado para permitir al trabajador elegir el régimen de afectación de sus aportaciones, en consideración al pago o exención de impuestos al momento de la aportación o el retiro de los recursos del ahorro voluntario.

Respecto del ahorro voluntario colectivo, se regularon planes de contribución definida, capitalizables en cuentas individuales y administradas por entidades especialmente autorizadas para ello. El financiamiento de este ahorro será con los aportes de trabajadores y empleadores, más los rendimientos respectivos que se generen.

Costa Rica

En dicho país, el sistema de pensiones se basa en 4 pilares, mismos que se describen a continuación:



Pilar 1. Pensión Contributiva Básica: se conforma con las aportaciones obligatorios que los trabajadores realizan (un porcentaje de su salario) y conforman un fondo de capitalización colectiva. Este pilar también es conocido como el régimen de Invalidez, Vejez y Muerte (IVM), administrado por la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS). En otras palabras, es un sistema de reparto por si mismo.

Cabe mencionar que a partir del 10 de enero de 2023, con la aplicación del "escalón contributivo" establecido en la reforma al Reglamento del IVM de 2020, las aportaciones a este pilarán deberán de ser de 5.42 % para los empleadores, del 4.17 % para los trabajadores y del 1.58 % para el Estado.

Por otro lado, bajo este pilar, para acceder a una pensión de vejez se necesitan tener 65 años de edad con 300 cuotas acumuladas, y si bien existían ciertas condiciones para acceder a una jubilación anticipada, tanto para hombres como para mujeres, en agosto de 2021 la junta directiva de la CCSS aprobó la reforma al régimen de IVM, la cual eliminó la jubilación por vejez anticipada para los hombres, quienes solo podrán retirarse hasta que cumplan los 65 años de edad. Las mujeres sí tendrán la posibilidad de retirarse anticipadamente a los 63 años, y ya no a los 60, siempre que hayan cumplido con el requisito de 405 cuotas aportadas al régimen. Estos cambios entrarán en vigor el 11 de enero de 2024.

Finalmente, para los que alcancen las condiciones de jubilación, tendrán acceso a una pensión la cual oscila entre un monto igual al 43 % del salario de referencia (para aquellos trabajadores que ganen más de 8 salarios mínimos) y lo un monto igual al 52.50 % del salario de referencia (para aquellos trabajadores que ganen menos de dos salarios mínimo), y por cada cotización en exceso a las 240 cuotas, la pensión se ajusta en un porcentaje adicional al 0.0833 %.

El salario de referencia se determina como el promedio de los salarios de los 20 años trabajados previos a la jubilación, actualizados con inflación.

Pilar 2. Pensión Complementaria Obligatoria: es un fondo de capitalización individual, que se conforma también por las aportaciones obligatorios de los trabajadores, con el objetivo de que el trabajador complemente a la pensión contributiva básica. Las aportaciones las registra y controla la CCSS y los administra la operadora de pensiones elegida por la o el trabajador.

La pensión complementaria obligatoria (también conocida como Régimen Obligatorio de Pensiones o ROP) se conforma con una aportación del 4.25 % del salario del trabajador, en donde el patrón aporta 3.25 % y el trabajador un 1 %. Al llegar el momento de la jubilación los montos que recibirá la persona pensionada dependerán de los aportes a lo largo del tiempo y de los rendimientos de las inversiones que haya logrado su operadora de pensiones.

- Pilar 3. Pensión Complementaria Voluntaria: Este es un régimen de capitalización individual, administrado por las operadoras de pensiones, y puede formar parte de este régimen cualquier persona mayor de 15 años, independientemente de si es asalariado, independiente o incluso de que cuenten con algún empleo. Las aportaciones son voluntarias y corresponde al afiliado decidir el monto de los mismos, estos pueden ser en colones o en dólares y el afiliado puede realizar aportaciones extraordinarias en el momento en que lo desee.
- Pilar 4. Pensión No Contributiva: La Ley de Protección al Trabajador estableció la universalización de este régimen a toda la población adulta mayor de 65 años en estado de pobreza.

Colombia

En este país, con la entrada en vigencia de la Ley 100 de 1993, su sistema pensionario empezó a estar constituido por dos regímenes diferentes disponibles para los trabajadores. El primero de ellos es el Régimen de Prima Media (RPM), el cual se puede considerar como un sistema de reparto administrado actualmente por Administradora Colombiana de Pensiones (Colpensiones, y el segundo de ellos el Régimen de Ahorro Individual con Solidaridad (RAIS), el cual es un régimen de capitalización individual, el cual está administrado por Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP).

Para ambos regímenes, el monto de la cotización mensual queda establecido a partir de enero de 2008 en el 16 % del ingreso base de cotización (IBC), donde los empleadores pagarán el 75 % de la cotización y los trabajadores el 25 % restante, los cuales se distribuyen dependiendo del régimen de la siguiente manera :

- RPM: El 13 % es ahorro pensional destinado al fondo común, 1.5 % para la prima de seguro previsional y 1.5 % para gastos administrativos.
- RAIS (AFP): El 11.5 % es ahorro destinado a la Cuenta de Ahorro Individual (CAI) del trabajador, 1.50 % destinado al Fondo de Garantías de Pensión Mínima (FGPM), 1.50 % (aprox.) destinado a la prima de seguro previsional y el 1.50 % (aprox.) restante como

comisiones de administración de la CAI.

Respecto al beneficio a recibir, para el caso del RSPM, la pensión de vejez se adquiere cuando se cumplen los requisitos de edad (57 años mujeres, 62 años hombres) y las semanas mínimas cotizadas exigidas (1300 semanas a partir de 2014, equivalentes a 26 años cotizados). De no reunir las semanas exigidas, se procede a entregar una indemnización sustitutiva que incluye únicamente la proporción de aportaciones realizadas por el trabajador (25 % de la cotización), compensados por el IPC de cada año (no se incluye la proporción de aportes del empleador, equivalente al 75 % de la cotización).

Asimismo, el monto mensual de la pensión correspondiente al número de semanas mínimas de cotización requeridas será del equivalente al 65 %, del ingreso base de liquidación (ILB) de los afiliados. Esta tasa de reemplazo se puede incrementar si el afiliado cotiza más de las 1,300 semanas, pero no podrá ser superior al ochenta (80 %) del ILB, ni inferior a la pensión mínima. El IBL se calcula como el promedio de los últimos 10 años cotizados, o de toda la vida laboral, debidamente actualizado con la inflación.

Las pensiones de vejez del RAIS son calculadas de acuerdo con el capital ahorrado. La ley establece que el capital debe ser suficiente para generar una pensión mayor o igual al 110 % del Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV). De no cumplir la condición, se procede a solicitar la Garantía de Pensión Mínima, siempre y cuando se cumplan los requisitos: tener 62 años para hombres y 57 años para mujeres; y haber cotizado al menos 1.150 semanas.

En la eventualidad de no acceder a ninguna de las opciones anteriores, la AFP procede a realizar la devolución de saldos que incluye el capital ahorrado, los rendimientos abonados y el bono pensional actualizado y capitalizado (en los casos en que haya lugar).

La particularidad de estos dos regímenes es que los trabajadores tienen la opción de cambiar o trasladarse entre uno y otro cada cinco años, sin embargo, ya no podrán cambiar de régimen si faltan 10 años o menos para que alcancen la edad jubilatoria establecida en el RPM.

Argentina

En el año 1994 fue promulgada la ley la Ley N°24241, mediante la cual, se creó el Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones (SIJP) destinado a cubrir las contingencias de vejez, invalidez y fallecimiento. Dicho sistema se encontraba conformado por dos regímenes, uno públi-



Cervantes Gonzáles, Sedano Díaz

co de reparto, y un régimen basado en la capitalización individual, administrado por empresas privadas: las Administradoras de Fondos de Jubilaciones y Pensiones (AFJP).

Complementariamente, se introdujeron algunos cambios paramétricos, aumentando la edad mínima de retiro de 55 a 60 años para las mujeres y de 60 a 65 años para los hombres, junto con un mayor requisito de años con contribuciones, que paso de 20 a 30 años, y un aumento de la aportación personal de los trabajadores, del 10 % al 11 % del salario.

Cabe mencionar que los trabajadores que optaran por el régimen de capitalización individual no contaban con la posibilidad de migrar posteriormente al régimen de reparto, mientras quienes ingresaron al régimen de reparto si tenían la opción de migrar, posteriormente, al régimen de capitalización individual. Posteriormente, en febrero de 2007, mediante la promulgación de la Ley N°26222, se introdujeron algunos cambios. Uno de los principales fue el conceder a los trabajadores afiliados la opción de cambiar de régimen (reparto o capitalización) cada cinco años.

Sin embargo, con la promulgación de la Ley No. 26425, en noviembre de 2008, se eliminó definitivamente el régimen de capitalización individual, dirigiendo todos los aportes al régimen público y dando lugar a un único pilar de reparto de beneficio definido denominado Sistema Integrado Previsional Argentino (SIPA). Esta reforma, sin embargo, no modifico los principales parámetros del sistema (como las tasas de contribuciones, la edad mínima de jubilación o los años de aportación requeridos para acceder a la misma) que se mantuvieron en los niveles establecidos en 1993.

México

Como lo comentamos anteriormente, los sistemas de Beneficio Definido, estaban "sostenidos" bajo los factores demográficos y económicos que en México comenzaron a cambiar en la década de los noventa, cuando la demografía entró en una etapa de mayor envejecimiento y se dieron crisis macroeconómicas y de finanzas públicas recurrentes, al haber cada vez menos trabajadores activos para financiar a los retirados. De este modo, las reservas para el reparto se tornaron insuficientes y los sistemas mostraban déficits actuariales no financiables.

Para enfrentar esta crisis pensionaria, era inevitable reformar el sistema y transitar hacia uno de contribución definida (CD). En 1997, en México se efectuó dicha reforma para los afiliados al IMSS (sector privado) y, en 2007, para los trabajadores públicos afiliados al Instituto



de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Fueron cambios estructurales radicales que modificaron el paradigma del sistema de pensiones para convertirlo fiscal y financieramente viable.

Todos los trabajadores afiliados al IMSS a partir del 1 de julio de 1997, se consideran, dentro de la ley de Pensiones de la Seguridad Social, como la generación AFORE. Esta ley, a diferencia de la ley del '73, es de Contribución Definida, por lo que a diferencia del Beneficio Definido, lo que se establece es el porcentaje de aportación (acumulación) que tendrá la cuenta de cada trabajador, y el beneficio será el monto acumulado por las aportaciones y los rendimientos generados en el periodo, desde el inicio de la cotización, hasta el momento de la jubilación, y para administrar dichos rendimientos, se crearon las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE), entidades que están a cargo de administrarlos fondos de los trabajadores con cuentas individuales.

Una vez que el trabajador se afilie al IMSS, se comenzarán con las contribuciones a su cuenta individual de forma tripartita, el patrón aporta el 5.15 % del salario base de cotización (SBC) del trabajador, 2 % por concepto de Retiro y 3.15 % por concepto de Cesantía y Vejez; el empleado aporta el 1.125 % de su SBC por concepto de Cesantía y Vejez; y el Gobierno 0.225 % del SBC por concepto de Cesantía y Vejez. El salario base de cotización está topado a 25 UMAS, lo que genera una brecha entre la pensión que recibirán y su último salario (nivel de reemplazo) aún mayor para las personas que tienen un salario mayor a dicho tope.

En conclusión, se aporta el 6.5 % del salario base de cotización de cada trabajador, la tasa de aportación más baja de los países de la OCDE (con excepción de Nueva Zelanda), en comparación con el promedio de 18.2 %.

Los requisitos para jubilarse también tuvieron modificaciones, específicamente en el caso de las semanas de cotización, de 500 semanas, incrementaron a 1,250 semanas. Las edades de jubilación no tuvieron cambio, 60 años para Cesantía y 65 para Vejez, sin embargo al aumentar las semanas de cotización, y dada la densidad de cotización en México, muchos trabajadores, tendrán que trabajar más de esas edades para alcanzar las semanas mínimas.

Por los puntos anteriores, y después de mucho tiempo de debate, en 2020 se planteó una reforma a la ley del '97, para incrementar el nivel de aportación, y disminuir las semanas mínimas para alcanzar la jubilación, entre otros cambios. El 16 de diciembre de 2020 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación reformas a diversos artículos de la Ley del Seguro Social (LSS) y un artículo

de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro (LSAR), relativas al sistema de pensiones de contribución definida (Ley Afore – 1997), enfocándose en incrementar los beneficios a la jubilación de los trabajadores.

Los principales cambios son:

- Incrementar las aportaciones patronales en el ramo de Cesantía en Edad Avanzada y Vejez (RCV).
- Reducir el requisito de semanas cotizadas para tener derecho a una Pensión Mínima Garantizada (PMG).
- Elevar el monto de la PMG.
- Disminuir las comisiones cobradas por las AFORE. Antes de la reforma, bajo la ley 1997, las semanas mínimas para acceder a la Pensión por jubilación eran 1,250. Con la reforma, este requisito disminuye a 1,000 semanas. A partir de la entrada en vigor el 1 de enero de 2021 el requisito comienza en 750 semanas cotizadas y se incrementa en 25 semanas cada año para acumular las 1,000 semanas al llegar el año 2031. Se modifica el artículo 37 de la Ley del IMSS, el cual hace referencia a la disminución en las comisiones que cobran las AFORES. Dichas comisiones estarán sujetas a un máximo que se definirá como el promedio aritmético de las comisiones que tienen los sistemas de contribución definida en Estados Unidos de América, Colombia y Chile, la cual en 2020 fue de 0.54 %, en comparación con el promedio de comisiones cobrado por las AFORES del 0.92 %. Aumento en el monto de la PMG.
- Incremento de las aportaciones patronales

La aportación patronal en el ramo de Cesantía y Vejez se incrementará de manera gradual a partir del año 2023, finalizando en el año 2030 y de acuerdo al Salario Base de Cotización (SBC) de cada trabajador, comenzando en 3.150 % (cuota que era aplicable a todos los trabajadores bajo la ley anterior) hasta alcanzar un tope de 11.875 % del SBC (Art. 168, fracción II, inciso a). Dicho incremento se muestra en la tabla 3. La PMG se entiende como el monto mínimo de pensión que el Estado asegura otorgar a los trabajadores que cumplan los requisitos de edad y semanas cotizadas para jubilarse, ya no está definida como el monto de un salario mínimo vigente en la Ciudad de México en el año de 1997 actualizado en el mes de febrero con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). Ahora, para determinar el monto de la PMG se considerará el rango en el que se encuentre el promedio del SBC percibido durante la carrera laboral del trabajador, (el cual se actualizará con INPC a la fecha en que se pensione el trabajador), el total de semanas que hayan cotizado y la edad en la que se retire (a partir de los 60

SBC del trabajador	<u>2023</u>	2024	2025	2026
1.00 SM	3.150%	3.150%	3.150%	3.150%
1.01 SM a 1.50 UMA	3.281%	3.413%	3.544%	3.676%
1.51 a 2.00 UMA	3.575%	4.000%	4.426%	4.851%
2.01 a 2.51 UMA	3.751%	4.353%	4.954%	5.556%
2.51 a 3.00 UMA	3.869%	4.588%	5.307%	6.026%
3.01 a 3.50 UMA	3.953%	4.756%	5.559%	6.361%
3.51 a 4.00 UMA	4.016%	4.882%	5.747%	6.613%
4.01 UMA en adelante	4.241%	5.331%	6.422%	7.513%
SBC del trabajador	<u>2027</u>	2028	2029	<u>2030</u>
1.00 SM	3.150%	3.150%	3.150%	3.150%
1.01 SM a 1.50 UMA	3.807%	3.939%	4.070%	4.202%
1.51 a 2.00 UMA	5.276%	5.701%	6.126%	6.552%
2.01 a 2.51 UMA	6.157%	6.759%	7.360%	7.962%
2.51 a 3.00 UMA	6.745%	7.464%	8.183%	8.902%
3.01 a 3.50 UMA	7.164%	7.967%	8.770%	9.573%
3.51 a 4.00 UMA	7.479%	8.345%	9.211%	10.077%
4.01 UMA en adelante	8.603%	9.694%	10.784%	11.875%

■ **Tabla 3** Cuadro de elaboración propia con información del IMSS.

años).De igual manera que con la ley anterior, la PMG se actualizará anualmente conforme al INPC (Art. 170).

Sobre dicha pensión, la CONSAR señaló en 2019 en el documento "Apuntes sobre el SAR núm. 2. Diagnóstico de la generación Afore del IMSS", que las personas trabajadoras afiliadas al IMSS de la generación Afore que podrán acceder a una pensión son 24 de cada 100, mientras que las personas que accederán a una PMG, son 17 de cada 100, número que se pretende incrementar con la reforma anunciada.

Niveles de Reemplazo.- Uno de los principales motores de la reforma es el incrementar las tasas de reemplazo (es decir, la razón que existe entre la pensión a recibir, y el último salario percibido antes de la jubilación) con el incremento de las cuotas patronales y el incremento en la PMG.

Si comparamos el nivel de reemplazo de la ley del '73 con la ley del '97 y la nueva reforma 2020, asumiendo un empleado con mismo nivel salarial, cotización ante el IMSS de 40 años (algo inusual), y una proyección con tasas reales, podemos observar, que aunque con la reforma 2020, se está incrementando el nivel de reemplazo en casi lo doble, aún queda mucho para llegar a los niveles de reemplazo que se observaban con la ley de reparto (ley



[|] Cervantes Gonzáles, Sedano Díaz

del '73) (vea la figura 1).

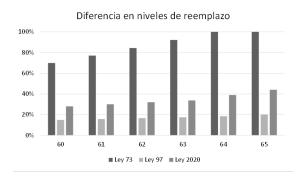


Figura 1 Gráfica de elaboración propia.

8. OTRAS PROPUESTAS DE REFORMA AL SISTE-MA PENSIONARIO MEXICANO

Si bien ha existido mucha conversación sobre la necesidad de modificar el sistema pensionario mexicano, en realidad existen pocas propuestas concretas para este fin. En el presente proyecto rescatamos dos de ellas, una presentada en el año 2018 por la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores (AMAC), que es una asociación conformada por actuarios especializadas en el cálculo de pasivos laborales y temas relacionados con beneficios a los empleados (particularmente al retiro), así como la presentada en 2020 por la Conferencia Interamericana de Seguridad Social (CISS), que si bien ninguna de las dos fue considerada en la reforma de diciembre 2020, tienen puntos en común muy interesantes por analizar.

En el año 2018, la AMAC generó una propuesta de modificación del sistema de pensiones en México. El objetivo de la propuesta es la generar seguridad económica para los mexicanos, una vez alcanzada la tercera edad, considerando:

- Las características del mercado laboral mexicano,
- La posibilidad de montos y tiempos de contribución,
- La percepción de ahorro en México,
- La edad oportuna para la jubilación en el tiempo,
- La sobrevivencia y salud del pensionado,
- La evolución tecnológica del sector financiero y
- El comportamiento de los rendimientos futuros.

La propuesta consiste en crear el Sistema Nacional de Pensiones (SNP) con la supervisión y coordinación del Instituto Nacional de Pensiones, y al amparo de una sola Ley MARCO Pensionaria.



El SNP integraría cuatro componentes:

- Pensión universal (ya existente al día de hoy)
- Pensión Básica:
 - Articular los planes de pensiones del sector público
 - Crear el fondo solidario con aportaciones de afiliados
- Pensión Complementaria:
 - Integrar el Sistema del Ahorro para el Retiro (SAR) como parte de la pensión
 - Se seguiría realizando a través de las cuentas individuales administradas por las AFORES.
- Pensión Voluntaria para promover y Desarrollar planes privados de pensiones y el ahorro voluntario con productos especializados.

La cobertura quedaría de la siguiente manera:

- Pensión universal, otorgar un monto de \$1,500 para todos los mexicanos.
- Pensión Básica: Está diseñada para mexicanos que coticen en planes públicos o en el fondo solidario (15 años). El beneficio irá en función de la cotización, pero se busca que esté topado.
- Pensión Complementaria: Está diseñada para mexicanos en el sector formal (15 años).
- Pensión Voluntaria.

En cuanto al financiamiento, se propuso lo siguiente.

- Pensión universal: Financiamiento público, a través de recursos públicos y de fondos asistencial.
- Pensión Básica: Contribución individuo 8 % + Gobierno 0.225 % salario y cuota social, esto a través de planes de pensiones públicos y del fondo solidario.
- Pensión Complementaria: Contribución 6.5 % sector privado y 11.3 % sector público, a través de AFORES mediante las Cuentas individuales.
- Pensión Voluntaria: La cuota dependerá del objetivo de ahorro, a través de Planes Privados de pensiones, seguro de retiro, producto de ahorro del sector financiero. Por otro lado, para integrar el SNP, se propone la creación de una Ley Marco Pensionaria, así como reformar lo siguiente:
- La Constitución Política, en especial el Artículo 4to para que se establezca el derecho a una pensión para la vejez.
- La Ley Fiscal tendiente al establecimiento de un impuesto al consumo o aquello que permita el financiamiento de la pensión universal.

- Trasladar el acuerdo de reglas de operación del programa pensión para adultos mayores.
- La Ley del Seguro Social y la Ley del ISSSTE, para trasladar el tema pensionario al Instituto Nacional de Pensiones.
- La Ley de los Sistemas de Ahorro para el retiro, incorporándola y ampliando su capacidad de inversión, trasladar la cuota social y gubernamental, modificar los años de cotización y eliminar la pensión mínima garantizada.
- La Ley del Impuesto sobre la Renta que establezca un marco fiscal que motive el ahorro voluntario previsional. Propuesta de la Conferencia Interamericana de Seguridad Social (CISS)

Por otro lado, en el año 2020, previo a la reforma de pensiones realiza en México el mes de diciembre, la Conferencia Interamericana de Seguridad Social (CISS) publicó en su página web el documento "Una propuesta para reformar el sistema de pensiones en México". Las características generales de la propuesta son las siguientes.

- 1. Establecer un esquema mixto de beneficio definido administrado por el Estado para los trabajadores de los sectores privado y público (ISSSTE e IMSS). Al ser un esquema mixto, se contempla una Pensión de Beneficio Definido, y otra Pensión de Contribución Definida.
 - Para el esquema de Beneficio Definido, se propone que todos los mexicanos tendrán que aportar para este fondo, estableciendo que aquellos que ganen menos de tres salarios mínimos destinarán el 100 % de su aportación a este fondo, mientras que los que ganen más de tres, aportaran entre el 20 % y el 30 % del total de su contribución a este fondo. Por otro lado, para el esquema de Contribución Definida, se propone que solo aportaran en este esquema los trabajadores que ganen más de tres salarios mínimos, aportando entre un 70 % y 80 % del total de la contribución a este fondo. Esta distinción se hace porque, según se menciona en la propuesta, los trabajadores de menores ingresos tienen densidades de cotización menores, por lo que acumularían menos montos en su cuenta individual, y que, de esta forma, se estaría buscando proteger a cerca del 80 % de los trabajadores que cotizan en el IMSS.
- Pensión universal. Si bien en 2020, quedo asentado en rango constitucional el derecho a la pensión de personas adultas mayores o con discapacidad, aún falta por aterrizar en las leyes secundarias que el

- monto a pagar sea el suficiente para tener un nivel de vida digno. El CISS propone que dicha pensión universal sea de monto igual a la canasta mínima o digna (alimentaria y no alimentaria) determinada por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI).
- 3. Etiquetar fuentes de financiamiento para una política pública que asegure un monto determinado, con el objetivo de brindar una vida digna en la vejez. En general, se busca una reforma fiscal, la cual considere de manera prioritaria otorgar recursos para el pago de la pensión universal y, en términos generales, para la seguridad social. Para estos efectos, el CISS propone las siguientes fuentes de recaudación:
 - *a*) Impuesto especial adicional del 2 % sobre los ingresos de las tabacaleras.
 - b) Impuesto especial a las bebidas saborizadas.
 - c) Impuesto especial del 2 % a los ingresos anuales de la banca múltiple.
 - d) Impuesto especial a las bebidas alcohólicas.
 - e) Impuestos al capital.
 - f) Impuesto al carbono, incluyendo un impuesto especial al gas natural
- 4. Incorporación de los trabajadores no formales. Poniendo como ejemplo el mecanismo que el gobierno federal estableció para que conductores de Uber y repartidores de Uber Eats paguen IVA e ISR, se plantea implementar un mecanismo similar, pero en lugar de destinarse al pago de impuestos, que se destine a la recaudación de las aportaciones a su jubilación, a las que se considerara obligatorias.
- 5. Creación de una nueva ley en materia de pensiones. Debido a la fragmentación de los esquemas de pensiones en México, se propone la creación de una nueva ley que guíe a los administradores y limite su capacidad de dictar sus reglas en la materia, a fin de que dejen de afectarse las finanzas de cada entidad. Dado lo anterior, se propone que dicha ley contemple lo siguiente.
 - a) Misma edad de jubilación independientemente del tipo de empleador. Se propone una edad piso de 65 años, la cual se incrementará de manera gradual en función de la esperanza de vida de los mexicanos.



[|] Cervantes Gonzáles, Sedano Díaz

- b) Semanas de cotización. Se propone que solo la edad sea el único requisito para acceder a una pensión contributiva, y no las semanas de cotización, que solo servirían para determinar el nivel de pensión. Sin embargo, si esto no fuera viable, se sugiere establecer un rango entre 15 y 20 años cotizados para acceder a dicha pensión.
- c) Cuotas y aportaciones progresivas en función del sueldo. Se propone incrementar de manera gradual las cuotas de los trabajadores que ganen más de 3 salarios mínimos.
- d) Salario regulador. Siendo este un promedio de los últimos 15 años del sueldo del trabajador, actualizado con un indicador de inflación.
- e) Banda o rango de límites. La tasa de reemplazo no podrá ser menor del 40 % ni mayor del 80 %, siempre y cuando se mantenga un piso mínimo de dos salarios mínimos y un techo de 15. Las personas que coticen al menos durante 15 años tendrán derecho a jubilarse a los 65 de edad. A partir de ese mínimo, la pensión irá incrementando en 8 % cada año cotizado extra, hasta un máximo de 80 %. De no alcanzarse este mínimo de años cotizados, se recibirá la pensión universal.
- f) Límite máximo de comisión para las Afore. Ya sea topando la comisión, o estableciendo la comisión en función del rendimiento obtenido.
- g) Creación de la Comisión Nacional de Pensiones (CONAPE). Se propone la transformación de la CONSAR en la CONAPE, cuya función sería la regulación, supervisión y sanción de todos los esquemas de pensiones del país, enmarcados en la nueva ley.
- h) Creación de un órgano de administración y gestión de inversiones para el fondo de beneficio definido. La gestión de los recursos debe considerar un ente especializado en inversiones de gran calado, con un comité técnico de inversiones. Incluso se piensa que podría licitar ciertos montos para que participantes del sistema financiero gestionen las inversiones garantizando.
- i) Incentivos fiscales. Se propone que las aportaciones a los planes privados de pensiones sean deducibles en un 100 %.
- j) Jubilación progresiva. Esta consiste en que los trabajadores comiencen un proceso donde se

disminuyan las horas trabajadas y reciban el pago proporcional de su pensión, para que eventualmente, sean jubilados al 100 %.

Comparativa de reformas y propuestas. Llama la atención que en el caso de México, es el último país de la región que sufrió una nueva reforma estructural en su sistema pensionario, pero la cual no recogió la experiencia de reforma de otros países de la región.

Por ejemplo, se pudo tomar el ejemplo de Costa Rica, Colombia o en inicios Argentina, donde tanto el sistema de capitalización individual como el sistema de reparto podrían coexistir, aunque, partiendo de las propuestas realizadas por la AMAC y por el CISS, el sistema de Costa Rica podría ser el más idóneo, ya que se tendrían acceso a ambos sistemas al mismo tiempo, con lo cual se podrían aprovechar las bondades de dichos sistemas, además de que, hay que recordar que los sistemas de seguridad social deben ser provistos por el Estado, situación que con los sistemas de capitalización individual se deja de lado.

También llama la atención que hasta 2020, México era, de los países observados en el presente trabajo, el que menos aportaciones realizaba al sistema de capitalización individual (6.50 %), por lo que es un punto que definitivamente se tuvo que atender con mayor prontitud.

Asimismo, si bien el nivel de aportación se estará incrementando de manera progresiva, ésta repercute solamente en la realizada por los empleadores, ya que la aportación del trabajador (que representa poco más del 1 %) no se modificó, y consideramos adecuado que se hubieran generado mayores incentivos para que la aportación de los trabajadores pudiera ser mayor (por ejemplo, el ISSSTE, si genera incentivos en función de la aportación de los trabajadores).

Por otro lado, cabe destacar los puntos que tienen en común las propuestas de la AMAC y del CISS:

- Ambas propuestas sugieren el establecimiento de una pensión universal, misma que actualmente ya es una realidad, aunque con cierta discrepancia en los montos. Mientras que la AMAC propuso en 2018 un monto de \$1,500, (el cual, actualizado con inflación para 2022 ascendería a \$1,761 aproximadamente) y el CISS un monto igual a la canasta básica alimentaria y no alimentaria, en 2022 el valor la pensión universal es de \$2,550 por bimestre, es decir, \$1,275 mensuales, monto por debajo de ambas propuestas
- Ambas propuestas coinciden en que, si bien es deseable mantener el esquema de cuentas individuales



(contribución definida), también es necesario el otorgamiento de otro componente que no esté sujeto al ahorro individual de cada trabajador (beneficio definido).

- Ampliar la cobertura de personas que pudieran acceder a un componente de la pensión, más allá de la pensión universal.
- Creación de nuevas instituciones (Instituto Nacional de Pensiones en el caso de la AMAC, y la Comisión Nacional de Pensiones, en el caso del CISS) para el correcto funcionamiento de cada una de las propuestas.
- Creación de una nueva ley marco en materia de pensiones.
- Creación o modificación de los beneficios fiscales actuales que ayuden a incentivar planes privados o planes personales de pensiones.

Cabe señalar que de estos puntos en común, solo se tiene un avance en la pensión universal, ya que la modificación de la ley de 2020 no buscó atender ninguno de los otros puntos mencionados. A continuación mencionamos algunos Riesgos Económicos identificados derivados de la reforma implementada en el año 2020.

- Riesgo de Liquidez. Si las compañías no tienen presente o no se preparan presupuestalmente para el incremento en las cuotas patronales, conllevaría a que, cuando se generen los presupuestos de gastos de los siguientes ejercicios, al no asignar de manera adecuada la cantidad de dinero requerida por el aumento de las cuotas, se tengan insuficiencia de recursos para solventar esta situación, si bien es cierto que el incremento en las cuotas patronales será de manera paulatina, no se puede dejar de lado que el incremento total en costo directo para la compañía podrá ser hasta el 9 % de su nómina, lo que podría ocasionar un riesgo de liquidez en algunas compañías.
- Riesgo Legal. Derivado del incremento en las cuotas patronales, podrían existir casos donde no se realicen los ajustes en dichas cuotas, debido ya sea a desconocimiento o simplemente negación de las mismas, lo cual pudiera derivar en demandas de los trabajadores por esta situación, siendo sin duda un potencial riesgo legal para las compañías. Otro riesgo legal, además del que pueden tener al no realizar los ajustes adecuados a las cuotas patronales, se puede ocasionar cuando la compañía decide incurrir en malas prácticas (cotizar con salarios menores nóminas mixtas) para no tener impactos por la refor-

- ma, sabiendo que, de ser descubierta, se le impondrá el pago del crédito fiscal omitido (limitado a cinco años) y de las multas aplicables.
- Riesgo Soberano. De manera general, con la reforma se tienen dos impactos directos en la PMG, el primero es el incremento en el monto de la misma, y el segundo es el incremento del número de personas que tendrán acceso a ella con la disminución del requisito de las semanas de cotización. Al respecto, esta situación puede llevar a un riesgo soberano, ya que la PMG no tiene una fuente de financiamiento establecida por el gobierno federal, por lo que el pago de estos recursos tendrá que salir del presupuesto de egresos de la federación (PEF) de cada año, y si no se tienen los recursos necesarios, el Gobierno Federal tendrá que implementar medidas extraordinarias para estos fines, como cargas impositivas adicionales.
- Riesgo de Modelo. Como se mencionó anteriormente, uno de los principales motores de la reforma es el incrementar las tasas de reemplazo. De hecho, en el documento "La reforma del Sistema de Pensiones de México: Posibles Efectos sobre las Jubilaciones, la Dinámica del Ahorro Obligatorio y las Finanzas Públicas" publicado en el informe del trimestre de octubre a diciembre 2020 de Banco de México (vea Díaz de León Carrillo (2021)), se menciona que las tasas de reemplazo para trabajadores que ganen más de 10 UMA son de aproximadamente 20 % con la ley anterior, y serán del 44 % con la reforma aplicada, sin embargo dicha estimación se realizó considerando lo siguiente: Suponiendo una anualidad para una persona de 65 años de edad, que cotizó 1,250 semanas, con una esperanza de vida de 15 años, y que su último salario es igual al salario promedio de cotización en su vida laboral, y considerando un rendimiento real neto de comisiones de los activos acumulados en su cuenta individual de 3.0 %.

Al final, no deja de ser un escenario entre tantos que se pueden tener, y tampoco especifica si la pensión otorgada fue la PMG (en cuyo caso, el incremento en las cuotas patronales no tendrá beneficio alguno en el trabajador) o si fue un monto superior a la misma, por lo que sería necesario realizar análisis o ejercicios más robustos, con la finalidad de demostrar, ya sea las bondades o las áreas de oportunidad de dicha reforma.

Riesgo de Tasa de Interés. Otro de los riesgos implícitos, no como tal derivado de la reforma, pero si inherentes al esquema mismo, es el riesgo de tasa



Cervantes Gonzáles, Sedano Díaz

de interés. El artículo 164 de la LSS establece trabajadores podrán disponer de su cuenta individual con el objeto de disfrutar de una pensión de vejez, y para tal propósito podrán optar por alguna de las opciones siguientes o ambas:

- Contratar con una compañía de seguros pública, social o privada de su elección una renta vitalicia, que se actualizará anualmente en el mes de febrero conforme al INPC
- Mantener el saldo de su cuenta individual en una Administradora de Fondos para el Retiro y efectuar con cargo a éste, retiros programados.

En cualquiera de los dos casos, se debe de calcular una anualidad actuarial, misma que se determina en función de algún supuesto de mortalidad, así como considerando tasas de interés del mercado. De manera general, a mayor tasa de interés, los trabajadores podrán acceder a mayores rentas vitalicias, y de manera similar, se tendrá acceso a menores rentas con tasas de interés menores, lo que implica que el momento en el cual una persona pueda adquirir una renta vitalicia puede ser un factor más determinante, incluso, que el monto acumulado en su cuenta individual. Por dar un ejemplo, en el mes de agosto del presente año, la tasa objetivo de la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) se situó en 8.50 %, mientras que en septiembre de 2021, se situó en 4.50%, lo que querría decir que con un mismo capital, se tendría una pensión mayor en 2022 que en 2021.

- Riesgo de Mercado. Los cambios realizados en la reforma de pensiones, buscan incrementar los beneficios a la jubilación de los trabajadores. Lo principal para que se logren los objetivos de la reforma, son los rendimientos de las cuentas individuales, por lo que las Afores juegan un papel de suma importancia para que se logre los rendimientos estimados, sobre todo en esta época inflacionaria. Si los rendimientos, no alcanzan los objetivos de la reforma, el nivel del beneficio de los trabajadores a la jubilación se verá afectado.
- Riesgo Empresarial. Un riesgo económico que se puede generar con la reforma, es que debido al incremento de las cuotas patronales, se tengan que recortar gastos en otros rubros para solventar esta situación, lo que podría llevar a las compañías a reducir la cantidad de prestaciones que otorguen a los trabajadores, o que se detengan o frenen potenciales nuevas prestaciones que se tenían planeadas

- implementar (como pudieran ser planes privados de pensiones), o disminuyan los incrementos salariales de los próximos años para resarcir el impacto, lo que podría ocasionar una fuerte rotación de personal.
- Riesgo de Costos Fiscales. El artículo 28 de la ley del Impuesto Sobre la Renta, en su fracción XXX menciona que no serán deducibles los pagos que a su vez sean ingresos exentos para el trabajador, hasta por la cantidad que resulte de aplicar el factor de 0.53 al monto de dichos pagos. El factor a que se refiere este párrafo será del 0.47 cuando las prestaciones otorgadas por los contribuyentes a favor de sus trabajadores que a su vez sean ingresos exentos para dichos trabajadores, en el ejercicio de que se trate, no disminuyan respecto de las otorgadas en el ejercicio fiscal inmediato anterior. Es decir, si las compañías reducen las prestaciones otorgadas a sus trabajadores para solventar el gasto del incremento en las cuotas patronales, dejarán de deducir el 53 %, pasando al 47 %, de los pagos que a su vez sean ingresos exentos de los trabajadores, lo que genera una reducción en sus beneficios fiscales.

9. CONCLUSIONES

El actual sistema pensionario del Seguro Social en México presenta retos importantes en cuanto a la cobertura poblacional, la suficiencia de las pensiones y la sostenibilidad financiera y fiscal. A pesar de las reformas realizadas en 2020, la densidad de cotización y el nivel de reemplazo aún se encuentran por debajo de los estándares internacionales. Además, la complejidad fiscal que enfrenta México debido a la coexistencia de dos sistemas de pensiones, representa un reto importante en cuanto a la sostenibilidad financiera.

Es importante destacar que, si bien se presentaron propuestas interesantes para mejorar el sistema pensionario, éstas no fueron tomadas en cuenta al momento de implementar la reforma. Además, se observa una falta de atención a las experiencias de otros países con sistemas similares, lo que podría haber enriquecido la reforma y generado un cambio más sólido y completo.

En este sentido, es necesario continuar trabajando en el fortalecimiento del sistema pensionario en México y en su comparación con otros sistemas pensionarios de América Latina. La evaluación de los sistemas de pensiones mediante los factores propuestos por el Banco Mundial puede servir como una herramienta importante para identificar áreas de oportunidad y retos en el sistema pensionario.



REFERENCIAS

Albarrán, E., 2018 La generación de transición debe mantener beneficios pensionarios. El Economista **Junio**, Consultado el 10 de junio 2023 aquí.

Autor anónimo, 2016 *Costa Rica: Estado de las pensiones. Régimen invalidez, vejez y muerte,* volumen Julio. Consultado el 12 de junio de 2023 aquí.

Autor anónimo, 2022 Puestos de trabajo afiliados al instituto mexicano del seguro social. Instituto Mexicano del Seguro Social **Julio**, Consultado el día 10 de junio de 2023 aquí.

Diaz, E. y F. Filgueira, s.f. La privatización de las pensiones en américa latina. Nueva Sociedad Enero-febrero, Consultado el 10-06-2023 aquí.

Díaz de León Carrillo, A., 2021 *Informe Trimestral Octubre-Diciembre 2020.* Banco de México, Ciudad de México, Consultado el 14 de junio de 2023 aquí.

Fox Quesada, V., 2001 Decreto por el que se reforman y adicionan los artículos décimo cuarto y vigésimo cuarto transitorios del decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de la ley del seguro social. Diario Oficial de la Federación **diciembre**, Consultado el 12 de junio de 2023 aquí.

Girón, A., 2009 *Privatización de los sistemas de pensiones y la inequidad de género en América Latina, Género y globalización*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires, Consultado el 13 de junio aquí.

Heath Constable, J. E., 2021 *Lecturas en lo que indican los indicadores-cómo utilizar la información estadística para entender la realidad estadística de México*. Editorial Color S.A. de C.V., Ciudad de Mexico.

Ortiz, I., F. Durán-Valverde, S. Urban, V. Wodsak, y Z. Yu, 2019 La privatización de las pensiones: tres décadas de fracasos. El trimestre económico **86**: 343, Consultado el 10 de junio de 2023 aquí.

Rubli Kaiser, F., 2016 El contexto demográfico de las pensiones: el envejecimiento global. Seminario especializado de alto nivel sobre el SAR para medios de comunicación **Noviembre**: 2–40, Consultado el 12 de junio de 2023 aquí.

Villarreal, H. y A. Macías, 2020 El sistema de pensiones en méxico institucionalidad, gasto público y sostenibilidad financiera. Macroeconmía del Desarrollo **210**, Consultado el 10 de junio de 2023 aquí.

Álvarez Texocotitla, M., M. D. Álvarez Hernández, y S. Álvarez Hernández, 2017 La deuda pública, el crecimiento económico y la política. Polis, México 13, Consultado el 10 de junio de 2023 aquí.



René Fernando Cervantes González es director de la práctica actuarial en KPMG México y cuenta con más de 14 años de experiencia en consultoría actuarial enfocada en la elaboración de valuaciones actuariales de las obligaciones laborales de la Prima

de Antigüedad, Indemnización Legal, Plan de Pensiones y otros beneficios post-empleo y post-jubilación bajo las metodologías de MEX GAAP (NIF D3), US GAAP (ASC 712 y 715) e IFRS (IAS 19). Es actuario titulado por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México y Maestro en Administración de Riesgos por parte de la Universidad Anáhuac México. Es miembro del Colegio Nacional de Actuarios y actuario certificado en Pasivos Laborales Contingentes por parte de la misma institución.



León Sedano Díaz egresó de la Licenciatura en Actuaría por la Universidad Anáhuac, cuenta con la Maestría en Riesgos por la misma universidad. Tiene 13 años de experiencia en Consultoría Actuarial, asesorando a empresas nacionales y multinacionales en todo lo relacionado con

el cálculo, administración y registro de los pasivos laborales. También tiene experiencia en el diseño, costeo, implementación y comunicación de beneficios para empleados, especialmente en Planes de Jubilación/Pensiones. Cuenta con experiencia en proyectos especiales de Seguridad Social nacional y extranjera. Actualmente se desempeña como subdirector de Servicios Actuariales en Intercam.











Recibirás orientación y podrás realizar trámites de las siguientes instituciones:

CONSAR AMAFORE AFORES ASEGURADORAS IMSS ISSSTE CETESDIRECTO
CONDUSEF FINANCIERA PARA EL BIENESTAR FOVISSSTE IME INFONACOT
INFONAVIT MIDE CONFERENCIA INTERAMERICANA DE SEGURIDAD SOCIAL (CISS)
PRODECON PROFEDET REGISTRO CIVIL CDMX RENAPO SAT
DELEGACIÓN BIENESTAR CDMX SECRETARÍA DE TURISMO CDMX.

Si vas a realizar un trámite

NO OLVIDES

Identificación oficial • Número de Seguridad Social (NSS)
Clave Única de Registro de Población (CURP) • Estado de Cuenta
Comprobante de domicilio.

Consulta el calendario de pláticas informativas www.gob.mx/consar • SARTEL 55 1328 5000







ACTUARIOS Trabajando

Análisis de la identificación y control de riesgos en activos virtuales en materia de PLD/FT en APAC, Europa, Norteamérica y Latinoamérica





Análisis de la identificación y control de riesgos en activos virtuales en materia de PLD/FT en APAC, Europa, Norteamérica y Latinoamérica

Aida Citlaly Garrido Alegría*,1 y Sandra Alicia Murillo Escobar^{†,2}

*Creditas México, †The Hong Kong and Shanghai Banking Corporation

RESUMEN Este trabajo presentam un análisis de los riesgos identificados para los Activos Virtuales en materia de Prevención de Lavado de Dinero/Financiamiento al Terrorismo por parte de Estados Unidos, Reino Unido, Japón y México; y los controles implementados por los mismos. Nuestra meta es coadyuvar a la propuesta un marco robusto de mitigantes a nivel global que minimice la oportunidad de que el mal uso de los Activos Virtuales.

Palabras clave

Blockchain, comparativa internacional, lavado de dinero

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 29 de junio de 2023 Preparado por Montserrat Pérez Márquez. Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.



1. INTRODUCCIÓN

El lavado de dinero y financiamiento al terrorismo son preocupaciones internacionales que se han mantenido en constante monitoreo por parte de la comunidad internacional. Esto se debe a que son procesos que encubren ya sea el origen o destino ilícito de recursos y permiten el enriquecimiento de organizaciones criminales y/o terroristas. En este sentido, los países comenzaron a incorporar en sus leyes y regulaciones medidas básicas para

¹Correo electrónico: aida.alegria7@gmail.com

²Correo electrónico: sandra.murillo0510@gmail.com

identificar y mitigar los riesgos a los que se encuentran expuestos. Ello les permitió entender su situación y adaptar las medidas mitigantes acordes a las características específicas de su país y/o región.

Sin embargo, dado que algunas de las actividades ilegales originadoras de estos procesos han traspasado fronteras, como lo son el tráfico de drogas, contrabando de armas, trata de personas, evasión fiscal, terrorismo, entre otras, es que se detecta que estas amenazas han evolucionado y es posible que los grupos delictivos conozcan las medidas establecidas por un país que pueden ser esquivadas en otro.

Un ejemplo de lo anterior es el creciente uso de Activos Virtuales para actos delictivos relacionados con lavado de dinero y financiamiento al terrorismo. De acuerdo con el Banco Central de México, posibles segmentos de la población aprovechan la complejidad de los procesos matemáticos y criptográficos que soportan a los Activos Virtuales a efectos de darles la capacidad de transferir valor de manera pseudo-anónima. Esta característica es la que podría llegar a incentivar a grupos delictivos a incrementar su uso.

Es por ello que presentamos un análisis de los riesgos identificados para los Activos Virtuales en materia de Prevención de Lavado de Dinero/Financiamiento al Terrorismo (PLD/FT) por parte de Estados Unidos, Reino Unido, Japón y México como representantes de las regiones de Norteamérica, Europea, Asiática y Latinoamericana; y los controles implementados por los mismos. Pretendemos coadyuvar a proponer un marco robusto de mitigantes a nivel global que minimice la oportunidad de que el mal uso de los Activos Virtuales lleguen a ocasionar serias distorsiones en los sistemas económicos regionales, causando un daño global. Derivado de lo anterior, uno de los principales objetivos de hacer una comparación entre controles implementados para los riesgos relacionados a los Activos Virtuales en materia de PLD/FT contrastando México con Estados Unidos, Reino Unido y Japón es emitir una recomendación respecto a cuál de las medidas/controles efectivos de dichas regiones pueden ser implementados localmente y viceversa, detectar aquellas medidas/controles efectivos en México que no son contempladas en dichas regiones.

Definición de lavado de dinero y financiamiento al terrorismo

De acuerdo con Comisión Nacional Bancaria y de Valores (s.f.), el Lavado de Dinero es el proceso a través del cual es encubierto el origen de los fondos generados mediante el ejercicio de algunas actividades ilegales (siendo



Figura 1 Etapas del lavado de dinero. Elaboración propia.

las más comunes el tráfico de drogas o estupefacientes, el contrabando de armas, la corrupción, el fraude, la trata de personas, la prostitución, la extorsión, la piratería, la evasión fiscal y el terrorismo son conocidos como delitos precedentes). El objetivo de la operación, que generalmente se realiza en varios niveles, consiste en hacer que los fondos o activos obtenidos a través de actividades ilícitas aparezcan como el fruto de actividades legítimas y circulen sin problema en el sistema financiero.

Se ha identificado que, en el lavado de dinero, existen fases específicas que usan los delincuentes para dar apariencia lícita a las ganancias obtenidas por actividades ilícitas: Colocación, Estratificación e Integración (vea las figuras 1 y 2). Las tres etapas del lavado de dinero que permiten que la actividad ilícita se perpetúe, se caracterizan por lo siguiente:

- Introducción de ganancias ilícitas en el sistema financiero.
- Diversificación de transacciones a efectos de dificultar su monitoreo.
- Integración de los fondos ilícitos en la economía para ser reutilizados.

Por otra parte, según Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica (s.f.), el Financiamiento al Terrorismo (FT) está definido por el Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI) como la asistencia, apoyo o conspiración,



| Garrido Alegría y Murillo Escobar



Figura 2 Ejemplos de las etapas del lavado de dinero. Elaboración propia.

ya sean en forma directa o indirecta para recolectar fondos con la intención que se usen con el fin de cometer un acto terrorista, sea por un autor individual o una organización terrorista. Si bien, tanto el Financiamiento al Terrorismo, como el Lavado de Dinero son delitos previstos en las leyes a nivel global y aunque se han creado esquemas de prevención considerándolos de forma conjunta, no comparten tantas similitudes entre ellos más que el hecho de que son formas utilizadas por las organizaciones criminales para llevar a cabo sus actos ilícitos. Las características específicas de cada uno permiten comprender los métodos, tendencias y tipologías creados por los delincuentes, y en ocasiones es inesperado detectar que no es una constante que el origen de recursos para la comisión de uno de estos delitos es lícito. Mire la tabla 1.

Ambos delitos se encuentran tipificados en los ordenamientos jurídicos de los países, y se les conoce generalmente como Lavado de Dinero o Activos y Financiamiento al Terrorismo. En casos muy particulares, como en México, el Lavado de Dinero está tipificado en el Código Penal Federal como Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita. No obstante, a pesar de que los términos pueden llegar a variar entre países y regiones, la preocupación internacional para estar alerta y sancionar cualquier infracción al régimen de prevención de lavado de dinero y financiamiento al terrorismo, es latente.



Debido a lo anterior, es que a nivel global se habla de la existencia de la figura denominada Sujeto Obligado, la cual se ha creado con la finalidad de estandarizar, dar una estructura y mayor formalidad al combate de los delitos de lavado de dinero y financiamiento al terrorismo. De acuerdo con el GAFI (vea Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica (s.f.)), los sujetos obligados con las personas jurídicas, es decir, empresas, o personas físicas que estén sometida a las obligaciones establecidas en las leyes de PLD/FT de su país y/o región, tales como son las medidas de identificación del cliente y debida diligencia, así como desarrollar políticas internas, y llevar registro e informar operaciones sospechosas a la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) que le corresponda.

Definición de activos virtuales y su funcionamiento

En las últimas décadas los cambios tecnológicos han evolucionado de manera sustantivamente rápida, con productos como el internet satelital y de banda ancha, los teléfonos inteligentes, la computación cuántica. Estos avances han beneficiado a distintos sectores, dedicados a la prestación de diversos servicios tales como el educativo, el médico, las comunicaciones, así como los mercados financieros. En este último sector los avances son igualmente significativos, desde las operaciones bancarias entre países casi de manera instantánea, el uso del dinero digital, tarjetas de crédito y pago con comunicación de campo cercano.

Entre estos avances podemos identificar dentro de los últimos 15 años también dos conceptos que ayudaron a la definición y consolidación de los activos virtuales: blockchain y las criptomonedas. El primero se define como un archivo o libro electrónico público ordenado en el que se puede colaborar y compartir de manera abierta entre distintos usuarios y va dejando un registro inalterable de sus transacciones, es decir un eslabón de una ordenación matemática que almacena datos de una manera casi infalsificable e irrepetible. Así, la blockchain proporciona una base de datos inmutable basada en una secuencia creciente de bloques públicos que potencian la confianza en base a su transparencia (vea (Dolader Retamal *et al.* 2017, p.33)).

Un blockchain solo se puede actualizar por consenso entre los participantes en el sistema, y cuando se ingresan datos nuevos, nunca se pueden borrar, por lo que existe un registro verdadero y verificable de todas y cada una de las entradas realizadas en el sistema y la información contenida en el blockchain existe como una base de datos compartida, y continuamente reconciliada. Asimismo, aunque es un sistema abierto y deja registros, es también

	LD	FT
Origen	Actividades ilícitas	Actividades lícitas o ilícitas
Propósito	Convertir ganancias ilegales en legales	Enviar recursos a terroristas
Motivación	Incrementar riqueza	Ideología
Destino	Inversiones en negocios	Financias actividades terroristas

■ **Tabla 1** Diferencias entre FT y LD. Elaboración propia.

semi-anónimo (vea (Dolader Retamal *et al.* 2017, p.35)), ya que los usuarios se identifican con claves públicas que no necesariamente están relacionadas con la identidad real del usuario.

Por lo anterior, para efectuar estas transacciones no es necesaria una autoridad central, como con los bancos centrales con el dinero fiduciario, ya que contrario al dinero fiduciario, donde el banco central sustentado en las leyes en materia de cada país, es a quien se le deposita la confianza de los usuarios para darle valor a la moneda e instrumentar la política monetaria de una economía, o a las plataformas de pago electrónico (como PayPal, Mercadopago) donde estos últimos verifican que la transacción haya sido exitosa o resguardan el dinero hasta que ambas partes estén de acuerdo, las características de una blockchain le permiten servir como un medio de intercambio descentralizado y sin una autoridad central, basándose en la confianza de sus usuarios al sistema, que a la vez es alimentado por ellos mismos y sin la existencia de un intermediario o mediador que tome decisiones de política monetaria. Otra característica de las criptomonedas es que en su protocolo se encuentra determinado a priori el criterio de emisión de nuevas unidades monetarias. Por ejemplo, el Bitcoin está planeado inicialmente para contar con 21 millones de unidades. Cuando se lanzó la propuesta de la moneda el código determina En el caso del Bitcoin, por ejemplo, se emite nueva moneda cada vez que se mina un bloque (cada 10 minutos aproximadamente) y se pone en posesión del nodo que lo ha minado. La cantidad decrece aproximadamente cada cuatro años y el sistema está diseñado para llegar a un total de 21 millones de Bitcoins en 2040. Desaparece, por tanto, la incertidumbre asociada a este tipo de decisiones políticas.

Así, Nakamoto (2008) propone una alternativa sustentada en principios matemáticos y criptográficos para los pagos electrónicos y el almacenamiento de valor. Al mismo tiempo, tal propuesta evita la participación de terceros y da un semi-anonimato a los usuarios finales. Este

tipo de herramientas permitió que en 2009 se publicara el primer Bitcoin de código abierto, con el que empezó a funcionar la creación y minería de Bitcoins y su base de transacciones públicas e inmutables. En opinión del Banco de México (vea Banco de México (2021b)), otro de los atractivos de este sistema es que al generar métodos de pago anónimos se elimina la participación de los gobiernos como proveedores de servicios de pago. Por lo que este esquema fue bien recibido por grupos anarquistas y a grupos del crimen organizado o terrorismo a favor del anonimato y de no depender de un tercero que autorice su participación.

En cuanto a la seguridad de este tipo de Activo Virtual, se puede abordar primero desde la seguridad de su existencia, la cual se sustenta en el blockchain. Una vez que se ha añadido información a la base de datos pública, la probabilidad de que sea modificada es nula. Lo que permite que el Activo Virtual respaldado por dicho blockchain sea único y su valor sea determinado por la demanda de los usuarios del mismo.

Mientras que referente a la seguridad de operaciones financieras, según el GAFI, dada la taxonomía de los Activos Virtuales, estos tienen el potencial de estimular la innovación e inclusión financiera, así como la eficiencia de las transacciones financieras entre pares. Sin embargo, cuenta con una bandera roja principal ya que las características de estos activos de anonimato entre operaciones y alta transaccionalidad entre fronteras son atractivas oportunidades para que se realicen actividades ilícitas por parte de lavadores de dinero, financiadores del terrorismo, comerciantes del mercado negro, entre otros para que consigan lavar sus ganancias y financiar sus actividades ilícitas (vea Financial Action Task Force-Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica (2020)).

Lo anterior debido a la velocidad con la que se pueden realizar operaciones y también dada la facilidad con la que se pueden adquirir, mover y almacenar activos virtuales afuera del sistema financiero regulado. Esto,



[|] Garrido Alegría y Murillo Escobar

porque se puede ocultar el rastro del origen y destino de los recursos, con lo que a las autoridades se les dificulta detectar actividades sospechosas de manera oportuna.

En el ámbito local, en México la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera define a los activos virtuales como a la "representación de valor registrada electrónicamente y utilizada entre el público como medio de pago para todo tipo de actos jurídicos y cuya transferencia únicamente puede llevarse a cabo a través de medios electrónicos. En ningún caso se entenderá como activo virtual la moneda de curso legal en territorio nacional, las divisas ni cualquier otro activo denominado en moneda de curso legal o en divisas" (vea Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (3 de Septiembre de 2018)). Por otra parte, el Banco de México determina las siguientes características para definir a un activo virtual:

- Es una representación digital de valor que no tiene un valor físico que lo respalde, sino que está determinado por la oferta y la demanda, las cuales generalmente están en función de la confianza de los usuarios, además de que generalmente toda la información relacionada a los activos virtuales se encuentra registrada en una red de terminales y ordenadores.
- Los protocolos con los que cuentan impiden que un activo virtual pueda ser duplicado o multiplicado, asegurando que la operación de las unidades de información (Bitcoin, Ethereum, Cardano, Solana, etc.), solo sean transmitidas una sola vez por ocasión, es decir, son protocolos infalsificables.
- Los protocolos para la emisión de los Activos Virtuales pueden ser empleados por terceros, es decir, no existe un ente centralizador y emisor del activo virtual, sino que un usuario puede usar su ordenador para confirmar las transacciones, en lo que usualmente se llama minería de activos.

Sin embargo, el Banco de México señala que a pesar de que los Activos Virtuales sirven para realizar transacciones financieras entre particulares, estos no pueden ser equiparados con el dinero fiduciario, ya que el dinero implica tres características principales (vea Banco de México (2021b)):

- Funciona como depósito de valor.
- Sirve como unidad de cuenta.
- Es un medio de cambio de aceptación generalizada.

Dichas características no son aplicables a los Activos Virtuales, derivado principalmente de su alta volatilidad, lo



anterior debido a que con una mayor volatilidad, como la vista en el primer semestre de 2022, el activo no puede ser un depósito de valor ni una unidad de cuenta derivado de que en las fluctuaciones del activo los usuarios pueden perder el valor de los recursos invertidos. Asimismo su reciente introducción en un mundo que aún no es digitalizado completamente no permite que sea de aceptación generalizada, ya que el público en general necesita acceso a las tecnologías de la información para hacer uso de estos instrumentos, por ejemplo, en 2020 en México, según el INEGI, el 72.0 % de la población mayor a seis años es usuaria de internet. Sin embargo este porcentaje se reduce a 47.7 % en la población rural, produciendo un rezago en la aceptación de los Activos Virtuales entre esta población (vea Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021)).

Por su parte, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), define a los Activos Virtuales como una representación digital de valor, que es usada como método de pago para comercializar o intercambiar bienes y servicios, así como instrumento de especulación. La SHCP destaca que estos instrumentos no son representaciones digitales de monedas fiduciarias, es decir, aquellas respaldadas por los bancos centrales o autoridades monetarias (como la FED, el BCE o el Banco de México). Adicionalmente, la SHCP define a los activos virtuales como mecanismos de almacenamiento e intercambio de información electrónica, pero que no cuentan con un valor intrínseco y la determinación de su valor es exógena, por lo que suelen ser activos con valores sumamente volátiles y, por ende, pueden llegar a ser usados como activos especulativos por las atractivas ganancias. Sin embargo la SHCP recalca, al igual que el Banco de México que, si bien, este tipo de bienes intangibles pueden ser intercambiados, no cumplen con las funciones del dinero, pues su aceptación como medio de pago es limitada y no son una buena reserva ni referente de valor. Vea Banco de México (2021b).

Según datos de CoinMarketCap (vea CoinMarketCap (s.f.)), en la actualidad existen 8,897 activos virtuales listados en distintas casas de cambio, ya sea con protocolos de otros activos virtuales o con tecnologías propias de Blockchain. Dentro de los activos listados, algunos tienen un subyacente, mientras que otros dependen únicamente, como el caso de Bitcoin, de la oferta y demanda. Entre los principales activos virtuales con mayor capitalización en el mercado se encuentran las que mostramos en la tabla 2.

NOMBRE	CAPITALIZACIÓN DE MERCADO (millones de dolares a diciembre de 2022)	DO PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS inte s 0022		
Bitcoin	323,000.0	Creada en 2009 por un usuario nombrado Satoshi Nakamoto, es considerada la primera criptomoneda y está respaldada en blockchain.		
(BTC)	323,000.0	Su precio se ha disparado desde sus inicios, en mayo de 2016 cotizaba alrededor de 500 usd; mientras que al 20 de diciembre de 2022, el precio de un solo Bitcoin rondaba los 16,795 usd (+3,259%).		
Ethereum (ETH)	146,000.0	Funciona como criptomoneda y como blockchain, ya que es una plataforma de código abierto y sirve para ejecutar contratos inteligentes (como los NFT). Es programable, lo que significa que los desarrolladores pueden usario en la creación de aplicaciones descentralizadas.		
		De abril de 2016 hasta hoy dla, su precio pasó de 11 usd a 1,210 usd (+10,897%).		
Tether (USDT)	66,200.0	Tether (USDT) es una stablecoin**, es decir, està respaldada por dinero fiduciario para evitar alta volatilidad indexandose al precio de la divisa estadounidense.		
U.S Dollar Coin (USDC)	44,500.0	Así como Tether, USDCoin (USDC) es una stablecoin, respaldada en la divisa estadounidense, siendo su cotización 1=1. Su infraestructura digital está respaldada por Ethereum.		
Binance Coin (BNB)	39,800,0	Binance Coin (BNB) es la criptomneda de la plataforma de intercambio Binance, una de las mayores plataformas de intercambio de criptomonedas en el mundo. Al Igual que las demás criptomonedas puede ser usada para pagos, operaciones, el intercambio por otrara monedas como Ethereum o Bitcoin.		
		El precio de BNB en 2017 fue de 10 centavos de dólar, actualmente cotiza en 250 USD, (248,944%).		
Binance USD (BUSD)	18,340.0	Binance USD (BUSD) es una stablecoin respaldada por dinero liduciario, creada por Binance.		
XRP (XRP)	17,300.0	Ai igual que Ethereum, XRP (antes Ripple) es tanto una plataforma como una moneda. La plataforma Ripple es un protocolo de código abierto que está diseñado para permitir transacciones rápidas y baratas.		
Dogecoin (DOGE)	9,780,0	Dogeoirin, es la primera moneda-meme, que nació como una broma en 2013. Distinto a las demãa criptomonedas, esta no tiene ilimite de emissión lo que la hace susceptible de deprectaciones, porco a la vez mantiene su valor ante fluctuaciones al aiza; aunque eso no le impidio tener una aprociación del 36,77% de desde 2017.		
Cardano (ADA)	8,900.0	Cardano, así como Ethereum, es una red blockchain, que responde a los problemas de la red blicoin y ethereumes de código abiento y offece una gran escalabilidad y seguridad gracias a la manerta en la que está construida. Ha tenido un crecimiento modesto, comparado con las démás monedas, mostrando un incremento de 1.188% respecto a 2017.		

cabana de valorre y que logre ate populandad en 2021 y 2022, mediente compre de ane cigital con allos findoes de vidal-letal
"Las statécoras son uniciades digitales de valor que esta ha sessades en un compre de manerimas de estabilización que buscan
minimizar les funciacionises de su precio. Generalmente estas indesades a una divea intermecional de baje vidalidad como el chair
noteciamentario o el euro Estas almacereadas seconómicamente en un espatro distributio para representar un desectivo sobre el
empor (disanco de Alicco). 2021.)

■ **Tabla 2** Principales activos virtuales. Fuente: Tretina (2023).

Para la obtención de Activos Virtuales, entonces hay dos métodos generales:

- Método inicial que es la minería o extracción y resolución de los algoritmos de dichas criptomonedas, con esto, un usuario puede resolver los algoritmos del blockchain y ser propietario de un lote de la criptomoneda en cuestión.
- Posteriormente, en un segundo momento, está la venta de estos activos mediante casas de cambio o exchanges que proporcionan carteras y cuentas donde se pueden adquirir estos Activos Virtuales sin necesidad de "minar" o resolver los algoritmos necesarios para los lotes del blockchain que respaldan el activo, estas casas reciben el dinero fiduciario del usuario y lo intercambian por algún activo virtual a cambio de un porcentaje de comisión de la moneda recibida.

Una vez con las acreditado el usuario, puede hacer transacciones de compraventa de activos virtuales o de bienes con dichos activos. Vea la figura 3.

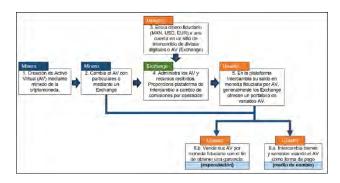


Figura 3 Adquisición del activos virtuales. Elaboración propia con información de Banco de México (2021b) y Leal (2023).

Activos virtuales en México

Desde el inicio de las menciones de activos virtuales (también conocidos como criptomonedas, monedas virtuales, etc.) en el entorno global como parte de la evolución tecnológica de los sistemas de pago internacionales, México ha seguido la tendencia regional latinoamericana de moverse hacia la comprensión y uso de activos virtuales. Sin embargo, desde 2014, el Banco de México ha declarado que dichos activos son mecanismos de almacenamiento e intercambio de información electrónica sin respaldo de institución alguna, por lo que no son una moneda de curso legal (vea Banco de México (2014)). Asimismo, que el marco jurídico tampoco los reconoce como medio de cambio oficial ni como depósito de valor u otra forma de inversión.

No obstante, lo anterior, dada la oferta global de estos nuevos medios de intercambio, es que el mercado mexicano se ha visto curioso principalmente para considerarlos como una forma de inversión, por lo que nombres como Bitcoin, Ether, Dai, Litecoin, entre otros, empezaron a escucharse en el entorno local. De esta forma, es que, en 2017, el Banco Central vuelve a advertir a usuarios mexicanos acerca del uso de estas criptomonedas, pero adiciona recomendaciones para aquellos interesados nacionales que decidan financiar proyectos relacionados con la emisión de un nuevo activo virtual, o bien, para el desarrollo de plataformas digitales para realizar transacciones con este tipo de activos (vea Banco de México (2017)). Vea la figura 4. Es así que para 2018, tras el cons-





Figura 4 Recomendaciones para invertir en una Oferta Inicial de Monedas. Elaboración propia con información de Banco de México (2014).

tante cuestionamiento del mercado local respecto a las criptomonedas, las autoridades financieras mexicanas publicaron la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera, en la cual se formaliza la regulación de los Activos Virtuales por primera vez en el país. El principal objetivo de esta ley es justamente proporcionar un marco regulatorio para los servicios financieros prestados por instituciones de tecnología financiera, basándose en principios de inclusión e innovación financiera, promoción de la competencia, protección al consumidor, preservación de la estabilidad financiera, prevención de operaciones ilícitas y neutralidad tecnológica (vea Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (3 de Septiembre de 2018).)

Con esta regulación se comienza la discusión respecto al uso oficial de las criptomonedas y entonces se confirma que podrán usarse en el mercado local, sin embargo solo aquellas aprobadas por Banco de México. Asimismo, se percibe que la definición dada en la ley de un activo virtual, se asocia más a utilizarlos como medio de pago, adicionalmente, se excluye que estén relacionados con activos denominados en moneda de curso legal o en divisas (vea Rangel (2017)). Esto ha abierto oportunidades para los denominados *stable coins*, los cuales son criptomonedas indexadas a algún subyacente.

Adicional a ello, con la pandemia por el COVID-19, el uso de criptomonedas ha incrementado, derivado de dos



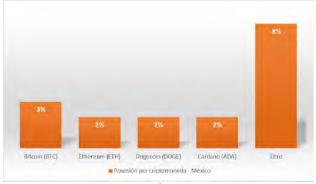


Figura 5 Posesión de criptomonedas en México. Elaboración propia con información de Laycock (2022).

situaciones:

- Los inversionistas temen que la política monetaria implementada por sus gobiernos lleve a las economías a un escenario de inflación y devaluación de las divisas, por lo que invierten en activos como el Bitcoin (vea Pintado (2021)).
- El uso de divisas digitales se agiliza debido a la pandemia, en donde instituciones y empresas tuvieron que implementar mecanismos a marchas forzadas, siendo que los cambios se dieron en primeros dos años cuando llevaría realizarlos 10-15 años (vea Frías (2022)).

Estadísticas. De acuerdo con el Índice de Adopción de Criptomonedas de Finder de agosto de 2022 (vea Laycock (2022)), México ocupa el lugar número 15 entre 26 países en cuanto a adopción de monedas digitales. La tasa de posesión de criptomonedas en México es del 13 %, inferior al promedio mundial del 15 %. Sin embargo, los datos indican que esta nación compra más criptomonedas que Reino Unido y Japón (7 % cada uno).

Según el informe, aproximadamente 9% de la posesión de monedas digitales entre los mexicanos se concentra en Bitcoin, Ethereum, Dogecoin y Cardano. Vea la figura 5.

Asimismo, de las personas que poseen criptomonedas en México, el 59 % son hombres y el resto, mujeres. Las cifras muestran una brecha de género menor respecto al promedio mundial en el cual 36 % son mujeres frente a un 64 % de hombres. Vea la figura 6. Finalmente, el reporte indica que, en México, las personas de 18 a 34 años lideran la distribución de criptomonedas, pues representan

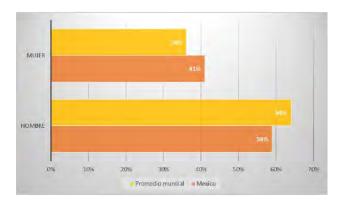


Figura 6 Distribución de la propiedad de criptomonedas: hombres vs. mujeres. Elaboración propia con información de Laycock (2022).

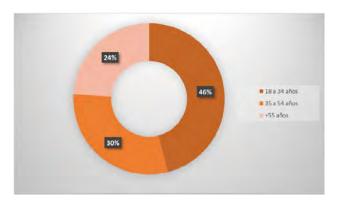


Figura 7 Distribución por edades de la propiedad de criptomonedas. Elaboración propia con información de Laycock (2022).

el 46 % de los propietarios (vea la figura 7).

Participantes principales. De acuerdo con Valderrama y Montes (2022), Bitso (plataforma mexicana para comprar, vender y usar criptomonedas que recientemente alcanzó la denominación de unicornio), cuenta con el 95 % del mercado mexicano que posee criptomonedas y ofrece acceso a más de 45 monedas virtuales. Vea la figura 8. Asimismo, se indica que en México, las monedas virtuales se utilizan principalmente como forma de inversión y de forma especulativa. Sin embargo, aunque son menos conocidos, existen otros tipos de activos que se utilizan en el país con un fin diferente como lo son los tokens no fungibles (NFT, por sus siglas en Inglés), tokens de



Figura 8 Ejemplo de monedas virtuales que cotizan en Bitso. Imagen obtenida de https://bitso.com/mx.

utilidad y derivados basados en criptomonedas.

Para el caso de los NFTs, que es un activo digital que posee un certificado de autenticidad que es único en el mundo mediante una cadena de caracteres única a través del blockchain. Según Valle (2022) los principales representantes en México son:

- NFT Lab Club: comunidad y programa para inversionistas y aficionados a los NFT y criptomonedas.
 Vea https://www.facebook.com/NFTLabClub/.
- Crypto Lucha Club NFT: colección de 6,969 luchadores NFT con rasgos inspirados en las características de la lucha libre mexicana. Vea https://www.getcryptolucha.com/.
- Viva: pieza de arte subastada por 90,000 MXN por la conocida casa de subastas Morton. Vea https://youtu. be//joU5ZuPrlc.
- Crypto Mexican Fighters: inspirados en las máscaras de los luchadores mexicanos y creados por diseñadores mexicanos. Vea https://cryptomexicanfighters.xyz/.
- Artcrypted Gallery: primera galería en el país que representa de manera formal a artistas enfocados en la producción de obras NFT. Vea https://artcrypted. com/home
- Dr. Simi: el Grupo Por Un País Mejor, compañía dueña de la cadena farmacéutica Farmacias Similares, dio a conocer que la imagen del Dr. Simi ya se está comercializando en NFT. Vea https://farmaciasdesimilares.com/BabySimi/.

Los tokens de utilidad ("utility tokens") son un tipo de activo que proporciona un producto o un servicio al usuario que lo posee, es decir, un token de utilidad le otorga al usuario que lo posee el derecho de ejecutar una determinada acción en un ecosistema particular y en una



determinada red (vea Mexico (2022)), y Xoycoin es el utility token 100 % mexicano basado en la tecnología de blockchain de Ethereum que permitirá a sus usuarios acceder a varios servicios de la red de empresas de trading deportivo como YOX, Upick y Xoy Capital, entre otras, para realizar intercambios y transacciones de manera segura y confiable (vea Sandoval (2021)).

Finalmente, para los derivados basados en criptomonedas, es importante recordar que los derivados de un instrumento financiero son contratos monetarios de múltiples partes que pueden ser utilizados para operar, intercambiar o liquidar y que los compradores puedan generar ingresos futuros con las variaciones del precio del activo subyacente y los vendedores reciban pasivos por su comercialización. Siendo esta la lógica básica de un derivado, se aplica lo mismo cuando el activo subyacente es una criptomoneda (vea Leal (2023)). En este sentido, Chicago Mercantile Exchange, la bolsa de derivados financieros más grande del mundo, ha lanzado contratos de futuros de criptomonedas, como Bitcoin y Ether, mientras que la Bolsa Mexicana de Valores aún está en busca de obtener las autorizaciones correspondientes ante las autoridades financieras para listar futuros de criptomonedas a través del Mercado de Derivados (vea Santiago (2021)).

Panorama y tendencia. De acuerdo con Valderrama y Montes (2022), la industria del Blockchain está evolucionando rápidamente y México se ha posicionado como un centro de las Instituciones de Tecnología Financieras (Fintech) importante en la región, por lo que se espera que el mercado incremente el uso y confianza en las monedas virtuales a medida que más y más usuarios se unan a plataformas criptográficas. De esta forma, se tiene la expectativa de que el sistema financiero mexicano se vuelva más abierto a la innovación, teniendo en el sandbox regulatorio mayores casos de prueba asociados a los últimos avances tecnológicos en inteligencia artificial, Internet de las cosas, machine learning, computación cuántica y blockchain.

Asimismo, derivado de los recientes cambios de personal en las principales áreas que supervisan las instituciones Fintech, el sandbox regulatorio y lo relacionado a la prevención de lavado de dinero, aunado al mayor uso de los stablecoins y modelos novedosos, es que se estima ver diferencias en la forma de regulación y supervisión próximamente.

Moneda digital nacional. Como parte de la Estrategia de Pagos del Banco de México publicada en diciembre de





Figura 9 Categorías de activos criptográficos-Banxico. Imagen obtenida de Banco de México (2021a).

2021 (vea Banco de México (2021a)), entre otros temas, se habla de la emisión de una Moneda Digital de un Banco Central, misma que el organismo regulador define como como un registro contable electrónico a favor de un usuario final, el cual es responsabilidad del banco central en forma de pasivo para este y que constituye base monetaria. Asimismo, sustituye las tres principales características de la moneda física:

- Ser un medio de pago,
- ser una unidad de cuenta y
- ser un depósito de valor.

Si bien la definición anterior podría hacer creer que la MDBC que está planteando Banxico es un activo virtual, el mismo organismo hace una distinción respecto a los activos criptográficos, resumiéndose en las tres categorías mostradas en la figura 9. Tomando en consideración que un activo digital es un activo no tangible que se crea, comercia y almacena en un formato digital, mientras que los activos criptográficos son activos digitales que están basados en sistemas blockchain, es decir, en la tecnología detrás de las "criptomonedas" o "tokens". Y sumado que Banxico plantea que su moneda digital se base en una plataforma tecnológica neutra, es decir sin relación criptográfica, que permita lo siguiente:

- Recepción de pagos a través de PagoCel.
- CoDi Prepagado como base para su desarrollo.
- Manejo de un libro contable que permita llevar este registro y realizar las afectaciones por movimientos.
- Implementar la identificación y validación de identidad en un contexto digital.

Es así que, se puede concluir que la MDBC de Banxico no es un activo virtual conforme a lo definido en la propia regulación financiera mexicana. En efecto, si bien la innovación digital ha conducido a que los mismos Bancos Centrales tengan desarrollos tecnológicos que cubran las nuevas necesidades en la economía y sociedad, son diversos los caminos que han tomado los Bancos Centrales

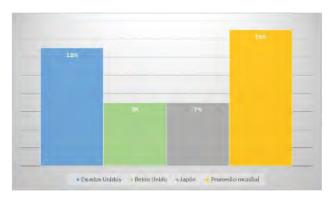


Figura 10 Tasa de Posesión de criptomonedas - otras regiones. Elaboración propia con información del índice de adopción de criptomonedas de Laycock (2022).

en la adopción de una moneda digital y responden a las necesidades particulares de cada economía, intuyendo que en el caso de México, el diseño de esta moneda digital nacional aún no contempla tecnología criptográfica (vea Borja (2022)).

Activos virtuales en otras regiones

Si bien México es un ejemplo del progreso de los activos virtuales en Latinoamérica, para efectos de tener una perspectiva global, se ha tomado para el caso de regiones como Norteamérica, Europa y Asia como representantes a Estados Unidos, Reino Unido y Japón respectivamente. El resumen del panorama es el siguiente:

Estadísticas. De acuerdo con el Índice de Adopción de Criptomonedas de Finder de agosto de 2022 (vea Laycock (2022)), la tasa de posesión de criptomonedas en Estados Unidos es del 13 %, de Reino Unido y Japón es de 7 %. Todas estas cifras son inferiores al promedio mundial del 15 %. Asimismo, la mayoría de la posesión de monedas digitales entre los ciudadanos de las regiones en cuestión se concentra en el Bitcoin, Ethereum, Dogecoin y Cardano. Vea las figuras 10 y 11.

Finalmente, prevalece que las personas que poseen criptomonedas en estas regiones son en su mayoría hombres y que el rango de edad mayoritario es de 18 a 34 años. Vea las figuras 12 y 13.

Participantes principales. De acuerdo con Mason *et al.* (2022), para el caso de Reino Unido, las monedas virtuales en gran medida no reguladas (como Bitcoin, Ethereum, Ripple y Litecoin) son las más utilizadas en el mercado

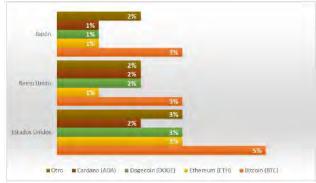


Figura 11 Tasa de Posesión de criptomonedas - otras regiones. Elaboración propia con información del índice de adopción de criptomonedas de Laycock (2022).

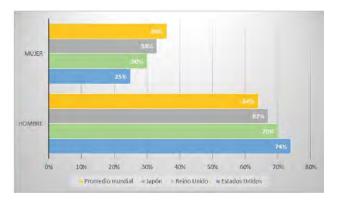


Figura 12 Distribución de la propiedad de criptomonedas: hombres vs. mujeres—otras regiones. Elaboración propia con información del índice de adopción de criptomonedas de Laycock (2022).



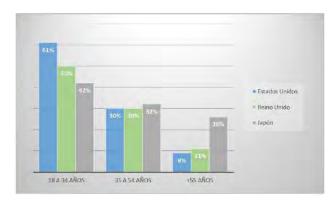


Figura 13 Distribución de la propiedad de criptomonedas: edades–otras regiones. Elaboración propia con información del índice de adopción de criptomonedas de Laycock (2022).

europeo. No obstante, existen otros casos de uso de activos virtuales principalmente en los sectores de servicios de pago o dinero electrónico.

Mientras que, en el caso de Estados Unidos, el Bitcoin y el token Ether son los más usados. Por su parte, en Japón el Bitcoin y Ethereum han sido los activos virtuales más utilizados (vea Suzuki et al. (2022)). Sin embargo, se ha expandido la tecnología del blockchain a la inversión minorista en bienes inmuebles y otros activos, la estructuración de productos financieros, la liquidación de fondos mediante monedas digitales y la estructuración de proyectos de financiación de inversiones mediante tokens de seguridad.

Panorama y tendencia. Mason et al. (2022) opinan que, en los casos de Estados Unidos y Reino Unido, la tendencia general de los activos virtuales se dirige a una mayor regulación y un mayor enfoque regulatorio, en particular en los sistemas y controles contra el lavado de dinero y protección al consumidor. Mientras que Suzuki et al. (2022) mencionan que en Japón se amplíe el alcance del uso de blockchain a mayores servicios y participantes por lo que surgirán más desafíos que provoquen la evolución del marco regulatorio en el país.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

El GAFI es un organismo intergubernamental cuyos objetivos consisten en establecer normas para promover



la aplicación efectiva de las medidas legales, reglamentarias y operativas para combatir el lavado de dinero, el financiamiento al terrorismo, la proliferación de armas de destrucción masiva y otras amenazas relacionadas con la integridad del sistema financiero internacional. En 1990 se emitieron estándares internacionales con la finalidad de establecer un plan de acción para la lucha contra el lavado de dinero, estos estándares son conocidos como las "40 Recomendaciones". Sin embargo, a la fecha, no todos los países han conseguido la completa implementación de ellas. Tal es el caso de la Recomendación 1, referente a que los países realicen una Evaluación Nacional de Riesgos (ENR) a efectos de identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos en materia de PLD/FT y así adoptar las medidas necesarias de mitigación. Un ejemplo de ello es la región Latinoamericana, tomando a México como país representativo de ésta, ya que pese a ser miembro del GAFI y siendo que se ha comprometido a adoptar un régimen de PLD/FT a efectos de coadyuvar a la comunidad internacional a la prevención de estas actividades ilícitas, se puede decir que la implementación de ENR aún se encuentra en una etapa de desarrollo. En efecto, en 2020 fue apenas su segunda Evaluación, mientras que países como Estados Unidos (en la región de Norteamérica) y Reino Unido (en la región Europea) tienen publicadas hasta cuatro Evaluaciones.

Aunado a lo anterior, hay riesgos emergentes de reciente identificación. Tal es el caso de los Activos Virtuales, mismos que algunos de los países ya comienzan ser plasmados en sus reportes de ENR. Con ello, si bien el ámbito de PLD/CF es dinámico y requiere de constante actualización y revisión, se identifica que existen casos como el de Latinoamérica, que aún se encuentra en una fase inicial de convertir las Evaluaciones Nacionales de Riesgo en una actividad más recurrente, mientras que hay otros países que aún no consideran los Activos Virtuales en sus reportes más recientes.

Supuestos

Se podría considerar que Latinoamérica, representada por México, es la región novata en generación de ENR y, por tanto, en la identificación y mitigación de riesgos en materia de PLD/FT. Lo anterior debido a que su primera ENR fue publicada en 2016, mientras que Estados Unidos y Reino Unido la publicaron en 2015; y Japón, en 2014. Asimismo, el tema de liderazgo adoptando los estándares internacionales del GAFI, en particular el de la ENR, está disputado entre Estados Unidos y Reino Unido, ya que actualmente cuentan con más de cuatro reportes publicados. Se observa que, en el caso de Reino Unido, el

periodo de publicación oscila entre uno y dos años, lo que muestra que se ha dado importancia a acortar los tiempos de realizar su autoevaluación. Por su parte, en el caso de Estados Unidos se ha dado mayor relevancia a generar reportes específicos para cada tipo de delito. Es decir, Estados Unidos genera un reporte exclusivo para riesgos de Lavado de Dinero, otro para FT, y un tercero asociado al Financiamiento de la Proliferación de Armas de Destrucción Masiva.

Es notorio el esfuerzo que los Estados Unidos y el Reino Unido hacen para realizar sus evaluaciones, teniendo como consecuencia que cuenten con información actualizada respecto a los riesgos PLD/FT a los que están expuestos, misma que les brinda la oportunidad de implementar controles aún más adecuados y eficientes siguiendo la tendencia de los actos delictivos actuales. Este supuesto se da en el entendimiento de que la asignación de más y mejores recursos asignados por parte de estos dos países para la realización de su Evaluación Nacional de Riesgo es el principal motivo por el cual se colocan como líderes de la implementación de esta medida recomendada por el GAFI.

Se podría decir que lo anterior está relacionado con su capacidad económica a nivel país, debido a que el PIB per cápita. Es decir, el indicador económico que mide la relación entre el nivel de ingresos de un país y cada uno de sus pobladores de Reino Unido fue de 47,334 USD y para Estados Unidos de 69,287 USD. Mientras que el PIB per cápita de México es 9,926 USD, comparado con el PIB de Reino Unido (47,334 USD), Japón (39,285 USD), Estados Unidos (69,287 USD). Esta es la principal razón por la que la elección de estos países es una buena opción, dado que se identifican como potencias mundiales.

Es por ello que surge la necesidad de hacer un comparativo de los controles implementados entre México en materia de PLD/FT y países como Reino Unido, Japón y Estados Unidos, ya que además de ser potencias mundiales, pertenecen a regiones que destinan recursos para la realización en tiempo y forma de su Evaluación Nacional de Riesgo, lo cual hace que sean regiones líderes en materia de PLD/FT.

Activos virtuales y cómo se han popularizado

El lavado de dinero y el FT son preocupaciones internacionales que se han mantenido en constante monitoreo por parte de la comunidad internacional y algunos reguladores. Esto se debe a que dichos procesos se usan para encubrir ya sea el origen o destino ilícito de recursos y que permiten el enriquecimiento de organizaciones criminales y/o terroristas. En este sentido, algunos países

comenzaron a incorporar en sus leyes y regulaciones medidas básicas para identificar y mitigar los riesgos asociados a estas actividades delictivas a los que se encuentran expuestos. Ello les permitió entender su situación y adaptar las medidas mitigantes acordes a las características específicas de su país y/o región.

Sin embargo, dado que algunas de las actividades ilegales originadoras de estos procesos han traspasado fronteras, como lo son el tráfico de drogas, contrabando de armas, trata de personas, evasión fiscal, terrorismo, entre otras, se detectó que estas amenazas han evolucionado y es posible que los grupos delictivos conozcan las medidas establecidas por un país que pueden ser esquivadas en otro. Un ejemplo de esto es el creciente uso de Activos Virtuales para procesos relacionados a actividades delictivas. En efecto, como lo ha señalado el GAFI, la posibilidad de transferir valor de manera cuasi-anónima propicia el uso de dichos activos como herramientas de lavado de dinero, financiamiento al terrorismo y evasión de impuestos, entre otras.

En su Reporte Anual 2014-2015, el GAFI señaló que los AV crean nuevas oportunidades para que los lavadores de dinero, financiadores de terrorismo y otros criminales laven sus ganancias o financien sus actividades ilícitas. También menciona que la mayoría de los delitos relacionados con el uso de AV se centra en delitos relacionados con lavado de dinero, sin embargo, también se realiza para evadir sanciones financieras y/o recaudar recursos para apoyar el terrorismo. Como hemos mencionado en los párrafos anteriores, el anonimato o cuasi-anonimato de quien los opera crea lagunas de datos que hace casi imposible que sean identificados por las autoridades nacionales. Es por ello, que son los instrumentos perfectos para mover grandes cantidades de dinero, incluso de un país a otro, esto aunado a la ausencia de controles y medidas homogéneas a nivel global. Otro punto que señala el GAFI en dicho Informe es que el uso de AV se ha popularizado entre los criminales. Podría concluirse que la manera en la que se operan estos "activos" ha permitido que su uso se popularice. Uno de sus modus operandi más comúnes es estructurar operaciones de AV (transferencias por ejemplo) en pequeñas cantidades, o en cantidades por debajo de los lumbrales que se usan para el monitoreo de operaciones ilícitas. Esta forma de operar es muy similar a estructuras de operaciones en efectivo hechas en pequeñas cantidades que son muy comunes en actividades relacionadas a lavado de dinero.

Por otro lado, la intermediación con Activos Virtuales por parte del sistema financiero Mexicano puede tener implicaciones para la estabilidad financiera y en términos



de protección al consumidor. El Banco de México considera que, a fin de promover el sano desarrollo del sistema financiero y el buen funcionamiento del sistema de pagos, es importante mantener una sana distancia entre los AV y el sistema financiero mexicano. También establece que las Instituciones financieras en México no deben tener posiciones en dichos activos, ni pueden adquirirlos como garantía, ni deben financiar posiciones apalancadas de sus clientes en AV.

Respecto a los consumidores, Banco de México considera que existen importantes riesgos asociados al uso de AV para la población. En efecto, ellos pueden dedicar parte de sus recursos para operar este tipo de activos, mas, al ser poco transparentes y volátiles, dejan a los usuarios expuestos a la pérdida de recursos. De acuerdo a un informe de Reuters, las pérdidas sufridas por los usuarios de activos virtuales aumentaron casi un 160 % con respecto al total de 1,74 mil millones de pesos en 2018.

Respecto al sistema financiero global, el consejo de Estabilidad Financiera (FSB, por sus siglas en inglés) concluyó, en octubre de 2018, que los AV no representaban un riesgo significativo para la estabilidad financiera global, pero identificó varios canales de transmisión que podrían modificar dicha evaluación: riesgos relacionados con la capitalización del mercado, confianza en los inversionistas, entre otros. Lo cual abre una posibilidad de que en caso de que estos riesgos no sean correctamente analizados y evaluados, el uso de AV sí podría afectar el sistema financiero global.

Por otro lado, no es algo nuevo que en México los cárteles están usando estas nuevas formas de tecnología para realizar actividades ilícitas. Según Monroy (2022) y Zerega (2022), solamente en México, los cárteles mexicanos blanquean unos 25,000 millones de dólares al año. Para no superar el umbral de las operaciones bancarias que hacen saltar las alarmas, que es de 7,500 dólares, los delincuentes suelen dividir el dinero ilícito en pequeñas cantidades que depositan en varias cuentas bancarias, una técnica conocida como *smurfing*.

Debido a lo anterior, podemos ver que el uso de Activos Virtuales empieza a popularizarse entre los grupos criminales para fines ilícitos. Así, el uso de Activos Virtuales no regulado puede derivar en diferentes problemáticas o tener consecuencias en:

- La Salud y Estabilidad del Sistema Financiero Global y a nivel país,
- Bienes del Consumidor y
- Uso de éstos para actividades ilícitas relacionadas al lavado de dinero y financiamiento al terrorismo



principalmente.

3. OBJETIVOS

El uso de Activos Virtuales no se aterriza a una sola problemática, sino varias que tienen que ver con la Estabilidad del Sistema Financiero hasta el bienestar del consumidor. Con base en lo mencionado en las secciones anteriores, es necesario que en México (y a nivel Global) existan reglas claras (que podrían traducirse en marcos regulatorios) que tengan como objetivo mitigar los riesgos derivados del uso de Activos Virtuales, es decir, el objetivo se traduce a prevenir el uso de Activos Virtuales en Actividades tales como el Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo. Estas mismas reglas o marcos regulatorios ayudarán también a la protección de los consumidores que hacen uso de éstos.

Si bien es cierto que en México ya existen algunas regulaciones (por ejemplo la Ley Fintech), cuyo principal objetivo es proveer una definición precisa del concepto Activos Virtuales así como proveer un marco regulatorio para el uso adecuado de estos Activos Virtuales y así evitar que se usen para actividades con fines ilícitos, es necesario revisar algunos marcos regulatorios o recomendaciones de otros países tales como Estados Unidos, el Reino Unido y Japón para emitir recomendaciones aplicables a México para mejorar nuestras prácticas sobre el uso de éstos. Es así que los objetivos del presente trabajo se enuncian a continuación, catalogados por el nivel de alcance tanto general como específico.

Objetivo general

Emitir recomendaciones sobre las potenciales medidas/controles identificados como efectivos en otros países que podría adoptar México respecto al riesgo en materia de PLD/FT asociado a los Activos Virtuales.

Objetivo particular

Crear una matriz de riesgos que compare la efectividad de cada uno de los controles identificados para cada uno de los cuatro países mencionados a fin de visualizar el nivel de riesgo general y vulnerabilidades que se identifican en cada región. La matriz permitirá hacer una evaluación cualitativa a nivel región para determinar la efectividad de los controles implementados. Es decir, este análisis cualitativo permitirá consolidar toda la información a fin de establecer una recomendación de mitigantes globales funcionales.

4. ANÁLISIS

todas las recomendaciones.

Método

Selección de países muestra para realizar comparativas. Además de las recomendaciones emitidas por el GAFI (vea Financial Action Task Force-Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica (2020)), éste cuenta con un procedimiento de revisión entre pares conocido como evaluaciones mutuas, que tiene como objetivo determinar el grado de implementación que se tiene de las recomendaciones en todos los países y jurisdicciones. La primera recomendación emitidas por el GAFI habla sobre la necesidad de que los países realicen una Evaluación Nacional de Riesgos (ENR) para identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos en material de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo y con esto, poder adoptar las medidas necesarias para mitigar dichos riesgos. Importante es recalcar que a la fecha, no todos los miembros del GAFI han conseguido la correcta implementación de

Tomaremos a México como país representativo de Latinoamérica para ejemplificar el fenómeno recién mencionado. En efecto, pese a ser miembro del GAFI, y siendo que se ha comprometido a adoptar un régimen de Prevención de Lavado de Dinero, Combate al Financiamiento al Terrorismo a efectos de coadyuvar a la comunidad internacional a la prevención de estas actividades ilícitas, se puede decir que la implementación de ENR aún se encuentra en una etapa de desarrollo. En el año 2020 realizaron apenas su segunda ENR, mientras que países como los Estados Unidos en la región de Norteamérica y Reino Unido en la región Europea tienen publicadas más de cuatro evaluaciones. Ésta es la razón por la cual se eligieron estos países para sus controles sobre el uso de Activos Virtuales para mitigar los riesgos asociados al Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo.

A través de un análisis de los riesgo identificados en materia de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo sobre el uso de Activos Virtuales de las regiones de Estados Unidos, Reino Unido, Japón y México como representantes de las regiones de Norteamérica, Europea, Asiática y Latinoamericana; y los controles implementados por los mismos, se pretende coadyuvar a proponer un marco robusto de mitigantes aplicables a México que minimice la oportunidad de que el mal uso de los Activos Virtuales lleguen a ocasionar serias distorsiones en los sistemas económicos regionales, causando un daño global. Uno de nuestros objetivos principales de hacer una comparación entre controles implementados para los riesgos relacionados a los Activos Virtuales en materia

de PLD/FT contrastando México con Estados Unidos, Reino Unido y Japón es, además de tener un mayor entendimiento de los riesgos que implica el uso de Activos Virtuales en materia de PLD/FT, emitir una recomendación respecto a cuál de las medidas/controles efectivos de dichas regiones pueden ser implementados localmente.

Herramientas. La Evaluación de Riesgos es importante y relevante porque busca identificar y eliminar riesgos presentes, así como otorgar una calificación o asignar un nivel de riesgo para determinar la urgencia o no de actuar al respecto. La ENR ayuda a identificar, evaluar, entender los riesgos que están relacionados con el lavado de dinero y financiamiento al terrorismo (entre otros) con el fin de identificar qué controles son necesarios de implementar para mitigar dichos riesgos.

- ENR más reciente en México, Estadis Unidos, Reino Unido y Japón.
- Mapa de calor que permite visualizar los resultados de ciertas mediciones de una manera precisa mediante zonas de distintos colores.

Métricas/Estadísticas. La ENR es un reporte que consolida la información referente a los principales riesgos y vulnerabilidades identificados por cada uno de los países en las regiones en cuestión, así como con las medidas de control establecidas en materia de PLD/FT específicos a los Activos Virtuales. Para realizar un análisis regional, es necesario recabar la información más actualizada disponible y comenzar con la fase inicial del proyecto. Para ello se considerará la información publicada por los países más sobresalientes de cada una de las regiones, en su mayoría durante el periodo 2019–2022. Es importante considerar que pueden existir casos en los que la última ENR pública se realizó en años previos, de ser el caso se tomará la última disponible.

Casos de uso de activos virtuales para actividades ilícitas

Los Activos Virtuales están diseñados de tal forma que utilizan tecnología innovadora y eficiente para llevar a cabo diversas operaciones y aunque representan una oportunidad para fomentar la inclusión financiera, el anonimato implícito en el uso de esta tecnología y la disparidad regulatoria asociada a esos activos a nivel global, pueden representar riesgos para su uso ilegal y/o indebido. Generalmente el uso ilegal está asociado a actividades de lavado de dinero o financiamiento al terrorismo. Es por esta razón que en esta sección se presentan casos relevantes relacionados en las regiones/países muestra.



Casos en Latinoamérica: México

Cárteles mexicanos blanquean millones de pesos en el ciberespacio. Es muy común que los cárteles usen nuevas formas de tecnología para realizar actividades ilícitas. Según Monroy (2022), los cárteles mexicanos blanquean anualmente unos 25,000 millones de dólares mediante el ciberespacio y las criptomonedas; y esto es una nueva forma de operar el mercado de drogas, armas y personas.

Bitcoin y Smurfing. El uso de Bitcoin para blanquear dinero va en aumento, sobre todo entre bandas de narcotraficantes como el cártel Jalisco Nueva Generación y el cártel de Sinaloa. Para no superar el umbral de las operaciones bancarias que hacen saltar las alarmas (que es de 7,500 dólares) los delincuentes suelen dividir el dinero ilícito en pequeñas cantidades que depositan en varias cuentas bancarias, una técnica conocida en inglés como smurfing o atomización (vea Zerega (2022)).

Casos en Norteamérica: Estados Unidos de América

Evasión de sanciones globales con activos criptografía. En 2022, el gobierno de EE.UU. emitió una orden ejecutiva largamente esperada que traza el curso de la supervisión del valor virtual, los enfoques regulatorios y la implementación en Estados Unidos. Esta iniciativa es fundamental con una gran cantidad de ataduras para la lucha global contra el crimen financiero en los mundos fiduciario y digital ya que la orden agrega más contexto, profundidad y textura al mundo digital intangible en las áreas de protección al consumidor, estabilidad financiera, actividad ilícita, competitividad de EE. UU., inclusión financiera e innovación responsable.

Lo anterior debido a que el tema de las sanciones globales y las posibles vías de evasión se han disparado después de la invasión Rusa de Ucrania. Por este motivo, el presidente, los funcionarios de la administración y los miembros del Congreso han expresado su preocupación de que los delincuentes utilicen criptografía para ayudar a las personas y empresas Rusas designadas a evadir las restricciones impuestas. El objetivo de dicha orden es destacar las estrategias clave en el ámbito del valor virtual para luchar contra las finanzas ilícitas, proteger a las personas de las estafas de valores y otros fraudes cibernéticos y el incumplimiento de sanciones, por lo que los objetivos de todo el país recaen directamente sobre los hombros de los profesionales en los equipos Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo. Vea Monroe (2022).



Ransomware para pedir rescate en Bitcoin. En 2022, el Departamento de Justicia de EE.UU. confiscó medio millón de dólares en Bitcoin de presuntos hackers de Corea del Norte. Los piratas informáticos utilizaron la cepa de ransomware llamada "Maui" para cifrar los archivos y servidores de un centro médico en Kansas en mayo de 2021. El hospital de Kansas pasó una semana sin poder acceder a sus sistemas informáticos. Luego decidió pagar aproximadamente 100,000 dólares americanos en Bitcoin para recuperar el uso de sus computadoras y equipos.

El centro médico notificó rápidamente al FBI sobre el pago, lo que significó que los agentes pudieron identificar el desconocido ransomware vinculado a Corea del Norte y rastrear la criptomoneda hasta un grupo de lavado de dinero con sede en China. No se sabe cómo el FBI pudo incautar los fondos, pero se presume que pudo haber ocurrido cuando los hackers intentaron cambiar el dinero en criptomonedas a una divisa tradicional. Vea Tidy (2022).

Casos en Europa: Reino Unido

Servicios criminales en línea. En 2021, un análisis de blockchain realizado por Europol permitió identificar y arrestar a un hombre contratando a un sicario. El sospechoso había transferido el equivalente a 10 000 EUR en Bitcoins a un sicario registrado en un sitio especializado para matar a su exnovia. Vea Europol (2021a).

Red de lavado de dinero para ciberdelincuentes. Según Europol (2020), en 2020, una compleja investigación que involucró a veinte países resultó en el desmantelamiento de una red criminal que cometió el lavado de dinero de decenas de millones de euros de fondos robados. La red, compuesta por múltiples miembros, abría y mantenía cientos de cuentas bancarias corporativas y personales en todo el mundo para recibir y transferir el dinero de los ciberdelincuentes que los contrataban. De esta forma, los fondos de origen ilícito se transferían entre las cuentas bancarias controladas por la red y, en ocasiones, se convertían en criptomonedas buscando ocultar la fuente original de los fondos para así después regresar los fondos a los ciberdelincuentes con una apariencia de origen lícito (después de cobrarles una tarifa de hasta el 50 % sobre el monto de la transacción).

Red de fraude de inversiones en línea. Según Europol (2021b), en 2021, una red criminal creó varias plataformas comerciales en línea para publicitar ganancias sustanciales por inversiones en acciones de alto riesgo y criptomonedas. El grupo criminal operaba al menos cuatro plata-

formas comerciales de aspecto profesional, atrayendo a sus víctimas a través de anuncios en las redes sociales e internet. Los integrantes del grupo delictivo se hacían pasar por corredores experimentados, mantenían el contacto con sus víctimas vía telefónica y utilizaban software manipulado para mostrar las ganancias de las inversiones y motivarlas a invertir aún más. En total, la red estafó a personas en toda Europa por un valor estimado de 30 millones de euros.

Actividades criminales en la deep web. En 2017, con dos importantes operaciones policiales, se logró el desmantelamiento de dos de los mayores mercados criminales de la Deep Web: AlphaBay y Hansa. AlphaBay utilizaba un servicio oculto en la red para enmascarar de manera efectiva las identidades de los usuarios y las ubicaciones de los servidores. Esta compañía llegó a más de 200,000 usuarios, 40,000 proveedores, 250,000 listados de drogas ilegales y productos químicos tóxicos y más de 100,000 listados de documentos de identificación falsificados, dispositivos de acceso robados, malware y otras herramientas de piratería informática, armas de fuego y servicios fraudulentos.

AlphaBay tuvo transacciones por un monto acumulado de aproximadamente mil millones de dólares americanos desde su creación en 2014, las cuales se pagaron en Bitcoin y otras criptomonedas. Por su parte, Hansa comercializaba volúmenes igualmente altos de drogas ilícitas y otros productos. Vea Europol (2017).

Casos en Asia: Japón

Comercialización sin licencia de Bitcoin asociados a estafas online. En 2021, una ciudadana de Singapur fue acusada por llevar a cabo un negocio de prestación de servicios de pago sin licencia, al haber proporcionado un servicio de token de pago digital y recibir al menos trece transferencias de fondos fraudulentas por un monto de 3,350 dólares singapurenses en su cuenta bancaria, que luego se utilizó para comprar Bitcoin. Según Lee (2021), estas supuestas transacciones se realizaron siguiendo las instrucciones de una persona desconocida a cambio de una comisión. Los fondos depositados en su cuenta bancaria resultaron ser ganancias delictivas de víctimas de estafas en línea.

Robo de tokens y monedas estables. Varios incidentes de piratería informática han involucrado el robo de tokens y monedas estables de intercambios de criptoactivos. Según Guardian staff and agencies (2018), el hackeo de tokens más grande involucró el robo de más de 58 bi-

llones de yenes en tokens NEM de la empresa japonesa Coincheck en 2018. Los piratas informáticos robaron los fondos de la billetera de Coincheck aprovechando una falla de ciberseguridad, seguido de la inoportuna reacción por parte del equipo japonés, dejando finalmente a Coincheck con la obligación de reembolsar las pérdidas de los clientes.

Compra de criptoactivos con fondos provenientes de estafas a personas de la tercera edad. Según documentó Tokai TV (2022), en 2022, una ciudadana japonesa de la tercera edad fue defraudada con una tarjeta de crédito por un hombre que decía ser empleado de la Asociación de Banqueros. Después de eso, se descubrió que se retiró un total de dos millones de yenes, de los cuales un millón se transfirió para la compra de moneda virtual.

Estafa masiva a inversionistas en criptomonedas. Según Calle (2021), en 2021, la policía en Japón detuvo a cuatro presuntos autores de la supuesta estafa denominada "Proyecto Oz", la cual prometía jugosos números a sus inversores. El proyecto está basado en un sistema de trading dirigido por inteligencia artificial que asegura ganancias que duplican su inversión inicial en un plazo de aproximadamente cuatro meses. La estafa recaudó 6,000 millones de yenes de más de 20,000 víctimas. Los depósitos se realizaban en moneda fiat, por lo que se considera una estafa con criptomonedas. Se estima que numerosos eventos y reuniones fueron realizados con el fin de impulsar el supuesto esquema y que el efecto masivo se dio ya que numerosos inversionistas indujeron a nuevas personas en el esquema.

Regulación de activos virtuales

México. En México los Activos Virtuales están contemplados en la Ley Fintech, definidos en su artículo 30 como "representación de valor registrada electrónicamente y utilizada entre el público como medio de pago para todo tipo de actos jurídicos y cuya transferencia únicamente puede llevarse a cabo a través de medios electrónicos. En ningún caso se entenderá como activo virtual la moneda de curso legal en territorio nacional, las divisas ni cualquier otro activo denominado en moneda de curso legal o en divisas". Vea Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (3 de Septiembre de 2018).

Por otra parte, la Ley Federal para Prevenir Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita regula de manera indirecta el uso de Activos Virtuales (LFPIORPI). Esto tras la reforma realizada en marzo de 2018 que indicó que los sujetos que provean los medios para el uso de Ac-



tivos Virtuales, deberán obtener las autorizaciones correspondientes en los plazos que señale el Banco de México, regulando así, de manera primigenia, el intercambio de Activos Virtuales por parte de sujetos distintos a Entidades Financieras. Al respecto, la LFPIORPI en su artículo 17, fracción XVI señala como medida preventiva ante actos ilícitos que los entes autorizados para el intercambio y custodia de Activos Virtuales tendrán la obligación de avisar a la SHCP cuando el monto de la operación de compra o venta sea por una cantidad igual o superior al equivalente a seiscientas cuarenta y cinco Unidades de Medida y Actualización, esto es 62,062 pesos mexicanos en 2022. Adicionalmente, si en seis meses una persona realiza operaciones por una suma acumulada superior a la señalada, podrá ser considerada por la SHCP como operación sujeta a la obligación de presentar los mismos para los efectos de la LFPIORPI.

Aunado a las leyes mencionadas, este tipo de instrumentos están sujetos a las disposiciones establecidas por las autoridades del Sistema Financiero Mexicano: la SHCP, por medio de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y el Banco de México, al respecto, estos han emitido los siguientes posicionamientos y disposiciones:

- Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Instituciones de Crédito e Instituciones de Tecnología Financiera en las Operaciones que Realicen con Activos Virtuales. Vea Banco de México (2019).
- Comunicado conjunto de la Secretaría de Hacienda y Crédito al Público, el Banco de México y la CNBV del 28 de junio de 2021, donde advierten sobre riesgos de utilizar activos virtuales. Vea Banco de México (2021a).

La Constitución Política establece que el Banco de México es aquel ente que regula los cambios, así como la intermediación y los servicios financieros, contando con las atribuciones de autoridad necesarias para llevar a cabo dicha regulación y proveer a su observancia. Por este motivo, esta institución es la autoridad, junto al Gobierno Federal para implementar medidas de control. Así, con la publicación de Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2018), el Gobierno de México y el Banco de México implementaron una primera regulación en materia de prevención de uso de recursos de procedencia ilícita con activos virtuales, que primordialmente permiten la identificación cabal para usuarios digitales, buscando prevenir riesgos relacionados con actividades ilícitas, pero dando paso a la innovación. Entre dichos mecanismos destacan los siguientes:



- Implementación de solicitudes de autorización en la que las instituciones interesadas en el manejo de Activos Virtuales presenten la forma en que atenderán los riesgos asociados a la operación con activos virtuales en caso de que decidan utilizarlos para su operación interna. Esto no implica una autorización del BANXICO que implique la operación con activos virtuales de cara al cliente. Es decir, las Instituciones de Crédito podrán usar Activos Virtuales, previa autorización del Banco de México para operaciones internas, pero no para ofrecerlas a sus usuarios.
- Autorización de casas de cambio de activos virtuales que ofrecen el servicio de compraventa de activos virtuales al público, las cuáles, siempre y cuando no realicen actividades de captación o custodien recursos en moneda nacional. Es decir, se puede acceder a los servicios de compraventa de activos virtuales bajo el riesgo de quien decida realizar dichas operaciones y con la claridad de que no están respaldados por alguna institución financiera.
- Las últimas reformas a la LFPIORPI contemplan el registro de usuarios de casas de cambio virtuales, así como aquellas operaciones de montos significativos, ya que define como actividad vulnerable la operación de entidades no financieras con activos virtuales y establece una serie de requisitos como identificación de los clientes de dichas empresas, así como el llenado de reportes y avisos a la SHCP cuando el monto de la operación sea igual o mayor a 645 UMAs (62,000 pesos en 2022).
- Asimismo, se reformaron las reglas al Sistema de Pagos Electrónicos Interbancarios (SPEI), con el fin de identificar a las contrapartes finales de las transferencias en todo su trayecto a través del sistema y tener esquemas de validación de identidad robustos. Esto es que el participante que envía la transferencia debe solicitar a su cliente identificar al originador de la transferencia conforme a la normatividad aplicable. Por ejemplo, para ser usuario de una casa de cambio virtual, los depósitos y retiros a las mismas deben ser vía SPEI con cuentas de instituciones bancarias que estén asociadas a usuarios válidos del Sistema Financiero Mexicano.
- Los depósitos y transferencias efectuados con proveedores de compraventa de Activos Virtuales tendrán el mismo tratamiento que los demás participantes de SPEI, donde se identifican a los clientes de acuerdo a su nivel de operación.
- Adicionalmente, las transferencias realizadas a través del SPEI vinculadas a Activos Virtuales y rela-

cionadas se acreditarán después de 24 horas, con el fin de que las autoridades tengan tiempo para reaccionar en caso de considerarlo necesario. Por último, para contemplar a usuarios de altos ingresos, para aquellos que realicen operaciones por 8,000 UDI o más, el Banco de México consideró obligatorio que la casa de cambio virtual solicite la firma de un contrato presencial o vía firma electrónica avanzada, emitida por el SAT. Lo anterior debido a que dichas operaciones implican un mayor riesgo en cuanto a lavado de dinero y transferencias con recursos de origen ilícito.

Es así como las autoridades financieras del país, Banco de México y SHCP dieron un paso inicial para la regulación de los Activos Virtuales. Este fue un paso adecuado ante un nuevo paradigma, ya que México fue de los países que decidieron asimilar la realidad del uso de Activos Virtuales bajo supervisión, mediante el inicio de la regulación en las leyes y circulares comentados, contrario a otros países que o bien optaron por prohibir o sancionar el uso de estos instrumentos, o bien se mantuvieron al margen esperando reacciones de distintos mercados, países o autoridades internacionales, esperando una estandarización global de criterios para posteriormente iniciar la regulación. No obstante, a pesar de los avances regulatorios implementados por las autoridades financieras, aún falta trabajo en la materia, el cual se puede enriquecer en nuestro país con las recomendaciones internacionales, por ejemplo, del FATF o del Banco de Pagos Internacio-

Estados Unidos de América

En Estados Unidos, las leyes, reglamentos federales y reglamentos estatales, rigen las monedas virtuales. Las agencias gubernamentales como la Comisión de Bolsa y Valores ("Securities and Exchange Commission",SEC), la Comisión de Comercio de Futuros de Productos Básicos (Çommodity Futures Trading Commission",CFTC) y la Oficina de Control de Delitos Financieros (finCEN, por sus siglas en Inglés), brindan orientación sobre el tema a través de informes y decisiones administrativas. Es así que las disposiciones reglamentarias que rigen las monedas virtuales en Estados Unidos provienen principalmente de lo mencionado a continuación:

- La orientación publicada por una agencia gubernamental
- Las decisiones administrativas tomadas caso por caso, por parte de una agencia gubernamental
- Las decisiones judiciales, federales y estatales

Como lo menciona Mason *et al.* (2022) en 2013, el Departamento de Seguridad Nacional e información de la UIF Estadounidense publicó una guía sobre la aplicación de las regulaciones de FinCEN a las personas que administran, intercambian o usan monedas virtuales. La guía interpretó las reglamentaciones de implementación promulgadas previamente por la Oficina del Tesoro que implementan en los bancos mediante la Ley del Secreto Bancario. A partir de esta publicación, varias aplicaciones de pago de criptomonedas, cajeros automáticos de Bitcoin, transmisores de moneda virtual y otras empresas que transfieren criptomonedas han tenido que cumplir las normas de la Ley del Secreto Bancario y la guía del FinCEN.

Por lo tanto, el entorno regulatorio que aborda las monedas virtuales en los Estados Unidos está compuesto principalmente por agencias gubernamentales federales, legislaturas estatales y tribunales federales; y se rige principalmente por el derecho administrativo, lo que permite que, mediante los fallos judiciales emitidos, generalmente en el contexto penal, se vayan sentando precedentes con respecto a las monedas virtuales.

Asimismo, las empresas que pretendan comercializar cualquier producto y/o servicio relacionado a un activo virtual, deberá observar la naturaleza de dicho producto o servicio a efectos de revisar la aplicabilidad regulatoria y en su caso, solicitar las autorizaciones pertinentes. Por lo que, aquellas empresas que emiten valores digitales deben registrarse en la SEC, las que realizan transmisiones de moneda virtual se consideran un "negocio de servicios monetariosz, por lo tanto, deben registrarse como negocios de servicios monetarios en la FinCEN. Según el negocio específico que realice la entidad, es posible que también necesite una licencia de transmisor de dinero en el estado en el que realiza su actividad. Finalmente, cualquier empresa que negocie con futuros de moneda virtual en los Estados Unidos, debe registrarse en la CFTC como comerciante de comisión de futuros.

Reino Unido

La regulación aplicable a activos virtuales en Reino Unido depende de la naturaleza asociada al activo virtual; en primera instancia, es necesario saber si está relacionada a alguna actividad regulada en el sistema financiero o no. Posteriormente, del tipo de actividad, ya que se puede tratar de una empresa que emita, cree, compre, venda, mantenga o almacene criptoactivos; o tal vez que comercialice productos y servicios de criptoactivos, o proporcione asesoría.

Así, cualquier empresa que realice cualquier actividad



| Garrido Alegría y Murillo Escobar

que involucre un criptoactivo regulado puede requerir la autorización y el permiso correspondiente de la autoridad financiera del Reino Unido, la Financial Conduct Authority (FCA) y/o a la Prudential Regulation Authority.

La Prudential Regulation Authority regula y supervisa a los bancos, sociedades de crédito hipotecario, cooperativas de crédito, aseguradoras y las principales empresas de inversión del Reino Unido desde una perspectiva prudencial. Mientras que la FCA regula el comportamiento y la conducta de todas las empresas de servicios financieros, con el objetivo de proteger a los consumidores, preservar la integridad del mercado y mejorar la competencia, y es también el supervisor en materia de Prevención de Lavado de Dinero.

Asimismo, en 2018, el gobierno de Reino Unido creó un Grupo de Trabajo para profundizar el conocimiento sobre criptoactivos; como resultado, se identificó que los criptoactivos presentan riesgos en torno a actividades delictivas como el lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo debido a su accesibilidad en línea, alcance global y naturaleza pseudoanónima. Es por esto que, en 2020, se amplió el alcance del régimen contra el lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo del Reino Unido para incluir también a las actividades relacionadas a los criptoactivos como el intercambio de los mismos y la prestación de servicios como carteras de resguardo. Vea Autor Anónimo (2019).

Mason et al. (2022), experto en la materia, recomienda buscar asesoramiento legal sobre la medida en que el régimen regulatorio del Reino Unido se aplica a las actividades financieras que se pretendan realizar a efectos de validar si requieren algún permiso regulatorio, esto dada la complejidad existente en torno al tratamiento regulatorio de los criptoactivos.

Japón

La ley aplicable a los activos virtuales en Japón se determina de acuerdo con las funciones y usos de estos. Por ejemplo, las criptomonedas y los tokens de utilidad como Bitcoin y Etherium están regulados como criptoactivos en virtud de la Ley de Servicios de Pago ("Payment Services Act", PSA), mientras que los operadores comerciales que se dedican al negocio de comprar, vender o intercambiar criptomonedas o intermediar en estas actividades, o administrar criptomonedas en beneficio de otros, deben registrarse como proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos ("Crypto-asset Exchange Service Provider", CAESP) y deben estar registrados ante la autoridad

financiera de Japón, la JFSA (Financial Services Agency, Japan Goverment). Vea Suzuki *et al.* (2022).

Por el contrario, los "utility tokens", que representan acciones, bonos o intereses de fondos en tokens, están regulados por la Ley de Intercambio e Instrumentos Financieros como derechos transferibles registrados electrónicamente para ser ubicados en el mercado de valores. Y los operadores comerciales que se dedican al negocio de ofrecer, manejar la oferta, comprar, vender o intercambiar valores, o intermediar en estas actividades, deben registrarse como un operador comercial de instrumentos financieros.

Finalmente, a efectos de prevenir el lavado de dinero relacionado con criptoactivos y el financiamiento del terrorismo, la Ley de Prevención de Transferencias del Producto del Delito requiere que los proveedores de intercambio implementen medidas preventivas de conocimiento de su cliente (KYC, por sus siglas en Inglés) entre otras. Según esta ley, los proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos deben llevar a cabo el proceso KYC al realizar cualquiera de las siguientes acciones (vea Kawai et al. (2022)):

- Ejecutar un contrato marco con un cliente para proporcionarle servicios regulares de intercambio de criptoactivos, administración y servicios similares con respecto a su dinero o criptoactivos.
- Transferir criptoactivos a fondos o intercambiarlos por otros tipos de activos (o transacciones similares), cuando se trate de la recepción y el pago de criptoactivos con un valor superior a 100,000 yenes.
- Si el proveedor de intercambio administra los criptoactivos de un cliente, y son transferidos a pedido de su cliente, cuando el valor de dicha transferencia supera los 100,000 yenes.

Principales Riesgos y Vulnerabilidades Asociadas a Activos Virtuales

Enfoque Basado en Riesgo (EBR)-GAFI. Parte de las mejores prácticas internacionales para combatir el lavado de dinero y el financiamiento al terrorismo, las establece el GAFI, organismo intergubernamental experto en la materia y el cual ha generado 40 recomendaciones a efectos de robustecer el marco de prevención de lavado de dinero. La primera de ellas hace referencia a la exigencia hacia los países a identificar, evaluar y entender sus riesgos de lavado de dinero/financiamiento del terrorismo, así como la obligación d aplicar recursos encaminados a asegurar que se mitiguen eficazmente los mismos.

Asimismo, los países deben aplicar un EBR con el fin



de asegurar que las medidas para prevenir o mitigar el lavado de activos y el financiamiento del terrorismo sean proporcionales a los riesgos identificados.

De igual manera, la Recomendación 15 del GAFI relaciona la aplicación de un EBR a toda nueva tecnología; es decir, que los países también deben identificar, evaluar y comprender los riesgos de lavado de activos y financiamiento del terrorismo que surgen de las actividades de activos virtuales.

Evaluación Nacional de Riesgo

ENR de México. La realización de la ENR es coordinada por la UIF en conjunto con la participación de otras autoridades nacionales. Se encuentra alineada al mandato del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y la Estrategia Nacional de Seguridad Pública.

ENR de Estados Unidos. La ENR es coordinada por el Departamento del Tesoro, con soporte del Departamento de Justicia y el Departamento de Seguridad Nacional e información de la UIF estadounidense FinCEN bajo el marco de la Ley del Secreto Bancario.

ENR de Reino Unido. La ENR es publicada a través de su Tesorería y el Ministerio del Interior, alineado al plan nacional establecido para el combate de la delincuencia financiera.

ENR de Japón. La Comisión Nacional de Seguridad Pública es la encargada de publicar la ENR, conforme a lo establecido en su Ley sobre Prevención de la Transferencia del Producto del Delito.

Evaluación Nacional de Riesgos en México.

De acuerdo a la ENR, vea Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2020), se identifican dos principales riesgos emergentes:

- Tecnología
- Sistema Sanitario

En este apartado abordaremos solamente el primer punto referente a la tecnología que está ampliamente relacionado al uso de Activos Virtuales.

La tecnología está clasificada como un riesgo emergente, vea Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2020) en el reporte de ENR 2020 para México por dos razones principales:

 La evolución e innovación tecnológica en los servicios financieros y la rápida adaptabilidad de la población a ésta a través del uso de teléfonos inteligentes y acceso a internet. Es por esta razón que surgen las Fintech. México ha ido al alza, ya que se encuentra situado en el segundo lugar como ecosistema Fintech más importante de América Latina, con 334, únicamente antecedido por Brasil, que cuenta con 377 al año 2018.

Desde nuestro punto de vista, la rápida adaptabilidad de la polación a la tecnología ha facilitado su uso para operar Activos Virtuales, lo que facilita que grupos criminales hagan uso de estos para actividades ilícitas. Además, como se menciona a continuación, no se considera que actualmente existan Instituciones de Tecnología Financiera (ITF) que esten preparadas para operar dichos Activos de manera correcta y segura, lo que provoca que los criminales puedan operarlos con facilidad para fines delictivos sin ningún tipo de consecuencias.

 Las ITF son un sector joven, por lo que no se considera que haya ITF que puedan operar o brindar servicios que impliquen el uso de activos virtuales.

Además de ser clasificado como un riesgo emergente, las ITF que proveen de servicios con Activos Virtuales representan un **alto riesgo**. La razón es que hoy en día son usadas como herramientas para la realización de delitos asociados principalmente a Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo, así como la falta de un marco regulatorio que las regule estrictamente.

Por eso mismo, se menciona en el ENR 2020, vea Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2020), que deben aplicarse medidas de supervisión, inspección y vigilancia reforzadas mientras se tenga un panorama claro de la interacción de estas instituciones en el sistema financiero. Esto último nos habla de una necesidad de regularlas de manera estricta, porque no hay certeza de qué tanto puedan dañar la Salud y Estabilidad del Sistema Financiero.

Las ITF representan un riesgo emergente con características de probabilidad alta emergente, pero también su impacto en términos de consecuencias sociales, financieras y económicas es considerado alto. Se menciona que mientras no haya políticas adecuadas que regulen el uso de estos activos para las ITF, el impacto final seguirá siendo **alto**. Vea la figura 14.

En la ENR se reconoce que todavía no se cuentan con los mecanismos idóneos para detectarlos, así como tampoco se cuentan con prácticas supervisoras, ni estándares para su operación en México. Sin embargo, se han hecho algunos esfuerzos para tratar de mitigar los riesgos asociados al uso de Activos Virtuales. Ejemplos son:



[|] Garrido Alegría y Murillo Escobar

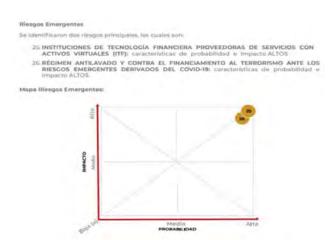


Figura 14 Imagen obtenida de Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2020).

- En los artículos 32 y 33 de la propia Ley para regular a las Instituciones de Tecnología Financiera se faculta al Banco de México a establecer las medidas a las que deberán sujetarse las ITF para la custodia y control sobre los activos virtuales, pero siempre sujeto a los requisitos y autorizaciones que el propio Banco de México establezca, fortaleciendo así al propio sistema financiero de los riesgos que pudiere correr a partir de dicho factor de riesgo.
- Banco de México (2019) restringió las operaciones que las Instituciones de Crédito pueden ofrecer a sus clientes con los denominados activos virtuales, fortaleciendo así al propio Sistema Financiero de los riesgos que pudiere correr a partir de dicho factor de riesgo. Así, las Instituciones de Crédito sólo podrán celebrar las operaciones con activos virtuales que correspondan a operaciones internas y sujeto a la previa autorización otorgada por el propio Banco de México.

Pese a los esfuerzos por regular el uso de estos Activos Virtuales, se reconoce en el ENR que hay un brecha, ya que Banxico no considera conveniente que las instituciones financieras ofrezcan servicios financieros que involucren el uso de Activos Virtuales directamente al público, sin embargo, la regulación no impide que otras empresas no financieras los ofrezcan. Es por ello, que las ITF proveedoras de servicios financieros que involucren el uso de Activos Virtuales necesitan ser sujetas a un marco regulatorio, así como a medidas de supervisión y vigilancia estrictas.



ENR de Estados Unidos de América. En febrero de 2022, Estados Unidos publicó su tercera ENR dividida en los reportes de Lavado de Dinero y de Financiamiento al Terrorismo. Ambos reportes abren explicando los riesgos que implican el uso de los Activos Virtuales; se menciona que éstos permiten transacciones casi instantáneas sin la participación de una institución financiera con obligaciones regulatorias de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo; dichas transacciones pueden ser transferidas a través de fronteras jurisdiccionales y son además anónimas.

Los delincuentes y los lavadores de dinero profesionales continúan utilizando una amplia variedad de métodos y técnicas, incluyendo los tradicionales, para colocar, mover e intentar ocultar ganancias ilícitas. Estos van desde los tradicionales, como el uso de efectivo para la compra de bienes de lujo o de alto valor, hasta el uso en constante evolución de los activos virtuales relacionados a proveedores de servicios, y el uso creciente de tecnologías de mejora del anonimato.

Una mención que se hace en el reporte y que se considera relevante es que las Virtual Assets Service provider (VASP) que operen total o parcialmente en los Estados Unidos como transmisores de dinero están obligados a cumplir con las obligaciones relacionadas a Lavado de Dinero y Financiamiento al terrorismo, así como deben estar registradas en FinCEN. Las agencias de aplicación de la ley en los Estados Unidos de América han detectado un aumento en el uso de activos virtuales para pago de drogas, fraude, delito cibernético y hasta evasión de sanciones. Por otro lado, los activos virtuales en combinación con otras tecnologías financieras emergentes, se menciona que pueden permitir transferencias de fondos transfronterizas anónimas entre pares, que pueden ocurrir sin la participación de un VASP con obligaciones LD/FT y cuyos destinos pueden ser para actividades ilícitas relacionadas al terrorismo.

Una de las debilidades que reconoce el reporte es que una gran cantidad de VASP que operan también en el extranjero tiene programas LD/FT sustancialmente deficientes, particularmente en jurisdicciones donde los estándares internacionales LC/FT para las VASP no se implementan de manera efectiva, lo que tiene una afectación directa al sistema financiero de USA. El hecho de que existan VASP que no cumplan o no tengan implementados programas de LD/FT terrorismo, hace que los criminales busquen estas VASP para operar los activos virtuales para operaciones ilícitas. Por otro lado, EUA reconoce que el uso de activos virtuales ha ido incrementando de manera considerable, incluso se están incorporando ca-

da vez más a los servicios proporcionados por el sector financiero tradicional. Un dato importante que arroja el reporte es que hay una gran cantidad de activos virtuales transferidos sin pasar por un VASP, esto a través de los pagos de persona a persona (P2P).

Los proveedores de servicios P2P, generalmente personas físicas que se dedican al negocio de compra y venta de activos virtuales tienen diferentes requisitos reglamentarios según su modelo de negocio. Sin embargo, algunos de estos proveedores no cuentan con programas para mitigar riesgos relacionados a LD/FT; otros están operando intencionalmente de una manera para facilitar el intercambio de ganancias ilícitas. DeFi se refiere a una clase de protocolos y plataformas de activos virtuales, algunos de los cuales permiten transacciones P2P automatizadas sin necesidad de una relación de cuenta o custodia y, a menudo, mediante el uso de contactos inteligentes. Los servicios de DeFi a menudo no tienen programas implementados de LD/FT u otros procesos para identificar a los clientes, permitiendo que la estratificación o los procedimientos se lleven a cabo instantáneamente y bajo seudónimo. También se menciona el uso de Kioskos virtuales, que la ley ha identificado que son usados por los delincuentes para tráfico de drogas y fraudes de tarjeta de crédito, se conocen también como "Bitcoin ATMs".

Básicamente son máquinas que permiten a los usuarios convertir dinero fiduciario en Activo Virtual y puede servir como un punto de acceso físico fácil de usar para comprar, transferir o cobrar activos virtuales. Si bien los operadores de quioscos de activos virtuales se consideran como Money Services Business y por lo tanto deben cumplir con las obligaciones referentes a LD/FT. Sin embargo, muchos de ellos no los cumplen y entonces permiten a los delincuentes comprar activos virtuales de forma anónima o lavar ganancias ilícitas. Finalmente, otra tendencia en crecimiento por los delincuentes es el uso de tecnologías que mejoran el anonimato (anonymity-enhancement technologies), tales como la criptografía o el uso del blockchain en el mundo de activos virtuales. Sin embargo, se han hecho algunos esfuerzos para tratar de mitigar los riesgos asociados al uso de Activos Virtuales aunado a lo que ya existe en los Estados Unidos.

La OFAC, en 2021, publicó un folleto sobre orientación de cumplimiento de sanciones para moneda virtual (un subconjunto de activos virtuales) aclarando que las obligaciones de cumplimiento de sanciones de la OFAC se aplican igualmente a las transacciones que involucran activos virtuales y aquellos que involucran monedas fiduciarias tradicionales (vea Office of Foreign Assests Control (2021)).

Cryptoasset risk scores				
	2017 Risk Score	2020 Risk Score		
Money laundering	Low	Medium		
Terrorist financing	Low	Medium		

■ **Tabla 3** Tabla obtenida de Her Majesty Treasury y Home Office (2020).

En ambos informes no se da explícitamente una calificación de alto, medio o bajo impacto al uso de Activos Virtuales con fines ilícitos, sin embargo, debido a las preocupaciones que se expresen a lo largo de ambos reportes, se deriva que dicho riesgo puede ser clasificado con características de probabilidad alta.

Evaluación Nacional de Riesgos - Reino Unido

En 2020, Reino Unido publicó su tercera y más actualizada Evaluación Nacional de Riesgos en el marco de la pandemia COVID-19, la cual ha presentado nuevas oportunidades para los delincuentes que desean explotar las vulnerabilidades de la sociedad inglesa. Es así que, el último reporte identifica que las amenazas por parte de los criminales se vuelven cada día más complejas, ya que las organizaciones delictivas se adaptan a la respuesta de las autoridades del Reino Unido y aprovechan los avances tecnológicos para ocultarse.

Es de esta forma, que el reporte incluye una sección referente a los Activos Virtuales, en la cual se logra identificar que el gobierno del Reino Unido ha determinado que el riesgo de usar criptoactivos tanto para el lavado de dinero como para financiamiento al terrorismo es **medio**. Adicional a ello, el país ya había evaluado este riesgo previamente en 2017 y es interesante descubrir que, en aquel entonces, el riesgo asignado era inferior. Vea la tabla 3.

El cambio en el nivel de riesgo está soportado porque la infraestructura que respalda el uso de criptoactivos sigue siendo vulnerable al abuso por parte de delincuentes, además de que el ecosistema de criptoactivos se ha desarrollado, madurado y expandido considerablemente en los últimos 3 años, brindando oportunidades adicionales para el uso indebido de estos productos. Asimismo, existe información que sugiere que los terroristas pueden estar utilizando criptoactivos para financiar actividades terroristas, junto a la capacidad de que proporciona el producto para enmascarar el destino de los fondos, es que explica el incremento en la percepción de riesgo en los criptoactivos.

Las principales vulnerabilidades detectadas son:



- Su naturaleza pseudoanónima, debido a que los usuarios no pueden ser identificados tan fácil o inmediatamente por el uso de seudónimos en lugar de verdaderas identidades. Además, la identificación y el monitoreo se pueden enmascarar aún más mediante el uso de criptoactivos con privacidad mejorada, conocidos como "monedas de privacidad", las cuales ofrecen la opción de ocultar transacciones a través de mecanismos de privacidad y sin posibilidad de rastreo, llamados transacciones protegidas.
- Su accesibilidad en línea y alcance global, ya que los criptoactivos permiten a los delincuentes mover fondos rápidamente a través de las fronteras nacionales a gran escala, sin necesidad de una relación comercial cara a cara.
- Requisitos regulatorios desiguales y arbitraje reglamentario, ya que algunas jurisdicciones no exigen que las empresas que facilitan el intercambio de criptoactivos realicen verificaciones de debida diligencia adecuadas sobre los clientes y sus transacciones.

Los canales de distribución detectados que corren riesgo de ser utilizados por los criminales como puerta de entrada para que ingresen al mercado de criptoactivos para lavar fondos son los siguientes:

- Casas de cambio de criptoactivos
- Cajeros automáticos de criptoactivos
- Plataformas P2P
- Oferta Inicial de Monedas
- Tarjetas de pago de criptoactivos
- Tarjetas "de regalo" de criptoactivos

Finalmente, los mitigantes implementados por parte del gobierno de Reino Unido para gestionar el nivel de riesgo de los criptoactivos son:

- Actualización de las Regulaciones de Lavado de Dinero y Financiamiento del Terrorismo para incluir a los criptoactivos, de tal forma que las empresas que presten los siguientes servicios, deberán registrarse ante la FCA y realizar los controles adecuados a sus clientes, así como informar sobre actividades sospechosas:
 - Proveedores de intercambio de criptoactivos del Reino Unido
 - Proveedores de monederos custodios
 - Cajeros automáticos de criptoactivos
 - Proveedores de intercambio peer-to-peer
 - Intercambio de criptoactivos recién emitidos/acuñados como parte de una oferta inicial de monedas o una oferta de intercambio inicial

- Tarjetas de pago de criptoactivos
- Inicio en el proceso de incorporación la recomendación 16 (regla de viaje) de los estándares del GAFI en las Regulaciones de Lavado de Dinero y Financiamiento del Terrorismo del país. Esto requerirá que las empresas de criptoactivos obtengan, mantengan y transmitan información de identificación de las partes involucradas en cualquier transacción de criptoactivos. La implementación de la regla de viaje aumentará la información disponible para los supervisores y autoridades nacionales sobre las partes que transfieren criptoactivos, mejorando la transparencia de los usuarios de criptoactivos y la capacidad para "seguir el dinero"
- Trabajo conjunto entre el gobierno y los aliados internacionales para introducir marcos regulatorios prudenciales y de protección al consumidor para los criptoactivos.

Evaluación Nacional de Riesgos - Japón

En 2021, Japón publicó la última actualización al reporte de su Evaluación Nacional de Riesgos. El país nipón no emite informes de forma individual, más bien la Comisión Nacional de Seguridad Pública ("National Public Safety Commission", NPSC) realiza seguimientos anuales al primer reporte publicado conforme a lo establecido en la Ley para la Prevención de la Transferencia de Activos Producto de Actos Delictivos ("Act on Prevention of Transfer of Criminal Proceeds".

Parte de las principales actualizaciones que se muestran en el informe Commission (2021), son la identificación de las circunstancias delictivas relacionadas con el COVID-19, profundización en las descripciones de organizaciones criminales nacionales y terroristas internacionales. Adicionalmente, se han enriquecido las definiciones y alcances de personas jurídicas que no estaban claramente identificadas, de los servicios de transferencia de fondos y de criptoactivos. Asimismo, a la luz de la reciente evolución en las circunstancias de los actos criminales, la Evaluación Nacional de Riesgos ha enriquecido las descripciones sobre delitos cibernéticos. También se incorporaron referencias con respecto al comercio ilegal de vida silvestre, que ha llamado la atención a nivel internacional, así como el estatus del entorno internacional de los criptoactivos.

Es así, que el informe incluye una sección referente a los Activos Virtuales, en la cual, el gobierno de Japón identifica y analiza el riesgo existente en la comercialización de criptoactivos mediante proveedores de intercam-



bio, y ha determinado que el riesgo de que los criptoactivos sean utilizados tanto para lavado de dinero como para el financiamiento al terrorismo es alto.

Las principales vulnerabilidades detectadas son:

- Sus usuarios tienen un alto nivel de anonimidad.
- Las transferencias entre criptoactivos se pueden ejecutar instantáneamente a través de las fronteras nacionales.
- La regulación de los criptoactivos difiere de un país a otro.
- Es difícil rastrear la transferencia de criptoactivos.

Los canales de distribución mediante los criptoactivos corren el riesgo de ser utilizados indebidamente para el lavado de dinero y/o financiamiento al terrorismo, son los siguientes:

- Casas de cambio de criptoactivos
- Cajeros automáticos de criptoactivos

Por último, los mitigantes implementados por parte del gobierno de Reino Unido para gestionar el nivel de riesgo de los criptoactivos son:

- Actualización de las Regulaciones de Lavado de Dinero y Financiamiento del Terrorismo que incluyen:
 - Requisitos para que los proveedores de intercambio implementen medidas preventivas de KYC y conserven los requisitos de verificación de sus clientes, así como registro de las transacciones realizadas. entre otras. El proceso KYC se deberá realizar en cualquiera de los siguientes supuestos:
 - Cuando se ejecute un contrato marco con un cliente para proporcionarle servicios regulares de intercambio, administración de criptoactivos o servicios similares.
 - Cuando se realice la transferencia de criptoactivos con un valor superior a 100,000 yenes.
 - Cuando sea el administrador de los criptoactivos y por instrucción del cliente se realice una transferencia que supere los 100,000 yenes.
 - Prohibición de actos de suplantación.
 - Obligación para que las autoridades competentes pueden solicitar a los proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos informes comerciales, realizar inspecciones in situ y facultad para exigir mejoras comerciales si fuera necesario.

- Facultad para rechazar o rescindir el registro de un proveedor de servicios de intercambio de criptoactivos en el caso de que no haya establecido un sistema para realizar sus operaciones de manera adecuada y segura.
- Inclusión del enfoque basado en el riesgo para criptoactivos.
- Mejora en la supervisión y guía de las autoridades financieras competentes. Algunas de las mejoras se refieren a:
 - El establecimiento de un Equipo de Monitoreo de Moneda Virtual (criptoactivos) para fortalecer la orientación y la supervisión de los proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos, así como para validar que los negocios activos están registrados ante la autoridad.
 - Impulsa a los proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos que implementan el enfoque basado en riesgos en sus sistemas de control interno y operaciones.
 - Realización de mesas de trabajo y capacitación en materia de PLD/FT a efectos de reforzar los programas de cumplimiento de los proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos.
- Fortalecimiento de la industria, al ser los propios proveedores de servicios de intercambio de criptoactivos que establecieron una nueva asociación denominada la Asociación de Intercambio de Moneda Virtual de Japón (misma que ha cambiado su nombre a "Japan Virtual and Crypto Assets Exchange Association"). Esta asociación ha realizado esfuerzos para que la industria adopte el enfoque basado en riesgo en sus operaciones y no lo acotan a temas de PLD/FT, sino que también exploran riesgos de hackeo, mala reputación, liquidez, entre otros. Asimismo, se busca una mejora en todos los sistemas informáticos para que los datos de identificación de los clientes, los datos de transferencias y monitoreo queden registrados y almacenados, de tal forma que el cumplimiento con las regulaciones sea más sencillo y eficiente.

Resultados

Matriz comparativa de riesgas y controles. El primer cuadro comparativo obtenido del análisis de las Evaluaciones Nacionales de Riesgo de los países estudiados es el relativo al nivel de riesgo general que se ha determinado respecto a los Activos Virtuales. Es importante mencionar que en todos los reportes la metodología que se menciona



| Garrido Alegría y Murillo Escobar

en si no la misma, pero es muy similar, ya que presenta 3 etapas clave para la determinación del nivel de riesgo: identificación, medición y valoración. Asimismo, dicha metodología se compone de los siguientes elementos:

- Amenaza: esto cubre la intención y la capacidad de las personas para causar daño, y las actividades que realizan para hacerlo. Las amenazas de lavado de dinero incluyen delitos determinantes y los delincuentes que los cometen, mientras que las amenazas de financiamiento al terrorismo incluyen aquellos grupos e individuos que llevan a cabo actividades terroristas.
- Vulnerabilidad: estas son cosas inherentes que pueden ser explotadas por una amenaza. Una vulnerabilidad en materia de lavado de dinero y financiamiento al terrorismo es la debilidad en los programas de cumplimiento de una entidad financiera.
- Consecuencia: es el impacto o daño que el lavado de dinero o financiamiento al terrorismo puede causar, incluido el efecto de los delitos subyacentes y actividad terrorista en los sistemas e instituciones financieras.
- **Probabilidad:** se refiere a la posibilidad de que el lavado de dinero o financiamiento del terrorismo suceda realmente en un sector.
- Mitigantes: son las acciones que se toman para reducir el riesgo, esto incluye la eficacia y la capacidad de las empresas dentro de cada sector y supervisores regulatorios.

Es así que se observa que, en la mayoría de los países, a excepción de Reino Unido, la evaluación de las vulnerabilidades, probabilidades y mitigantes asociadas a los Activos Virtuales genera como resultado que la actividad se relacione con un riesgo de alto impacto. Vea la tabla 4.

NIVEL DE RIESGO	MÉXICO	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	REINO UNIDO	JAPÓN
Lavado de Dinero	Alto	Alto	Medio	Alto
Financiamiento al Terrorismo	Alto	Alto	Medio	Alto

■ Tabla 4 Niveles de riesgo. Elaboración propia.

Por su parte, las vulnerabilidades que se han identificado por los países están relacionadas mayormente con el nivel de anonimato que facilitan el uso de los Activos Virtuales, el alcance mundial que tienen y el arbitraje regulatorio global.

Es de interés que los países de ciertas regiones han expandido la identificación de más elementos considerados como vulnerabilidades, lo que habla de que han



VULNERABILIDADES	MÉXICO	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	REINO UNIDO	JAPÓN
Naturaleza pseudoanónima	×	X	х	Х
Accesibilidad en linea y alcance global		X	X	X
Requisitos regulatorios desiguales y arbitraje reglamentario		x	x	х
Dificultad para rastrear transferencias de Activos Virtuales				x
Falta de mecanismos para su detección, prácticas supervisoras, estándares para su operación.	×			
Proveedores de servicios de Activos Virtuales tienen programas de cumplimiento deficientes.		x		

■ **Tabla 5** Evaluación de vulnerabilidades. Elaboración propia.

profundizado en el estudio de las operaciones con Activos Virtuales, como son Japón y Estados Unidos, los cuales perciben vulnerabilidades adicionales como la dificultad de rastrear transferencias realizadas con Activos Virtuales dado que no existen estándares implementados para el requerimiento en sistemas de información de ordenantes y remitentes de este tipo de transacciones, así como la deficiencia en los sistemas de control interno y programas de cumplimiento de empresas que ofrecen servicios asociados a Activos Virtuales.

Mientras que, otros países aún están lidiando con adaptarse a estas nuevas tecnologías utilizadas en sus mercados locales, tal como es el caso de México, mismo que reconoce abiertamente que su principal vulnerabilidad es la falta de comprensión y mecanismos de control en la operación de Activos Vulnerables en el país. Vea la tabla 5.

Asimismo, los países, a excepción de México, han logrado identificar los principales canales de distribución de servicios asociados con Activos Virtuales, los cuales son casas de cambio de este tipo de activos, cajeros automáticos y plataformas de intercambio P2P. El hecho de que se cuente con esta información permite a los países ajustar sus programas de supervisión definiendo mayores o menores controles sobre los proveedores de servicios de Activos Virtuales basándose en el nivel de fragilidad que representan los canales de distribución que utilizan dichos proveedores. Adicionalmente, pueden establecer guías y brindar orientación de forma adecuada, así como establecer tipologías segregadas por tipo de canal de distribución.

Resalta que, en algunos países como Reino Unido, la operación de Activos Virtuales se ha expandido a otros medios como son las tarjetas de pago, mismos que no son tan representativos en países que también tienen alta operación virtual como lo es Estados Unidos; y que, sin embargo, son muestra de la adaptación de medios

tradicionales a servicios innovadores. Vea la tabla 6.

PRINCIPALES CANALES DE DISTRIBUCIÓN	MÉXICO	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	REINO UNIDO	JAPÓN
Casas de cambio de Activos Virtuales	X	x	X	
Cajeros automáticos de Activos Virtuales (CATM)		x	x	x
Plataformas de intercambio persona a persona (P2P)		x	×	
Oferta Inicial de Monedas (ICO)			X	
Tarjetas de pago de Activos Virtuales			x	
Sin Identificar	X			

■ **Tabla 6** Canales de distribución. Elaboración propia.

MITIGANTES	MÉXICO	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	REINO UNIDO	JAPÓN
Definición de Activos Virtuales en regulación financiera.	×	x	×	x
Actualización de las Regulaciones de PLD/CFT para incluir a los Activos Virtuales		x	x	x
Incorporación la recomendación 16 de los estándares del GAFI en las Regulaciones de PLD/CFT del país (monitoreo de las transferencias electrónicas con el propósito de detectar aquellas que carezcan de la información requerida sobre el originador y/o beneficiario, y tomar las medidas apropiadas). Marcos regulatorios prudenciales y de protección al consumidor para los			x	×
Activos Virtuales			7	
Mejora en la supervisión por parte de las autoridades regulatorias.		x		х
Fortalecimiento de la industria mediante creación de asociaciones/grupos especializados.				x

■ **Tabla 7** Factores mitigantes. Elaboración propia.

Finalmente, el establecimiento de mitigantes es sumamente variable entre países y esto tiene relación con el nivel de entendimiento de los riesgos que representan los Activos Vulnerables en cada región, así como con el nivel de recursos que se han destinado al control de los mismos. Es así que se identifica que tanto Estados Unidos como Reino Unido, se han reforzado los mitigantes en materia de supervisión regulatoria y requerimientos normativos, lo que habla de un esfuerzo económico de ambas naciones a efectos de robustecer las entidades gubernamentales encargadas de la supervisión financiera. Por su parte, México no se encuentra en la misma posibilidad, al mostrar que está al inicio del proceso de implementación de controles para prevenir el lavado de dinero y financiamiento al terrorismo mediante Activos Virtuales al reconocer recientemente la existencia de este producto en el marco normativo local.

Por su parte, el caso de Japón es sorprendente, ya que los esfuerzos realizados no solo contemplan al sector gobierno; sino que incluyen además al sector privado, al contar con una asociación que se preocupa por la concientización de los riesgos y mitigantes en la industria. Esto representa un crecimiento como comunidad financiera a nivel país y que sin duda es un ejemplo a seguir. Vea la tabla 7.

Mapa de calor

Con el propósito de tener una representación gráfica de los resultados de la Evaluación Nacional de Riesgo de los países estudiados y así tener una visualización global respecto a la tendencia en las regiones de Latinoamérica, Norteamérica, Europea y Asiática de la percepción de riesgo asociado a los Activos Virtuales, es que se presenta el siguiente mapa de calor.

Una vez más, se observa que la probabilidad estimada de utilizar Activos Virtuales para actividades ilícitas como el lavado de dinero y financiamiento al terrorismo, puede desencadenar en consecuencias de alto impacto. Por lo que, derivado del hecho de que 3 países de los 4 estudiados han catalogado la operación de Activos Virtuales como de alto riesgo, es que se puede determinar que este se trata de un riesgo globalizado y que a mayor interacción en la comunidad internacional para robustecer las medidas preventivas generarán mejores resultados en el combate contra las organizaciones delictivas y grupos de choque. Vea la figura 15



| Garrido Alegría y Murillo Escobar

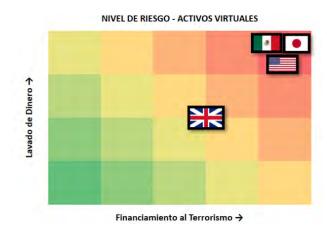


Figura 15 Lavado de dinero vs. Financiamiento al terrorismo. Elaboración propia.

Conclusiones/Recomendaciones

Derivado de los resultados obtenidos en el presente documento, se confirma el supuesto planteado al inicio de esta investigación respecto a que la asignación de más y mejores recursos asignados por parte de los gobiernos para la realización de su Evaluación Nacional de Riesgo es directamente proporcional a la efectividad en la implementación de mejoras en sus programas de cumplimiento y evaluación de riesgos emergentes identificados y uso de nuevas tecnologías.

En general, los riesgos asociados al uso de Activos Virtuales y a sus proveedores de servicios que los operan en materia de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo, se ha catalogado como ALTO, lo que es un indicador de que este producto innovador que, si bien puede ser beneficioso para el sistema financiero internacional, es necesario aplicar medidas más estrictas de gestión de riesgo para que no sea utilizado por los criminales para actividades de procedencia ilícita.

Tomando como referencia los reportes publicados por los países que se estudiaron se puede observar que en todos se hace referencia como una preocupación latente el incremento en el uso de Activos Virtuales para actividades ilícitas, principalmente aquellas relacionadas con LD y FT, sobre todo se hace mucho énfasis en la falta de controles que existen sobre todo hacia los Proveedores que ofrecen estos servicios (este tipo de proveedores de servicios son altamente buscados por criminales porque saben que sus controles regulatorios son insuficientes), y para el caso de Reino Unido y Estados Unidos nuevas tecnologías están ofreciendo este tipo de servicios donde



es aún más fácil la manipulación de éstos, además, son tecnologías muy atractivas para los criminales ya que no están sujetos a requisitos regulatorios mandatorios.

Una de las cosas que se observaron al analizar los reportes, de inicio, es notorio que existen países tales como México, que se encuentran aún rezagados en materia tanto regulatoria como de conocimiento de los usos y alcances de los Activos Virtuales, lo cual conlleva de forma intrínseca a formar parte de una amenaza mundial para otros países en los que ya se opera con Activos Virtuales de forma cotidiana. Este punto en particular es de suma importancia, ya que tanto Reino Unido, Estados y Japón, identifican que una vulnerabilidad de la operación con estos activos es justamente el arbitraje reglamentario existente en otros países, mismo que pueden llegar a impactar su economía y reputación de forma indirecta sin que sean ellos los que estén incumpliendo o presenten medidas de mitigación débiles.

Es así que, el ejercicio realizado a lo largo de este escrito permite emitir las siguientes recomendaciones respecto al robustecimiento en los controles establecidos en materia de PLD/FT que pueden ser implementados en México para a efectos de mitigar los sus riesgos asociados a los Activos Virtuales:

- Los reguladores de cada país deben ponerse de acuerdo para establecer un marco regulatorio claro, preciso y robusto en materia de PLD y FT aplicable a los países que ya operan Servicios Financieros que implican el uso de Activos Virtuales.
- Los países deberían adoptar los mismos marcos regulatorios en materia de PLD/FT específicamente para el uso de Activos Virtuales. Uno de los principales retos será extender estos marcos regulatorios robustos a países que usen como medio de operación los Proveedores de Servicios y que no tengan controles regulatorios adecuados, así como de supervisión en material de PLD y FT.
- Los marcos regulatorios deberán contener información para regular de manera más severa las transferencias de Activos Virtuales que no se hagan a través de Proveedores de Servicios o ITF, por ejemplo, a través de ATMs o a través de P2P.
- Contar con Estándares Globales para el monitoreo de las Actividades ilícitas con el uso de Activos Virtuales, que se establezcan métricas y umbrales claros para detectar actividades ilícitas.
- Crear conciencia que no solo los reguladores de cada uno de los países son los responsables por monitorear el uso ilícito de los Activos Virtuales, si no todos

- los miembros de la industria de Activos Virtuales son responsables por garantizar que no participen, directa indirectamente, en transacciones ilícitas.
- Dentro de los Marcos regulatorios, someter a los Proveedores de Servicios relacionados sobre todo al uso de Activos Virtuales a supervisión, monitorización, y en su caso implementar sanciones severas u otras medidas para que éstos no fallen en cumplir con sus obligaciones relacionadas a PLD/FT.
- Dichos Marcos regulatorios deberán ser revisados de manera continua y mejorados ya que la evolución del uso de Activos Virtuales para actividades delictivas está en continua evaluación.
- Otra de las recomendaciones es que se establezcan Estándares para homologar los reportes de Evaluación de Riesgos de cada país; la interacción entre países también se da a través del Sistema Financiero por lo que comparten o tienen riesgos en común. De esta manera sería más fácil y rápido realizar una comparativa sobre los riesgos a los que se enfrentan los países, así como los controles que están implementando para mitigarlos.

Asimismo, dado que se ha realizado un análisis de perspectiva global, es necesario identificar la existencia de riesgos globales asociados a los Activos Virtuales, que, por su naturaleza, no han sido capturados en las Evaluaciones Nacionales de Riesgo de los países estudiados. Teniendo así, los siguientes resultados:

- Riesgo Económico: Proliferación de la actividad económica ilícita (Proliferación mundial de actividades informales y/o ilegales que socavan el avance y el crecimiento económico: falsificación, flujos financieros ilícitos, comercio ilícito, evasión de impuestos, trata de personas, crimen organizado, etc.). Justificación: Este trabajo de investigación aborda temas de Riesgo Económico ya que el uso de Activos Virtuales para actividades ilícitas ha ido aumentando en el último año, tal como lo indican los reportes de Evaluación Nacional de Riesgos; las principales actividades para las que se usan son lavado de dinero, financiamiento al terrorismo, compra de drogas, evasión de sanciones, entre otras.
- Riesgo Ambiental: Sin impacto.
- Riesgo Social: Se refiere a la posibilidad de que una persona sufra un daño que tiene su origen en una causa social. Los riesgos sociales incluyen la enfermedad, la pobreza en la vejez y el desempleo, por mencionar algunos. Justificación: Uno de los temas que se abordan en el trabajo es que el uso de Activos

- Virtuales también tiene afectación en los bienes del consumidor, quiénes invierten en estos activos que suelen ser muy volátiles y riesgosos y qué esto pueda llevarlos a la pérdida de su inversión o patrimonio.
- Riesgo Geopolítico: Ataques terroristas a gran escala, dispersos o aislados, llevados a cabo por individuos o grupos no estatales con objetivos ideológicos, políticos o religiosos, con resultado de pérdida de vidas, lesiones graves y/o daños materiales. Justificación: El reporte específico a Financiamiento al Terrorismo reconoce que el uso de activos virtuales en combinación con otras tecnologías financieras puede permitir transferencias de fondos transfronterizas anónimas, que pueden ocurrir sin la participación de un VASP con obligaciones PLD/FT y cuyos destinos pueden ser para actividades ilícitas relacionadas al terrorismo.
- Riesgo Tecnológico
 - Cuando la infraestructura y/o las medidas de seguridad cibernética de empresas, gobiernos y hogares se ven superadas o se vuelven obsoletas debido a delitos cibernéticos cada vez más sofisticados y frecuentes, lo que genera trastornos económicos, pérdidas financieras, tensiones geopolíticas y/o inestabilidad social
 - La falta de marcos, instituciones o regulaciones globalmente aceptados para el uso de redes y tecnologías digitales críticas, como resultado de diferentes estados o grupos de estados que adoptan infraestructuras, protocolos y/o estándares digitales incompatibles.

Justificación: Este tipo de riesgo también está latente ya que se observan riesgos por no contar con sistemas de control interno apropiados, incluida la seguridad cibernética, que no está ad hoc con la rápida expansión de la escala comercial de negocios que comenzaron a brindar servicios de intercambio de Activos Virtuales.

REFERENCIAS

Autor Anónimo, 2019 Cryptoassets: our work. Financial Conduct Authority **January**, **23**, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.

Banco de México, 2014 Advertencias sobre el uso de activos virtuales como sucedáneos de los medios de pago en moneda de curso legal. Publicaciones y Prensa Marzo 10, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.

Banco de México, 2017 Las autoridades financieras advierten de los riesgos asociados al uso de activos virtuales



| Garrido Alegría y Murillo Escobar

- y a la participación en los esquemas. Publicaciones y prensa **Diciembre 13**, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Banco de México, 2019 Circular 4/2019. Diario Oficial de la Federación Marzo 8, Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.
- Banco de México, 2021a SHCP y CNBV advierten sobre riesgos de utilizar activos virtuales. Publicaciones y Prensa **Junio 28**, Consultado el 5 de Enero de 2023 aguí.
- Banco de México, 2021b Sobre los activos virtuales, los riesgos relevantes y el posicionamiento del banco de méxico. Sistemas de Pago **Sistemas de Pago**, Consultado el Agosto 25 de 2022 aquí.
- Borja, G., 2022 Retos y perspectivas de la moneda digital de banco central. Publicaciones y Prensa **Septiembre 30**, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Calle, L., 2021 Revelan estafa de criptomonedas en Japón. Dia Fintech Julio 15, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- CoinMarketCap, s.f. Precios, gráficos y capitalizaciones de mercado de criptomonedas. CoinMarketCap Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores, s.f. Lavado de dinero. Comisión Nacional Bancaria y de Valores Consultado el 22 de Diciembre de 2022 aquí.
- Commission, N. P. S., 2021 National risk assessmentfollow-up report. National Public Safety Commission **Diciembre**, Consultado el 4 de Enero de 2023 aquí.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 3 de Septiembre de 2018 *Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera*. Biblioteca de Leyes, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Dolader Retamal, C., J. B. Roig, y J. Muñoz Tapia, 2017 La blockchain: fundamanetos, aplicaciones y relación con otras tenologías disruptivas. Revista Economia Industrial 405, Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.
- Europol, 2017 Massive blow to criminal dark web activities after globally coordinated operation. Europol **Julio 20**, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Europol, 2020 20 arrests in qqaazz multi-million money laundering case. Europol **Octubre 15**, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Europol, 2021a Dark web hitman identified through crypto-analysis. Europol **Abril 7**, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Europol, 2021b Trading scheme resulting in 30 million euro in losses uncovered. Europol **Mayo 12**, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Financial Action Task Force-Grupo de Acción Financiera



- de Latinoamérica, 2020 Virtual assets red flag indicators. Financial Action Task Force Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.
- Frías, L., 2022 Dispara pandemia auge de divisas digitales. Gaceta UNAM Febrero 8, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, s.f. *Glosario de definiciones*. Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, Consultado el 22 Diciembre de 2022 aquí.
- Guardian staff and agencies, 2018 Japan cryptocurrency exchange to refund stolen \$400m. The Guardian 28 de Enero, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Her Majesty Treasury y Home Office, 2020 National risk assessment of money laundering and terrorist financing 2020 Consultado el 3 de Enero de 2023 aquí.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021 Comunicado de prensa. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 352, Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.
- Kawai, K., T. Nagase, y H. Lee Tan, 2022 The virtual currency regulation review: Japan. The Law Reviews Septiembre 7, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Laycock, R., 2022 Índice de adopción de criptomonedas de Finder-México. Finder Agosto 17, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Leal, A., 2023 Instrumentos financieros: ¿qué son los derivados de bitcoin y otras criptomonedas? CriptoNoticias 20 de abril: 69–72, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Lee, J., 2021 Twenty-three-year-old to be charged with unlicensed bitcoin dealing tied to online scams. The Business Times Octubre 25: 71–72, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Mason, I., S. Kuner, A. Bull, y T. Harttraft, 2022 Virtual currencies comparative guide. Mondaq Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.
- Mexico, B., 2022 ¿qué es un token? ¿cuáles son sus tipos? Bitcoin.com.mx Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.
- Monroe, B., 2022 EE.UU. detrás del control y transparencia de los activos virtuales a nivel mundial... ¿y de una moneda digital propia? Delitos financieros **Marzo 15**, Consultado el 3 de Enero de 2023 aquí.
- Monroy, J., 2022 Blanquean cárteles 25,000 mdd anuales con criptomonedas. El Economista **11 de Marzo**, Consultado el 13 de junio de 2023 aquí.
- Nakamoto, S., 2008 *A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Bitcoin, Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.
- Office of Foreign Assests Control, 2021 Sanctions Compliance Guidance for the Virtual Currency Industry, vo-

lumen Octubre. U.S. Department of the Treasury, DC, Consultado el 4 de Enero de 2023 aquí.

Pintado, C., 2021 Bitcoin: ¿a qué se debe la espectacular revalorización de la criptomoneda, que llegó a superar los US\$40.000? BBC 1 de Enero.

Rangel, I., 2017 Criptomonedas, uso y riesgos en Méxicotratamiento fiscal y contable anticipado en 2021. Asesoría de Negocios-Audit and Advisors B2B, S.C. **Junio 26**, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.

Sandoval, M. G., 2021 El token digital con sello mexicano para los amantes de los deportes. Forbes México **Julio 27**, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.

Santiago, J., 2021 BMV listaría criptomonedas a través del MexDer. El Economista **Octubre 5**: 72, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2018 Diario oficial de la federación. Diario Oficial de la Federación **Septiembre 10**, Consultado el 5 Enero de 2023 aquí.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2020 Evaluación Nacional de Riesgos 2020. PLD Consultado el 20 Agosto de 2022 aquí.

Suzuki, Y., T. Ochiai, F. Oikawa, O. Fujiwara, y H. Kimura, 2022 Blockchain in Japan: an introduction. Trends and developments. Chambers and Partners **Mayo 8**, Consultado el 2 de Enero de 2023 aquí.

Tidy, J., 2022 EE.UU. incauta medio millón de dólares que fueron robados por presuntos hackers de corea del norte. BBC Julio 21, Consultado el 2 Enero de 2023 aguí.

Tokai TV, 2022 Se envía 1 millón de yenes a un cambio de moneda virtual (en japonés). Yahoo! Japan **Diciembre 30**, Consultado el 22 de Enero de 2023 aquí.

Tretina, K., 2023 Ten best cryptocurrencies of january 2023. Forbes Advisor **Enero 3**, Consultado el 5 de Enero de 2023 aquí.

Valderrama, C. y D. Montes, 2022 Virtual currencies comparative guide–mexico. Mondaq **Marzo 10**, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.

Valle, J. C., 2022 Conoce los top NFT en México de 2022. Emprendedor Marzo 30, Consultado el 1 de Enero de 2023 aquí.

Zerega, G., 2022 La ONU advierte de que los carteles mexicanos lavan dinero a través de criptomonedas. El País 10 de marzo, Consultado el 13 de junio de 2023 aquí.



Aida Citlaly Garrido Alegría es Licenciada en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México y Maestra en Administración de Riesgos (con un Diplomado en Riesgos Globales) por la Universidad Anáhuac México. Está especializada en gestión de riesgos con más de ocho años de expe-

riencia en áreas de Compliance en el sector financiero. Experiencia en el cumplimiento regulatorio y atención a autoridades como CNBV, Banxico y CONDUSEF. Es experta en análisis e implementación de Programas de Cumplimiento a nivel local y regional en entidades de Medios de Disposición, Cámara de Compensación, Transmisores de Dinero y Sociedades Financieras de Objeto Múltiple No Reguladas. Ha interactuado con empresas globales y multiculturales. Sus áreas de interés se enfocan en el ecosistema FinTech y Educación Financiera. Es Oficial de Cumplimiento en materia de Prevención de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo certificada por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Ha fungido como Oficial de Cumplimiento SPEI y Encargado de Cumplimiento de Actividades Vulnerables ante el SAT. Es consultora independiente en temas de PLD/FT, asesorando a empresas nacionales e internacionales y actualmente se desempeña como Oficial de Cumplimiento Integral en una SOFOM.



Sandra Alicia Murillo Escobar es Licenciada en Actuaría por la Universidad Nacional Autónoma de México y Maestra en Administración de Riesgos (con un Diplomado en Riesgos Globales) por la Universidad Anáhuac México. Cuenta con más de 10 años de experiencia en administración de riesgo de Crédito para portafolios corporativos.

Funge como Senior Manager of the Global Risk Analytics, área encargada del desarrollo de metodologías internas para optimización de capital y Provisiones. Durante su carrera profesional ha sido responsable del desarrollo de metodologías internas para la estimación de parámetros de Probabilidad de incumplimiento, severidad de la pérdida y exposición al incumplimiento. Dichas metodologías utilizadas por el Banco para potencial optimización del Capital del mismo. Está a cargo de revisar que las metodologías internas cumplan con los requerimientos regulatorios establecidos por los reguladores local y británico. Cuenta con experiencia desarrollando también metodologías internas para el parámetro de Severidad de la Perdida para uso de Provisiones bajo enfoque IFRS9.



La Facultad de Ciencias Actuariales de la
Universidad Anáhuac México te invita a participar
como ponente en sus sesiones mensuales de:



VISIÓN ACTUARIAL SOBRE LA INNOVACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

Innovacion

Desarrollo

Todos los viernes de cada mes

Vale por horas de Educación Continua del CONAC

Facultad de Ciencias Actuariales

Informes:

Dr. Daniel López Barrientos daniel.lopez@anahuac.mx anahuac.mx/mexico

VAIID

VISIÓN ACTUARIAL SOBRE LA

INNOVACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y
EL DESARROLLO

ACTUARIOS Trabajando

Políticas de originación de créditos con enfoque verde





Políticas de originación de créditos con enfoque verde

Vianey Margarita Mota Solís*,1 y Osvaldo Padilla García^{†,2}

*Grupo Financiero Banorte, †Banco Inmobiliario Mexicano

RESUMEN Este trabajo busca establecer una mayor transparencia y una visión a largo plazo sobre los llamados riesgos ambientales, sociales y de gobierno corporativo. En efecto, buscamos implementar políticas para el análisis de este tipo de riesgos en los procesos de otorgamiento de originación de crédito, ponderando no sólo la actividad económica, sino la sustentabilidad del proyecto, teniendo como finalidad ofertar tasas preferenciales como incentivo. La meta final es impulsar la generación de una cartera crediticia que esté alineada y orientada a la construcción sustentable.

Palabras clave

Riesgos ASG, Sector de la construcción.

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 29 de junio de 2023 Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

¹ Correo electrónico: vianey.mota.solis@banorte.com



1. ANTECEDENTES

El sector de la construcción genera cerca del 38 % de las emisiones globales CO_2 , en particular, en México el sector de la construcción es el responsable del 50 % de las emisiones contaminantes, reporta la Comisión Nacional de Vivienda. Vea Escobar (2022).

La Secretaría del Medio Ambiente (2008) señaló la representatividad económica del sector con su contribución del 7.8 % al producto interno bruto nacional y la generación de 2.3 millones de empleos. También menciona el alto impacto de la construcción de edificios para la implementación de políticas climáticas a nivel país, toda vez que en México, la industria de la construcción consume el 17% de energía, mientras que genera el 20% de las emisiones de CO_2 . Finalmente, para el proceso de obras y operación de edificios de la energía generada anualmente, mundialmente se consume el 36%.

Resulta relevante citar lo mencionado por la Agencia Internacional de Energía, ya que en el año 2016, el mundo hubiera consumido 13 % más de energía, de no haberse implementado mejoras en eficiencia energética desde el año 2000, este porcentaje representa el consumo anual de la Unión Europea (vea Programme for Energy Efficiency in Buildings (2021)). El crédito a la vivienda y el crédito puente, son los principales productos financieros crediticios enfocados en el sector, los cuales de acuerdo con el Portafolio de Información de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, al cierre de diciembre del 2021, estos productos sumaron 1,175,636 mdp, representando así el 21 % de la cartera crediticia total al cierre de dicho año.

Lo anterior no es ajeno a la operación del banco objeto de estudio, toda vez que su modelo de negocio está acotado, a la colocación de crédito puente, captación del público en general y la administración de activos vía fideicomisos. Así que el financiamiento a desarrolladores de construcción de casa habitación es un objetivo directo de la institución con una cartera que asciende a los 4,935 mdp al cierre del segundo trimestre del 2022 que representan 5,259 viviendas. Vea la tabla 1 y la figura 1.

DATO	2017	2018	2019	2020	2021	1T22	2T22
Monto Colocado (mdp)	7,554	9,020	9,020	6,061	9,592	2,089	4,935
No. de Créditos	343	355	344	258	294	72	144
No. de Viviendas	13,771	11,468	12,037	9,735	12,159	1,901	5,259

■ **Tabla 1** Datos tomados del segundo informe trimestral de 2022 del banco objeto de estudio.

Respecto a su otorgamiento de crédito y proceso de originación, éste se lleva a cabo de forma tradicional, considerando lo siguiente:

- Análisis Cuantitativo
- Análisis Cualitativo
- Información del Dictamen Legal
- Información del Dictamen Técnico
- Experiencia de Pago
- Precalificación inicial del cliente, basada en la metodología establecida en los anexos 21 y 22 de la Circular Única de Bancos.

La Asociación de Bancos de México suscribió un protocolo de sustentabilidad de la banca en 2016, con el objetivo

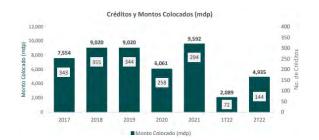


Figura 1 Datos tomados del segundo informe trimestral de 2022 del banco objeto de estudio.

de institucionalizar un compromiso con la implementación de cinco principios estratégicos:

- Institucionalización de las políticas internas de sustentabilidad.
- Gestión de riesgos ambientales y sociales en los procesos de inversión o crédito.
- Inversión sustentable.
- Uso eficiente de recursos en procesos internos.
- Seguimiento y difusión de las prácticas y políticas de sustentabilidad del gremio.

Aunque el banco objeto de estudio no suscribió dicho protocolo, no exime la implementación de las mejores prácticas o incluso su adopción. Por consiguiente, alinear e integrar los riesgos ambientales y sociales en el proceso de originación de cartera, será el primer paso en hacer institucional la importancia de la otorgación de crédito con enfoque verde en concordancia con el segundo principio del mencionado protocolo.

2. PLANTEAMIENTO

Como se puede percibir, el impacto de este sector es negativo, así que las opciones de mejora, o bien, que minimicen estos problemas, repercutirán de manera directa en la competitividad de la empresa, además de cooperar en la visión nacional. Actualmente, si bien ya se cuenta con protocolos y acuerdos dentro del medio financiero, es importante también ver la perspectiva nacional del tema, para lo cual el gobierno nacional está trabajando en cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas. Estas medidas urgentes buscan combatir la crisis climática y sus efectos. Dentro de estos 17 objetivos, los estrechamente relacionados al sector de la construcción son producción y consumo responsable, acción por el



Mota Solís y Padilla García

clima, ciudades y comunidades sostenibles, industria, innovación e infraestructura, así como energía asequible y no contaminante.

De acuerdo con Autor Corporativo (2020), los principales obstáculos y así como su impacto dentro del análisis de riesgos, también analiza la implementación de pro¬cesos de evaluación y mitigación de riesgos ambientales y sociales. Entre los hallazgos del estudio se encuentran los siguientes.

- Para el 88 % de las instituciones de crédito, su análisis de riesgos ambientales y sociales es mayormente cualitativo y sin la profundidad necesaria.
- La implementación y seguimiento de las medidas de control y mitigación de estos riesgos se realiza por menos de la mitad de las instituciones de crédito, asimismo la cobertura, resultado de su evaluación de riesgos ambientales en promedio es solo del 34 % de la cartera de crédito.
- En cuanto a la exposición de la cartera a los riesgos ambientales, para el 61 % de las instituciones, se calcula con datos cualitativos y con escasa información.
- Del total de instituciones financieras mexicanas el 64 % no han evaluado los riesgos físicos, asimismo para los riesgos de transición la estadística no mejora, toda vez que el 81 % aún no los evalúa en sus análisis de riesgos relacionados con el clima.

Siendo parte del sector financiero mexicano, y buscando divulgar a la comunidad que la organización estudiada orienta sus esfuerzos más allá de la búsqueda del beneficio propio y el cumplimiento regulatorio sino reorientando los flujos de capital hacia inversiones sostenibles. Ahora bien, las siguientes son las principales razones para la escribir este artículo.

- Adaptar la operación del banco, alineado su estrategia de negocio y gestión de riesgo para la evaluación de los riesgos ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ASG).
- Impulsar la reducción de contaminación de los clientes de la cartera crediticia, tomando en consideración nuevas formas de construcción en sus proyectos.
- Mejorar el posicionamiento reputacional de la empresa divulgando esta práctica ambiental.

Todo esto permitirá fomentar una mayor transparencia y visión a largo plazo sobre la gestión los riesgos ASG.

3. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción se encuentra actualmente en un punto sin retorno al obligarse a implementar



nuevas técnicas que garanticen un mejor uso de los materiales y/o componentes que reduzcan las emisiones de CO_2 y sean más amigables con el ambiente. También se han obligado a hacer un uso eficiente del agua durante el ciclo de vida de sus construcciones y a manejar adecuadamente los desechos.

Por otro lado, desde el panorama social se enfrenta a adversidades como el impacto en la comunidad, accesibilidad al desarrollo económico, garantizar la cadena de suministros, etc. A su vez, la tendencia mundial para atender estos riesgos se centra en la adopción de las mejores prácticas, no solo en el sector de la construcción, sino también de las instituciones que los financian, los cuales tienen la encomienda del otorgamiento de crédito, es decir, deberán alinear los procesos de originación considerando las características del desarrollo ponderando elementos sustentables.

Hasta el momento las instituciones financieras precalifican a los clientes susceptibles de crédito con análisis cualitativos y cuantitativos, lo que permite compilar información de diferentes aristas que van desde la viabilidad técnica del proyecto per se, pasando por estudios financieros, legales entre otros para determinar montos y tasas de interés. Luego, para integrar la administración de riesgos ambientales y sociales al proceso de originación u otorgamiento de crédito se propone incorporar políticas que adicionen consideraciones relacionadas a la construcción sustentable.

4. ANÁLISIS DE MERCADO

En el panorama internacional desde los Acuerdo de París en 2015, se ha estado fomentando la importancia de la gestión de los riesgos ambientales, sociales y de gobernanza, lo que a siete años de distancia ya son varios países y sectores que están generando un nuevo rumbo convirtiéndose en amigable para el medio ambiente, el sector financiero desempeña un papel fundamental siendo coparticipe para la transición hacia una economía baja en emisiones de carbono. Esto representa riesgos y oportunidades ya que los daños causados al medio ambiente afecta directamente a la economía real. Este fenómeno se conoce como *riesgo de transición*, mas, de acuerdo con Nietvelt (2021), el panorama del sector financiero aún no está preparado adoptando la gestión de los riesgos ASG.

Si bien, en la última década México ha realizado esfuerzos significativos por incluir los factores ASG, no fue sino hasta el mes de marzo de 2023 que se publicó la Taxonomía Sostenible elaborada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con el objetivo de clasificar las actividades económicas. Esta acción permitirá incentivar la transición hacia actividades bajas en emisión y de este modo controlar los gases de efecto invernadero, no obstante, las cifras para 2030 acerca del consumo de energía incrementará en un 37 %. Sin embargo, actualmente no existen los incentivos suficientes para fomentar la construcción sustentable, en consecuencia, continua la necesidad de crear estrategias de apoyo más compatibles con las realidades del sector, dado que las existentes consideran el uso de eco–tecnologías de forma limitada en ciudades y relativamente se encuentra ausente en áreas rurales. Esto, aunado al hecho que nuestro país no cuenta con normas necesarias de construcción sustentable, ya que son voluntarias y sólo son exigibles cuando se trata programas gubernamentales de bienestar social.

En efecto, programas como *Hipoteca Verde* han coadyuvado a mejorar los procesos de construcción, renovando la forma de supervisión de la calidad de obra, así como el robustecimiento de garantías y créditos, en poco más de tres millones de viviendas en este esquema. Otro ejemplo es el programa *Eco-casa*, fondeado por Sociedad Hipotecaria Federal. Este programa cuenta con diez años de existencia y está específicamente dirigido a reducir las emisiones de CO_2 en un 20%, considerando elementos como la huella ambiental por su localización.

Respecto a la intervención del sector financiero, el estudio antes mencionado de Banxico también arrojó que aproximadamente el 67 % de las instituciones de crédito han adoptado los objetivos del Protocolo de Sustentabilidad de la Asociación de Banqueros de México, A su vez, los resultados dejan ver que los encuestados manifiestan no realizar cambios importantes a consecuencia de ser signatarios. Más aun, poco menos de la mitad firmaron los principios del Ecuador y un número menor reconocen ser parte de los Principios para la Inversión Responsable. En efecto, la mayoría de las instituciones no conoce, ni al Grupo de Trabajo sobre Divulgación Financiera relacionada con el Clima; ni al Proyecto de Divulgación de Carbono. Esto entra en consonancia con lo referido por Nietvelt (2021).

5. FASES PARA EL DESARROLLO

Fase de Compilar información

Recoger y esquematizar consideraciones de construcción sustentable para conocer los requerimientos y características este tipo de proyectos.

Resultado esperado. Enunciar las consideraciones adecuadas para el mercado objetivo del Banco estudiado, buscando la viabilidad de la propuesta verde.

Análisis de créditos puente en México. Las políticas propuestas estarán dirigidas al crédito puente, el cual es de medio plazo y es otorgado a los desarrolladores de vivienda para la edificación de conjuntos habitacionales, equipamiento comercial y mejoramiento de grupos de vivienda a través de Intermediarios Financieros. Dentro del Boletín de Prensa de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), dicha institución cuenta con la mayor colocación, con una participación del 22 % de acuerdo con la tabla 2. Note también que instituciones más pequeñas del sector, como Banco Inmobiliario Mexicano (BIM) y Banorte suman el 8.8 % de la cuota de mercado.

Institución	Colocación de crédito puento		
SHF	22.0 %		
BanRegio	18.6 %		
BBVA	17.3 %		
Santander	12.8 %		
Banca Mifel	9.5 %		
Banco del Bajío	8.3 %		
BIM	4.7 %		
Banorte	4.1 %		
Otros	2.7 %		
Total	100.0 %		

■ **Tabla 2** Datos tomados del Boletín de Prensa de SHF.

La oferta de estos créditos, en su mayoría empresariales simples, reportaron las tasas variables de la tabla 3 al cierre del tercer trimestre 2022, de acuerdo con el Catálogo Nacional de Productos y Servicios Financieros de la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros. Cabe señalar que la tasa de referencia para estos créditos es la tasa de interés interbancaria de equilibrio a 28 días, misma que al 30 de septiembre de 2022 se encontraba en 9.535 %. SHF es una institución de banca de desarrollo, el trámite, evaluación, otorgamiento y contratación de un crédito puente tendrá que realizarse ante algún Intermediario Financiero registrado ante SHF. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación existen 16 Instituciones de banca múltiple con los que opera esta Banca de Desarrollo, brindándoles líneas de fondeo para el calce de cartera individual,



Institución	Producto	Tasa máxima	
BanRegio	Crédito Simple	10.3 %	
BBVA	Crédito Simple	24.5 %	
Santander	Crédito Cta. Cte.	26.0 %	
BanBajío	Crédito Simple	21.0 %	
Banorte	Crediactivo Simple	25.0 %	

■ **Tabla 3** Datos tomados del Catálogo Nacional de Productos y Servicios Financieros de CONDUSEF.

Crédito Puente Tradicional y Sindicado, Garantía en Paso y Medida para Créditos Puente y Vinculados a la construcción, Seguro de Crédito a la Vivienda y Garantía de Primeras Pérdidas para créditos de Mejora.

En el crédito puente para la vivienda la banca comercial tiene una participación de 80 %, donde SHF participa con el 20 %, en consecuencia, SHF también es una fuente de recursos para el banco objeto de estudio. El costo del fondeo de SHF depende, entre otros factores de la calificación de la Institución, determinando con base en ésta los puntos base que sumarán a la tasa de referencia (TIIE a 28 días).

Es relevante señalar que SHF tiene objetivos sustentables trazados, y su meta es el crecimiento en el financiamiento de vivienda sustentable, mediante los siguientes parámetros (vea Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Sociedad Hipotecaria Federal (2020)):

- Desarrollar nuevos esquemas sustentables, favoreciendo la incorporación de soluciones de vivienda con estándares sustentables locales e internacionales.
- Desarrolladores oferentes con proyectos de edificación y acciones de vivienda sustentables.
- Financiamiento a Desarrolladores para la generación de acciones de vivienda sustentables.

Bonos verdes. Buscando financiar grandes proyectos en agricultura, agua, construcción sustentable, eficiencia energética, energía, transporte limpio, entre otros, se crean los bonos verdes, siendo también resultado de acuerdos internacionales y marcos legales. Para el caso México el Consejo Consultivo de Finanzas Verdes (CCFV) elaboró los "Principios de Bonos Verdes MX", basados principalmente en los Principios de bonos verdes de la Asociación Internacional de Mercados de Capitales (vea Autor Corporativo (2018)) y en las mejores prácticas a



nivel internacional. Para poder listar un bono verde en la Bolsa Mexicana de Valores se requiere su cumplimiento.

Si bien los Bonos Verdes, como tal no describen los requisitos para que un proyecto sea considerado como *verde*, al revelar los criterios de elegibilidad del emisor, ayudan a garantizar el buen uso de los recursos. En este mismo tenor, siguientes principios propuestos por el CCFV toman esta misma postura:

- La totalidad de los recursos provenientes de la emisión de un Bono Verde MX es exclusiva para financiar o refinanciar "Proyectos Verdes" nuevos o existentes.
- El emisor de un Bono Verde MX deberá exponer en la documentación legal de la emisión, considerando los criterios de elegibilidad y objetivos de sustentabilidad ambiental de su "Proyecto Verde".
- Abono del producto neto de los Bonos Verdes MX a una subcuenta que permita vincular los recursos provenientes de la emisión con las operaciones del Proyecto Verde.
- El emisor reportará debe reportar anualmente el saldo de los recursos provenientes de la emisión que han sido utilizados para financiar "Proyectos Verdes".
- Opinión de un tercero independiente sobre el cumplimiento con los cuatro componentes anteriores.

Es importante mencionar que los "Principios de Bonos Verdes MX" no exigen que los proyectos estén certificados para considerarse "Verde". Sin embargo, la Bolsa Mexicana de Valores, para su instrumento "Bono Verde", solicita que el emisor cuente con las siguiente certificación u opinión que acredite que el uso de los recursos está ligado a los sectores elegibles:

- Opinión de la Asociación Internacional de Mercados de Capitales o del de los Principios de Bonos Verdes (por parte del Banco Mundial).
- Certificación Climate Bonds Initiative

De acuerdo con Climate Bonds Initiative (2020), la inversión en eficiencia energética en construcción ha estado creciendo con una tendencia estable en los últimos años. Más aun, según Programme for Energy Efficiency in Buildings (2021), en 2019, el 59 % de todas las inversiones en eficiencia energética se canalizaron hacia el sector de construcción. En lo referente a México, los bonos verdes han continuado creciendo en el país. Pero aquellos que están orientados a la construcción son limitados. Un ejemplo son las emisiones de la Bolsa Institucional de Valores, donde existen 75 emisiones que suman 204,973.57 mdp

y *sólo uno* está orientado a la construcción, con 502 mdp, lo que representa únicamente 0.24 % de las emisiones de carbono. Vea la tabla 4.

Tipo de Bono	Num. de series	Monto MOON	Títulos de la emisión
Bono Ligado o Vinculado a la Sostenibilidad	12	31,443.74	314,437,410.00
Bono Social	14	41,597.21	415,972,142.00
Bono Sustentable	33	98,184.03	919,554,026.00
Bono Verde	16	33,748.59	203,552,060.00

■ **Tabla 4** Tabla elaborada por la Bolsa Institucional de Valores.

¿Qué factores son considerados para la construcción sustentable?

Primero que todo, ¿qué es una vivienda verde? Es aquella edificación que coadyuva a reducir gastos y potenciar el uso de energía y agua como recursos. El Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde desarrollado por el Infonavit en colaboración de la Cooperación Alemana al Desarrollo y la Embajada Británica dicho sistema compara el equipamiento convencional *versus* a una construcción sustentable con apoyo de las siguientes herramientas:

- Hoja de cálculo para el diseño energéticamente eficiente de la vivienda. Como su nombre lo indica esta herramienta revisa y evalúa el diseño de la construcción.
- Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda. Calcula el uso del agua según los dispositivos instalados en la vivienda.

De estas herramientas podemos destacar los elementos que deberá contar una vivienda sustentable.

- Focos ahorradores mínimo de 20 watts en interiores y 13 watts en exteriores.
- Calentador de gas de paso de rápida recuperación.
- Aislamiento térmico en el techo.
- Inodoros con descarga máxima de 5 Litros.
- Regadera grado ecológico.
- Llaves con dispositivo ahorrador de agua en cocina y baño.
- Válvulas de seccionamiento para alimentación de agua en lavabos, inodoros, fregadero, calentador de agua, tinaco y cisterna.

Ahora bien, existen certificadores a los cuales se les delega la evaluación y determinación del nivel de cumplimiento de un desarrollo, como por ejemplo, la Certificación ED-GE, que está alineada a los estándares internacionales de financiamiento para edificios verdes en dos etapas diseño y construcción donde se analizan lo siguiente:

- Análisis del proyecto arquitectónico y de ingenierías, incluyendo planos, fichas y especificaciones técnicas, memorias descriptivas, memorias de cálculo, etc.
- Análisis de estrategias de medidas de eficiencia energética y categorías aplicables al proyecto contra información proporcionada y sucesiva solicitud de información.
- Análisis de estrategias de medidas de eficiencia en agua y categorías aplicables al proyecto contra información proporcionada y sucesiva solicitud de información.
- Análisis de especificaciones y categorías de materiales aplicables al proyecto contra información proporcionada y sucesiva solicitud de información.

Fase de Análisis

Conocer las propuestas y ofertas de otras Instituciones del sector que tengan un mercado objetivo similar, buscando con esto identificar necesidades y/o mejoras aceptables para el mercado.

Resultado esperado.- Robustecer la propuesta inicial con los resultados y aportaciones del análisis.

Comparación de la oferta en el mercado mexicano. Actualmente distintas entidades bancarias han adquirido el compromiso con la sostenibilidad y el cambio climático, creando créditos verdes, es decir, préstamos orientados a proyectos que promuevan el uso sostenible de los recursos naturales renovables, la protección del medio ambiente y la competitividad de los sectores productivos y así contribuir a mejorar la calidad de vida de la población e impactar positivamente en el entorno.

Para una línea de financiamiento verde aplican proyectos relacionados a la mitigación del cambio climático, como por ejemplo eficiencia y energías renovables, ecoturismo y Construcción sustentable. Si bien nuestro país tiene productos financieros verdes, como créditos para paneles solares, los cuales ofrecen tasa fija y el financiamiento del 100 % del proyecto (otorgados por bancos como BBVA y CI Banco) en cuestiones sustentables el gobierno mediante sus instituciones tiene proyectos reconocidos por The Latin American and Caribbean Green Financing, como son los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura y Banobras.

Los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura se dedican a apoyar el desarrollo de los sectores rural, agropecuario, forestal y pesquero, y a facilitar el acceso al crédito a proyectos de inversión, que se desarrollen en el medio rural y que generen beneficios al medio ambiente; y/o que mejoren la capacidad de mitigación



| Mota Solís y Padilla García

y/o adaptación al cambio climático. Logran esto a través de su programa de apoyo a proyectos sostenibles. Los beneficios que el programa ofrece son:

- Un servicio de garantía para inversiones en proyectos sostenibles, que consiste en un fondo de primeras pérdidas por Intermediario Financiero y tipo de crédito
- Bonificación de tasa de interés al acreditado, la cual puede ser de 100, 200 o 400 puntos base, de acuerdo con las características del proyecto.

La estrategia de los fideicomisos cuenta con las siguientes estrategias para ser un *Banco Sustentable*:

- Fondeo: Captación de recursos mediante un Bono sustentable o Fondos internacionales.
- Gestión: Implementación de un Sistema de Administración de Riesgos Ambientales y Sociales.
- Colocación: Mayor financiamiento a proyectos verdes y con alto impacto social.

La meta de un tal banco es la consolidación de una cadena de financiamiento sustentable.

Desde el año 2019, Banobras colabora en la sistematización de una metodología de infraestructura sostenible con el Banco Interamericano de Desarrollo. Esta sistematización ha aplicado a 140 proyectos de su cartera de oportunidades de inversión del sector privado. Asimismo, como parte de la Estrategia Banco Sustentable ha emitido diez Bonos Sustentables, convirtiéndose en referente de la banca de desarrollo en América Latina. También ha otorgado 79 operaciones de financiamiento con condiciones preferenciales en proyectos de infraestructura de alto impacto social.

Análisis de los Riesgos Empresariales. Como parte de la propuesta sobre políticas de originación de créditos con enfoque verde se presenta los impactos y estrategias de gestión de los riesgos económicos y empresariales.

 Riesgo de Liquidez. El riesgo de liquidez hace referencia a la dificultad de una empresa para poder hacer frente a sus obligaciones de pago a corto plazo debido a la incapacidad de convertir sus activos en liquidez sin incurrir en pérdidas.

Para el proyecto se prevé que los recursos con los cuales se fondean las operaciones activas de financiamiento verde sean de un tercero "Banco de Desarrollo" lo que permitirá administrar los recursos de forma efectiva y resguardar los activos de la Institución en casos que se recrudezca la situación socioeconómica del país. Ahora bien, este tipo de riesgo se



puede gestionar con un buen manejo de la Tesorería, comprando instrumentos que faciliten su conversión como los Bonos F, emitidos por el gobierno federal y conservados a vencimiento lo que estabilizará las métricas de liquidez.

Las métricas relacionadas a este riesgo son:

- Coeficiente de Cobertura de Liquidez.- Mide la disponibilidad de la liquidez en los 30 días después su cálculo.
- Coeficiente de Financiamiento Estable Neto. Es el cociente entre la cantidad de financiación estable disponible y la cantidad de financiación estable requerida. Este cociente deberá ser, como mínimo, del 100 % permanentemente.
- Brechas de Liquidez. És el desfase que existe entre las fechas de pago de los clientes y las fechas de pago a proveedores y colaboradores. En otras palabras, es la diferencia en el tiempo entre ingresos y egresos.

La liquidez asegura la operación del día a día del Banco, por lo que la gestión efectiva del riesgo ayuda al negocio a promover nuevos proyectos de inversión, invertir en innovación o incluso la generación de una nueva línea de negocio.

- Riesgo de Crédito. Es la probable pérdida por el incumplimiento de las contrapartes, para el proyecto propuesto este tipo de riesgo es latente, sin embargo, para reducir o mitigar el riesgo crediticio; desde la originación pasando por la administración e incluso la cobranza del crédito en lo que respecta a la cobertura se pueden contratar derivados de crédito, también se puede solicitar garantías financieras y garantías reales no financieras todo con el objetivo de minimizar el impacto al presentarse un impago. Para la gestión del riesgo existen diferentes políticas y regulaciones a continuación se hace se mencionan de forma enunciativa más, no limitativa:
 - Políticas internas. Estas definen el perfil del cliente haciendo énfasis en la viabilidad del proyecto que va desde estudios de factibilidad, análisis legal, análisis financiero y sobre todo por el comportamiento de pago del cliente que se trate.
 - Políticas regulatorias
 - Ley de Instituciones de Crédito. Tiene por objeto regular el servicio de banca y crédito, la organización y funcionamiento de las instituciones de crédito, las actividades y operaciones que las mismas podrán

realizar, su sano y equilibrado desarrollo, la protección de los intereses del público y los términos en que el Estado ejercerá la rectoría financiera del Sistema Bancario Mexicano.

- Circular Única de Bancos. Regula las actividades operativas de los bancos impulsando diferentes límites e indicadores, así como proveer los modelos aplicables. También define los diferentes riesgos a los que las instituciones financieras están expuestas a continuación se mencionan algunos relacionados al riesgo de crédito.
 - ⋄ Riesgo de Concentración
 - Riesgos de Contraparte
 - ⋄ Riesgo de Impago

La Circular como guía para los requerimientos mínimos de la actividad representa para la administración integral de riesgo todo un compendio en la implementación, donde la misma está orientada a Basilea III.

o Riesgo de Tasa de Interés. El riesgo de tipo de interés es el riesgo asumido, derivado de los cambios, así como volatilidades, que sufren los tipos de interés de activos y pasivos. Los cuales, puedan tener una incidencia directa en los agentes económicos y financieros. Tomando la última encuesta sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado a agosto 2022, la expectativa de la Tasa de fondeo interbancario (cierre del cuarto trimestre) para el mismo mes fue de 9.70 %. Si bien al casi al cierre de septiembre ya se ubica en 8.50 %, dado su anuncio de política monetaria se pronostica que siga subiendo. Este tipo de riesgo dentro de la Institución está asociado a la tasa variable de los créditos, toda vez que la estrategia de actual, así como la considerada para el Crédito con Enfoque verde, es tomar como referencia la TIIE mensual más un cierto número puntos base, estos últimos se determinan para cubrir el costo del fondeo asociado, considerando el nivel de riesgos del cliente y al mismo tiempo generar ganancias. Cabe señalar que la línea fondeo con la Banca de Desarrollo, es de costo variable tomando

la misma tasa de referencia.

- Riesgo Operativo. Es el riesgo existente en toda organización como consecuencia de su actividad en el día a día. Está motivado por factores externos e internos, y se traduce en pérdidas económicas.
 - Dado que nuestro objetivo es generar un nuevo producto, es importante verificar que los procesos de originación se encuentran correctamente documentados y con una clara segregación de funciones. Posteriormente, de acuerdo con el actual Sistema de Gestión de Riesgos Operacionales (SGRO) con el que cuenta el banco objeto de estudio, mediante talleres se debe realizar la identificación de riesgos en conjunto con las áreas operativas, esto siempre con base en los procesos documentados. La información recabada será parte del inventario de riesgos.

De acuerdo con el SGRO se lleva a cabo el análisis de los mismos, para determinar su calificación, comprendida de su probabilidad de ocurrencia y su impacto en caso de materializarse, cabe señalar que la escala para este último no solo es monetaria, toma también en consideración otros aspectos como lo son el daño reputacional, a la información, efectividad de los procesos, o bien, pérdidas humanas. Siguiendo con la correcta documentación del riesgo, se deben revisar los controles actuales, o bien los planes de mitigación que se requiere implementar a futuro. La anterior información, en conjunto con la evaluación de los mecanismos de mitigación mencionados, estimara el riesgo residual al que se encuentra expuesto. La actual forma de trabajo es migrar los riesgos identificados a un mapa de calor para su representación gráfica.

- Riesgo Legal. Se define como la pérdida potencial por el incumplimiento de las disposiciones legales y administrativas aplicables, la emisión de resoluciones administrativas y judiciales desfavorables y la aplicación de sanciones, en relación con las operaciones que la Institución lleva a cabo.
 - Si bien la Circular Única de Bancos en su artículo 86, nos marca las directrices mínimas para gestión de este tipo de riesgo, comenzado con la correcta definición de políticas y procedimientos de actos jurídico. Posteriormente, nos indica que se deberá estimar las pérdidas potenciales de resoluciones judiciales o administrativas desfavorables, incluyendo litigios en los que la Institución sea actora o demandada, además de contar con una base de datos histórica sobre las resoluciones judiciales y administrativas, sus



causas y costos, es necesario al igual que los riesgos operativos llevar a cabo una evaluación de este tipo de riesgos mediante el ya mencionado SGRO.

Como métrica adicional se realiza el cálculo de reservas por riesgo legal, que se construye con la base de datos histórica sobre las resoluciones judiciales y administrativas; siendo su objetivo principal estimar y constituir reservas de acuerdo a la metodología establecida, la cual toma como variable principal la probabilidad de resolución negativa o éxito del proceso, asignada por el abogado responsable de la gestión. Con esto se da un seguimiento puntual a los posibles egresos provenientes de este tipo de riesgos, así como se disminuye el efecto negativo en resultados, para optimizar el beneficio del monto reservado, la constitución total se ve reducida por un factor basado en el comportamiento de la probabilidad histórica de las resoluciones negativas.

- Riesgo de Rating. Es el riesgo que se deriva por la calificación crediticia recibida por las distintas agencias de rating, en relación con el riesgo de crédito. Actualmente de acuerdo con el último reporte arrojado por la calificadora del Banco, ésta ratificó su calificación en BBB- con Perspectiva Negativa, dado el aumento en su morosidad al cajón de 31 a 90 días a 6.2 % durante el tercer trimestre del 2021, lo cual podría presionar la calidad de la cartera en el corto plazo y debilitar los indicadores del Banco. Como se mencionó en el riesgo de liquidez, una de las fuentes relevantes de fondeo, proviene de la Banca de Desarrollo. En efecto, la calificación toma relevancia, ya que contractualmente para mantener la línea, la calificación otorgada debe estar en un rango mayor a BB+. Por tal motivo es importante dar seguimiento a los factores que, de acuerdo a la calificadora, podrían propiciar una bajar en la calificación.
- Riesgo Geopolítico. Son situaciones de inestabilidad en las relaciones internacionales cuyos primeros efectos se perciben en la volatilidad de las variables financieras, pero acabarán contaminando a la economía real. La recuperación de la economía mundial continúa afrontando múltiples desafíos que, de momento, va superando gracias al estímulo proporcionado por el intenso despliegue de políticas económicas expansivas, la buena respuesta de las vacunas a las sucesivas mutaciones de la pandemia, sin embargo, uno de los principales riesgos derivados de las tensiones de la guerra entre Rusia y Ucrania es la crisis energética, dado que Europa es la principal consumidora del gas natural ruso mismo recurso

- que México importa del Estados Unidos donde este último está siendo actor preponderante sobre la distribución del gas en Europa, dando como resultado un incremento en el precio recrudeciendo la situación económica actual del país incrementando la inflación dando la pauta para otros riesgos que en conjunto podrían afectar la aceptación de la propuesta de generar una nueva forma de financiar proyectos sustentables.
- Riesgos Sociales. La erosión de la cohesión social se refiere al deterioro del grado de integración de ciudadanía en su comunidad. La medición de la pobreza debe tomar en cuenta, el ingreso corriente per cápita, el rezago educativo, el acceso a los servicios de salud, el acceso a la seguridad social; la calidad y espacios de la vivienda, el acceso a los servicios básicos en la vivienda, el acceso a la alimentación y grado de accesibilidad a carretera pavimentada. Si bien el sector de la construcción está reputando después de la pandemia, es importante reconocer que los costos de adquisición de una casa o departamento son cada vez más altos y exacerban las diferencias de accesibilidad a los servicios básicos en la vivienda, la propuesta de generar financiamiento para la construcción sustentable apoyará haciendo asequible la adquisición de un inmueble. Adicional a la propuesta realizada, se deberán de buscar otras alternativas para gestionar este tipo de riesgos ya que el tejido social está actualmente pasando por un cambio de conciencia.
- Riesgo Sistémico. Es el riesgo de contagio existente cuando se produce una situación de quiebra en una empresa o sector que afecta al resto de una economía. Si bien el banco objeto de estudio no pertenece al G7, por lo que no se considera de efecto sistémico, la actual tensión en el sector provocada por la venta de Citibanamex, ha generado un efecto de incertidumbre para los clientes, el cual se permea a lo largo de todo el sector.

En lo que respecta a la venta de Citibanamex, si bien ha sido una estrategia global, la decisión coincide con un contexto interno complicado, donde se han dado desafortunadas noticias de políticas públicas de la administración federal actual. Como recientenme lo ha anunciado Fitch Ratings, si un banco de mayor presencia comprara a dicha institución, aumentaría considerablemente la contracción en México, esto en función del 83.2 % de concentración de los activos totales pertenecían a los diez bancos más grandes del país en noviembre de 2021, según la



misma calificadora. En este sentido, la gestión que podríamos realizar es la contención de dicha incertidumbre en nuestros clientes, mediante información financiera que muchas veces es de desconocimiento público como la Ley IPAB, el respaldo y la estabilidad financiera con la que se cuenta.

- Riesgo Ambiental. La posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o a una acción humana. Para este tipo de riesgo, existen dos formas de gestionarse
 - Riesgos físicos que surgen de los efectos físicos de los cada vez más severos y frecuentes fenómenos extremos relacionados con el clima y el estado del tiempo, como las sequías, las inundaciones o los huracanes, y de los cambios progresivos a más largo plazo de las pautas climáticas, como el aumento de las temperaturas medias y los cambios en las precipitaciones. Si bien el actual Banco no gestiona dichos riesgos, dada la complejidad predictiva, un bien comienzo, es considerar la Norma ISO 14001:2015, la cual establece identificar los riesgos, pero no obliga a hacer una evaluación como tal. Además define el riesgo como el efecto de la incertidumbre, es decir, que engloba efectos potenciales adversos (amenazas) y efectos potenciales beneficiosos (oportunidades).
 - Riesgos de transición surgen del proceso de ajuste hacia una economía carbono neutral y son impulsados por cambios en las políticas, la regulación, la tecnología o el comportamiento del mercado. Los cambios de política podrían, por ejemplo, adoptar la forma de restricciones a las emisiones de carbono, la aplicación de precios al carbono o normas de eficiencia energética más exigentes. El proyecto de Créditos con Enfoque verde cubriría alguno de los que pudieran darse de transición, dado la antelación al cambio regulatorio, sin embargo, la gestión de este tipo de riesgo, se encuentra muy próxima en políticas de alto impacto en México. Además de disminuir el impacto de la línea de negocio, dado que considera temas de sustentabilidad. Adicionalmente, existe el Sistema de Administración de Riesgos Ambientales y Sociales, que es un conjunto de políticas, procedimientos y metodologías, basadas en el cumplimiento del marco jurídico vigente en materia ambiental y

social y en las mejores prácticas internacionales, que permiten identificar, evaluar, mitigar y reducir los riesgos ambientales y sociales asociados a las actividades o proyectos financiados por el Banco.

El punto principal de la gestión de riesgos en los requisitos se encuentra el capítulo "Acciones para tratar riesgos asociados con amenazas y oportunidades" donde nos indica que estos riesgos y oportunidades deben identificarse en relación con:

- Los Aspectos ambientales significativos
- Los Requisitos legales aplicables
- Las Obligaciones voluntarias
- o Otros riesgos y oportunidades de negocio

Así como la base se deben planificar las acciones destinadas a abordar dichos riesgos y oportunidades, considerando:

- o Las opciones tecnológicas,
- o Los requisitos financieros,
- o Los requisitos operacionales y
- o Los requisitos de negocio.

Siguiendo dichas recomendaciones se debe comenzar a clasificar los ingresos de los clientes, no solo de acuerdo con su riesgo de crédito, sino a sus sectores y principales fuentes de ingreso, para conocer de manera más eficiente los riesgos de transición o físicos a los que podrían estar expuestos, los cuales podrían provocar el impago de dicho sector.

Fase de Integración-Compilar información

Implementación de la propuesta en el proceso de originación del Banco objeto de estudio, considerando como mínimo los siguientes elementos:

- Políticas de admisión crediticia.
- Definir condiciones de crédito.
- Definir el alcance de un Comité de Sustentabilidad.
- Políticas de exclusión.

El resultado esperado es la propuesta de políticas.

Previo a la generación de las políticas, para definir el producto de financiamiento y los grupos de interés a los que se dirigirá, así como su alcance, entre otras reglas de negocio es necesaria la intervención de un grupo interdisciplinario al interior de la institución cuyas áreas participantes son:

- Jurídico.
- Área de Crédito u Originación.



- Área técnica o Factibilidad.
- Unidad de Administración Integral de Riesgos.

Su objetivo es cubrir las siguientes actividades:

- Definir la estrategia y el plan de acción de su implementación.
- Revisar periódicamente las políticas de sustentabilidad.
- Integrar aspectos de gestión ASG en los riesgos del negocio.
- Fomentar la participación de los colaboradores en iniciativas de sustentabilidad.

A su vez siendo vigilados por el Gobierno Corporativo, compuesto de los principales órganos de la insitución:

- Comité de Administración Integral de Riesgos
- Comité de Sustentabilidad
- Comité de Crédito
- Comité de Normatividad

Propuesta de Políticas de Originación de Créditos con Enfoque Verde. La propuesta de otorgamiento de crédito se define de acuerdo a los lineamientos básicos del banco objeto de estudio adhiriendo consideraciones aplicables a desarrollos sustentables.

El objetivo de la siguiente propuesta es garantizar la buena diligencia en el otorgamiento de crédito a promotores (clientes) que cuenten con experiencia comprobable del desarrollo y comercialización de vivienda sustentable.

- Políticas de Crédito. Objetivo: Implementar políticas para el análisis de riesgos ambientales y sociales en los procesos de otorgamiento de crédito, ponderando no solo la actividad económica, sino la sustentabilidad del proyecto, teniendo como finalidad descarbonizar la cartera crediticia y promover a una construcción sustentable.
- Marco Regulatorio. El presente marco regulatorio está fundamentado en los acuerdo e iniciativas nacionales e internacionales y buenas prácticas, así como a la normatividad que determina el alcance y naturaleza de sus acciones.
 - Pacto Mundial de las Naciones Unidas.
 - Objetivos de Desarrollo Sostenible.
 - Empresa Socialmente Responsable.
 - Protocolo de Sustentabilidad de la Banca ABM.
 - Global Reporting Initiative.
- Definiciones.



- Sostenibilidad: Aprovechar las oportunidades, alineando la operación de la institución reflejando la importancia del medio ambiente y la contribución al desarrollo social.
- Sustentabilidad: Colocar como principal actor los recursos naturales y la prioridad de su conservación.
- Certificación EDGE Sistema de Certificación de construcción sostenibles que se focaliza en hacer edificios más eficientes, creada por la Corporación Financiera Internacional.
- Certificación LEED Sistema de Certificación para edificios sustentables creado por el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos.
- Edificio ecológico, construcción que tenga un mejor desempeño en los parámetros de medio ambiente, cuantificado en los términos de la certificación EDGE o similar que trate.
- Herramienta de Análisis de Riesgos Ambientales y Sociales. Es una herramienta que permite simplificar el proceso de detección de áreas sensibles en el otorgamiento de crédito, cumpliendo con las políticas corporativas de financiamiento de proyectos y salvaguardando el capital natural del país.
- Acreditado, se define como desarrolladores de vivienda (persona física con actividad empresarial, persona moral o fideicomiso) cuyo destino es la construcción de proyectos de vivienda incluyendo criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental; y tiene como finalidad contribuir en la conservación y preservación de la biodiversidad en beneficio y mejorar la calidad de vida de los habitantes.
- Reglas de negocio.
 - Para corroborar la solvencia del acreditado se analizará lo siguiente:
 - o Balance General.
 - Estados financieros parciales.
 - Estados financieros al cierre de los últimos dos años auditados.
 - Calificación inicial que se computa de acuerdo con la metodología establecida en el Anexo 21 y 22 de la CUB, según corresponda.
 - Entregar información necesaria para la elaboración del dictamen legal.
 - Entregar información necesaria para la elaboración del dictamen técnico; atendiendo los elementos mínimos para determinar que la cons-

trucción es sustentable (acorde a la certificación).

 Para recibir financiamiento verde, los proyectos o programas deberán cumplir con los criterios de certificación y ser aprobados por el Comité de Crédito.

Las certificaciones deberán de estar alineadas a los estándares del Climate Bonds.

- Certificación de Sustentabilidad autorizadas:
 - ECOCASA con una reducción mínima del 20 % en las emisiones de CO₂ con respecto a su línea de base medida con la herramienta de diseño energéticamente eficiente de la vivienda.
 - LEED (Oro o Platino) con una mejora del 30 % por encima de los niveles de ASHRAE 90.1.
 - Certificación EDGE (Sólo emisiones de agua, energía y carbono).
 - Certificado Living Building Challenge.
- Para los casos donde el cliente no cuente con alguna certificación se utilizará la ponderación del Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables de la Secretaría del Medio ambiente, el cual, mediante un sistema de score determina:
 - ♦ Cumplimiento con 21 a 50 puntos.
 - ♦ Eficiencia con 51 a 80 puntos.
 - ♦ Excelencia con 81 a 100 puntos.

Dependiendo el puntaje obtenido será la asignación de tasa de interés.

- El acreditado, para mitigar el riesgo de impago deberá en su precalificación obtener un resultado de reservas máximas del 1.5 %.
- Una vez liberando los recursos, el proyecto queda supeditado a la supervisión del grupo técnico del Banco.
- Para el otorgamiento de crédito se debe firmar de una carta compromiso por el cliente para garantizar la contribución y adopción de los principios sustentables.
- Se adquiere el compromiso de reporteo periódico sobre el aprovechamiento de los recursos financieros otorgados.

Por último, con el objetivo de fomentar el reporteo entre el Cliente (Promotor) y el Banco es necesario formalizar una carta compromiso sobre los avances de la adopción de los criterios de los riesgos ASG donde se define la periodicidad.

6. CONCLUSIÓN

Una vez realizada la propuesta de las políticas para el otorgamiento de crédito con enfoque verde, y a fin de retribuir al desarrollador y/o acreditado con una disminución en la tasa de interés, como banco de nicho es necesario buscar alternativas que no tengan un efecto negativo en el margen financiero, resultando atractivo el fondeo a través de bonos verdes o líneas de fondeo de bancos de desarrollo, esto tomando como base la actual operación del banco objeto de estudio, el cual es fondeado por SHF, y por ende, tiene costo variable ligado a la TIIE a 28 días más una sobretasa, dicha tasa de fondeo resulta rentable solo sin la consideración de otorgar una disminución en la tasa de interés. Sin embargo, aun cuando existen emisiones de bonos verdes que tienden a ofertar productos de financiamiento para proyectos sustentables, estos son dirigidos a ciertos rubros que no necesariamente cubren al sector de la construcción. Tomando como otra alternativa el solicitar la emisión de dicho bono, resulta poco factible, derivado a que las casas de bolsa solicitan certificaciones, con las cuales no cuenta el nicho de desarrolladores actual del banco. Ahora bien, adicional a las políticas de otorgamiento, se requiere de todo un marco de políticas y lineamientos para la administración que garantice que los créditos otorgados no presenten una desviación, es decir, no caigan en default ya que el margen será mínimo y representaría una pérdida incluso por el solo hecho de incrementar reservas.

REFERENCIAS

Autor Corporativo, 2018 Principio de bonos verdes mx. Consejo Consultivo de Finanzas Climáticas **Diciembre**, Obtenido de aquí.

Autor Corporativo, 2020 Riesgos y oportunidades climáticas y ambientales del sistema financiero de méxico. Banco de México **febrero**, Obtenido de aquí.

Climate Bonds Initiative, 2020 Financiando la construcción sustentable. Construyendo una base para un futuro sustentable y expansible bajo en carbono, en México: de Bonos Verdes a un Ecosistema Más Verde **Noviembre**, Obtenido de aquí.

Escobar, S., 2022 ¿Cómo hacer a la construcción más amigable con el medio ambiente? El Economista **19 de Diciembre**.



Nietvelt, K., 2021 Definiciones y aplicación de los indicadores crediticios ESG. Standard and Poors Global Ratings **13 de Octubre**, Obtenido de aquí.

Programme for Energy Efficiency in Buildings, 2021 Incentivos no financieros para movilizar la inversión privada. Eficiencia Energética en Edificios en México Marzo, Obtenido de aquí.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Sociedad Hipotecaria Federal, 2020 Programa institucional derivado del plan nacional de desarrollo 2020-2024. Diario Oficial de la Federación **20 de Noviembre**, Obtenido de aquí.

Secretaría del Medio Ambiente, 2008 Programa de certificación de edificaciones sustentables. Gaceta Oficial del Distrito Federal **25 de Noviembre**, Obtenido de aquí.



Vianey Margarita Mota Solís cuenta con una Maestría en Administración de Riesgos por la Universidad Anáhuac de México, es Ingeniera en Matemáticas por el Instituto Politécnico Nacional y además tiene un Diplomado de Riesgos Globales.

En la actualidad es responsae Riesgo Operativo del área de

ble de la administración de Riesgo Operativo del área de Plataforma Digital de Grupo Financiero Banorte, S.A.B. de C.V. Vianey también tiene interés en la Ciberseguridad y la considera como esencial en la vida digital que cada vez se adopta en la banca.



Osvaldo Padilla García recibió el grado de Maestro en Administración de Riesgos por la Universidad Anáhuac del México y es Licenciado en Actuaría por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente es responsable de dirigir e implementar la estrategia sustentable

de Banco Inmobiliario Mexicano. Asimismo, está a su cargo la Subdirección de Riesgos no Discrecionales, enfocando su campo de acción en Riesgo Operacional, Planes de Contingencia y Riesgos Ambientales, Sociales y de Gobierno corporativo.



Posgrados ANÁHUAC



ANÁHUAC

Maestría en

Nuestro programa preparará al estudiante para diseñar y aplicar modelos cuantitativos y/o cualitativos de riesgos financieros, operativos y actuariales que respondan a un entorno económico, fluctuante y dinámico y que brinden protección y seguridad ante las pérdidas que afecten el patrimonio.

Además nuestro programa, proporciona un espacio de análisis e investigación aplicada a las crecientes demandas de los sectores empresariales, financieros y aseguradores, ante los cambios de regímenes en los diversos ámbitos, con el fin de contar con mecanismos que aseguren a la población en general, la robustez del sistema financiero y asegurador en el país.

> Al mismo tiempo, es una oportunidad de crecimiento personal, permitiendo al egresado participar en decisiones estratégicas de alto impacto.



Modalidad

Presencial

Duración

Ocho trimestres

Horario

Entre lunes y jueves de 19:00 a 22:00 hrs.

RECONOCIMIENTO ACADÉMICO

La Universidad Anáhuac México otorgará el grado de Masestro en Riesgo al participante que curse y apruebe el total de asignaturas del plan de estudios y la modalidad de titulación autorizada por esta Universidad. Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación Pública por decreto presidencial publicado en el D.O.F, el 26 de noviembre de 1982.

HORAS DE REFRENDO DEL COLEGIO NACIONAL <u>DE ACTUARIOS</u>

El programa de la Maestría en Riesgo otorgará horas del programa de educación continua del Colegio Nacional de Actuarios A.C. para Actuarios Certificados.



CONACYT

El programa de la Maestría en Riesgo está clasificado dentro del Sistema Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Por lo anterior, tiene la capacidad de postular a sus estudiantes de tiempo completo para obtener becas del CONACYT.

Facultad de Ciencias Actuariales

Informes:

Mtra. Martha Reves Villa martha.reves@anahuac.mx





ACTUARIOS Trabajando

El límite de tolerancia al riesgo de insuficiencia de la prima





El límite de tolerancia al riesgo de insuficiencia de la prima

Crisóforo Suárez Tinoco*,1

*Seguros Atlas

RESUMEN Se propone un proceso simplificado para definir un límite de tolerancia de riesgo, basado en el riesgo de insuficiencia de la prima para cubrir siniestros que permite ilustrar el proceso de búsqueda de métricas de riesgos y una mecánica sugerida para la fijación del límite de tolerancia que apruebe el consejo de administración de la compañía.

Palabras clave

Tolerancia, apetito, intervalo de confianza, riesgo, valor en riesgo, prima, insuficiencia de prima.

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 21 de junio de 2023 Versión preparada por Alison Curiel Flores. Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.



1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Corporativo de una compañía de seguros requiere una función robusta de administración de riesgos. En la sana implementación de esta función y también por requerimiento regulatorio, es necesario que el responsable someta a aprobación del Consejo de Administración su propuesta de límites de tolerancia a los diferentes riesgos que amenazan a la compañía. El límite de tolerancia significa un tope máximo de una métrica de riesgo a partir del cual, el Consejo tomará decisiones

¹Correo electrónico: crisoforo3@gmail.com

e implementará acciones para llevar la métrica a valores aceptables. Para ilustrar el concepto, proceso y problemática en la determinación del límite de tolerancia de riesgo, se aborda un ejemplo simplificado relacionado con el riesgo de insuficiencia de la prima suponiendo que solo está destinada a cubrir el concepto de siniestros. Vea CNSF (2022).

2. INFORMACIÓN Y CÁLCULOS PRELIMINARES

Supongamos que por años la Compañía ha cubierto una mutualidad de unidades expuestas las cuales han sufrido un conjunto de pérdidas. Arreglemos las pérdidas anuales de la mutualidad de n unidades expuestas observadas a través de m años y ajustadas a fin de que sean a pesos de la fecha de referencia a la que se hace esta evaluación y por lo tanto los montos sean comparables:

$$\begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}.$$

Igualmente consideremos que p representa la prima anual devengada durante el periodo anual coherente con la asignación de las pérdidas. Arreglemos las primas anuales de la mutualidad de n unidades expuestas recibidas a través de m años, también ajustadas. Mostramos esto a continuación:

$$\begin{pmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & \cdots & p_{mn} \end{pmatrix}.$$

A partir de esta información podemos calcular la media de las pérdidas en el j-simo año, que denotaremos por $\bar{r}_j = \sum_{i=1}^n \frac{r_{ij}}{n}$, y la desviación estándar que denotaremos por $S_{rj} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{n}}$. Llamemos R_j a la variable aleatoria de la pérdida

Llamemos R_j a la variable aleatoria de la pérdida anual que una unidad de exposición puede presentar en el año j cubierta por la compañía de seguros. Podemos considerar que la j-sima fila del arreglo matricial de pérdidas constituye la materialización de la variable aleatoria R_i .

Podemos considerar que tanto el valor esperado como la desviación estándar de las pérdidas del siguiente año de vigencia para una unidad expuesta es igual a la media y a la desviación estándar de las pérdidas anuales por unidad expuesta observadas en el último año

$$\mathbb{E}[R_{m+1}] = \overline{r}_m,$$

$$\sigma(R_{m+1}) = S_{r_m}.$$

El estudio de la variable R_j , puede ser de interés para el suscriptor de la cobertura quien está preocupado por determinar la prima necesaria y suficiente. La labor del suscriptor es valorar las condiciones de riesgo de una unidad expuesta para determinar la prima que debe cobrar a la contratación de la cobertura para el siguiente año de vigencia. Aplicando el principio más usual de prima, conocido como de equivalencia, la prima que un suscriptor debe fijar sería

$$p_{m+1} = \mathbb{E}[R_{m+1}].$$

Asimismo, calculemos las variables rt_j y pt_j de la siguiente manera

$$rt_j = \sum_{i=n}^n r_{ij},$$

$$pt_j = \sum_{i=n}^n p_{ij},$$

de tal manera que tendremos los vectores $(rt_1, rt_2, ..., rt_m)$ y $(pt_1, pt_2, ..., pt_m)$. A partir de esta información, calculamos la media del total de pérdidas anuales correspondien-

tes a la mutualidad $\bar{r}t = \sum_{j=1}^m \frac{r_{tj}}{m} \text{ y } S_{rt} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{(p_{tj} - \bar{r}_t)^2}{m}}$. También calculamos la prima anual promedio de toda la mutualidad de unidades expuestas $\bar{p}t = \sum_{j=1}^m \frac{p_{tj}}{m}$.

Podemos definir RT como la variable aleatoria del total de las pérdidas por año de la mutualidad de unidades expuestas, de tal modo que $\mathbb{E}[RT] = \overline{r}t$ y $\sigma(RT) = S_{rt}$.

3. MÉTRICAS DEL RIESGO

La preocupación de la compañía de seguros no está centrada en un valor de la variable *RT* por sí misma, más bien, le preocupa si las pérdidas son menores o mayores que las primas, es decir, le puede interesar más la variable *K*,

$$K = RT - PT$$

donde $PT = \overline{pt}$. La variable K puede representar una pérdida financiera para la compañía si es positiva o una pérdida de mercado se es negativa. La variable K también, evidentemente es una variable aleatoria, y puede ser de interés conocer su valor esperado $\mathbb{E}(K)$ y su desviación estándar $\sigma(K)$ como una medida de su dispersión y dado que PT está totalmente determinada al principio de la



| Suárez Tinoco

vigencia de la cobertura, tenemos que el valor esperado de *K* es,

$$\mathbb{E}[K] = \mathbb{E}[RT] - PT,
\sigma(K) = \sigma(RT)$$

La variable *K* es una pérdida en unidades monetarias que tendría que ser recalculada cada que se modifica la colectividad de unidades expuestas, lo cual no parece conveniente. Para evitar esta situación, puede ser más útil definir la variable,

$$IS = \frac{RT}{PT}.$$

Esta variable es usualmente conocida como índice de siniestralidad y también es una variable aleatoria. Si la variable IS es igual a 1 diremos que hay un equilibrio que representa nulo impacto financiero para la aseguradora, si es menor a 1, la prima es suficiente y la compañía gana dinero, pero si es mayor a 1 implica que la prima es insuficiente y la compañía pierde dinero dado que debe pagar un monto mayor que las primas recibidas. Enfocarnos en la variable S en lugar de K, significa que no estamos preocupados tanto por el monto de pérdida de la compañía sino por el nivel de insuficiencia de la prima. Asimismo, no tiene sentido establecer como límite de tolerancia de riesgo un límite directamente a RT, a K o a IS porque ninguna de estas variables constituye una probabilidad y, por lo tanto, no representan el riesgo. La variable IS tendrá el siguiente valor esperado,

$$\mathbb{E}[IS] = \frac{\mathbb{E}[RT]}{PT}.$$

Dado el principio de prima más usado, es de esperarse que PT=E[RT], que $\mathbb{E}[K]=0$ y que $\mathbb{E}[IS]$. La desviación estándar de IS está dada por $\sigma(IS)=\frac{\sigma(RT)}{PT}$.

Hay que tener en mente que rt_j debe corresponder a todas las pérdidas ocurridas que están cubiertas por la prima pt_j del año correspondiente, estas pérdidas pueden ya haber sido pagadas, pueden estar reservadas como pendientes de pago o pueden ser ocurridas, pero no reportadas. La estimación de ésta última categoría se registra bajo el rubro de reserva de obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos no reportados. Vea Al cerrar un año experiencia que constituye el último punto de observación, conocemos los valores rt_m y pt_m y, podemos determinar el último valor de IS. Estos valores ya no constituyen una posibilidad sino una realidad, en términos de riesgos, son una incidencia. En particular, rt_m es una materialización puntual del riesgo cubierto por la



compañía. Cuando, por el último año de observación, el valor rt_m ha quedado totalmente determinado, por sana práctica y por requerimiento regulatorio, la Compañía ya ha reconocido en sus libros las pérdidas que ha pagado, tiene reservadas las pérdidas aún pendientes de pago, pero también ha tenido que constituir la reserva de obligaciones pendientes de cumplir por perdidas ocurridas que aún no le han sido reportadas. Vea Friedland (2010). Por otro lado, la variación de RT lleva a la variación de IS y, cuando se ha observado este tipo de variaciones, cabe esperar que, en el período de cobertura aún por transcurrir, las pérdidas que ocurran variarán en concordancia; este cambio en las pérdidas se recoge en el cálculo del mejor estimador de obligaciones futuras, el cual, constituye el componente de la reserva de riesgos en curso que la compañía debe registrar en libros y que está vinculado directamente al comportamiento de $\mathbb{E}[IS]$, dicho de otro modo, el efecto del nuevo $\mathbb{E}[IS]$ es recogido por el mejor estimador del obligaciones futuras. Por lo tanto, el riesgo residual que aún enfrenta la compañía es la posibilidad de que el valor de IS resulte ser superior a $\mathbb{E}[IS]$. Cuanto mayor es la posibilidad de que $\mathbb{E}[IS]$ sea superado, mayor es el riesgo de pérdida de la aseguradora que le faltaría reconocer por lo que podemos intuir que $\sigma(IS)$ es una mejor métrica de ese riesgo. Sin embargo, $\sigma(IS)$ está en unidades de IS y es sensible a la contracción o expansión proporcional de la distribución de IS, para eliminar ese efecto es recomendable normalizar $\sigma(IS)$ en proporción $\mathbb{E}[IS]$ lo cual puede darnos una idea más precisa del riesgo y de su comportamiento. Esto nos lleva al coeficiente de variación que, para nuestros fines, resulta ser aún una mejor métrica del riesgo:

$$c = \frac{\sigma(IS)}{\mathbb{E}[IS]}.$$

Hasta aquí, c me parece la métrica más robusta para medir el riesgo de la compañía no capturado por el proceso de suscripción ni por el proceso de valuación de la reserva de riesgos en curso, sin embargo, esta métrica recoge la posibilidad de que IS se aleje del valor esperado por ambos lados de $\mathbb{E}[IS]$, esto tiene sentido si también interesa recoger el riesgo de pérdida de competitividad ante el mercado. Cuando al final de la cobertura, IS resulta ser menor que su valor esperado calculado al inicio de vigencia implica que la prima cobrada por la compañía fue mayor que las pérdidas que cubrió, es natural esperar que los contratantes de la cobertura evalúen buscar otra compañía que le cobre una prima más acorde con la siniestralidad observada, esto al principio de la vigencia constituye el riesgo de pérdida de cartera que puede

materializarse al final de la vigencia por transcurrir. Desde una perspectiva muy ortodoxa, podría objetarse que cuando IS es menor a $\mathbb{E}[IS]$ la compañía no sufre una pérdida, sino que goza de una ganancia, por lo que este caso no es de interés, tenemos que encontrar otra métrica que refleje únicamente la posibilidad de pérdida financiera. Vea Bataller (1983). Para este propósito, podemos proponer como nueva métrica la probabilidad de que IS supere un determinado monto. Este monto de referencia puede ser fijado considerando un monto tolerable z, incrementando q veces el valor esperado. De tal manera que la métrica m, sería la probabilidad de excedencia siguiente:

$$M = \mathbb{P}[IS > z],$$

donde $z = \mathbb{E}[IS](1+q)$.

Este planteamiento además de estar orientado al caso en que IS se desvíe por el lado derecho de la distribución, es decir, cuando la compañía sufre una pérdida financiera, ilustra que no obstante que z es un máximo de IS que se puede tolerar y podría concebirse como el límite de tolerancia que pretendemos someter a aprobación del Consejo, z no es una probabilidad la cual ortodoxamente es el riesgo que se nos pide limitar. Lo que realmente constituye el riesgo es la probabilidad de que el valor z sea superado, de tal manera que cuando la probabilidad supere el límite de tolerancia aprobado, la situación constituirá una agravación excesiva del riesgo tal que el Consejo debe tomar control de la situación. Con el propósito de facilitar la comprensión de los consejeros, se podría partir de fijar la probabilidad de excedencia máxima tolerable y, enfocarnos en su probabilidad complementaria e interpretar ésta, como un nivel de confianza mínimo, de tal manera que, en función de ella, calculamos un valor en riesgo, con lo cual la métrica sería

$$m = VaR_{\alpha}(IS).$$

donde $\alpha = 1 - y$ y representa el parámetro de nivel de confianza mínimo. Vea Butler (1999).

4. FIJACIÓN DEL LÍMITE

Si el límite de tolerancia de riesgo que apruebe el Consejo se fija sobre la métrica del *VaR* no sería propiamente un límite de riesgo porque no sería comparable con la métrica calculada como probabilidad de excedencia, más bien, sería comparable con una métrica calculada en términos de *IS*; esa métrica constituye el máximo valor de *IS* que se puede presentar, dado un nivel mínimo de confianza o dada, su equivalente probabilidad máxima de

excedencia. Es muy posible que los consejeros reciban con mejor disposición un límite de tolerancia de riesgo presentado como un límite máximo para el valor IS que corresponde a un nivel mínimo de confianza porque no aparece explícitamente el concepto de probabilidad. Vea Grinstead y Snell (2006). Si al evaluar periódicamente el cumplimiento de límites, resulta que la dispersión a la derecha aumenta se obtendrá un valor para la métrica *m* por arriba de L, situación que detonaría el reporte al Consejo para que implemente las acciones correctivas. Esta perspectiva lleva a la penumbra el concepto de probabilidad que se encuentra involucrado y cede el protagonismo a la variable IS, lo cual puede facilitar la comprensión del concepto de límite de tolerancia. Una vez definida la métrica, es necesario determinar el valor del límite de tolerancia de riesgo L, que se propondrá a aprobación del Consejo. Partiendo de que la evaluación del cumplimiento de límites debe reportarse en forma trimestral al Consejo, sería recomendable calcular la métrica a un número sensato de cortes trimestrales de referencia previos al momento de referencia en que determinamos el límite de tolerancia. De entre esos resultados se pueden obtener su media, sus valores máximo y mínimo, su desviación estándar de tal manera que, asumiendo una distribución normal de la métrica, se puede determinar valores que correspondan a diferentes niveles de confianza. La labor del administrador de riesgos es que, conforme a su criterio experto y sensibilidad del apetito de riesgo del Consejo, proponga un número pequeño de alternativas que permita una sana discusión entre los consejeros que conduzca a la fijación del límite de tolerancia cuyo cumplimiento el administrador de riesgos validará trimestralmente hasta en tanto el límite no se modifique en la revisión anual siguiente, es decir, se tendrá que reportar al consejo la agravación del riesgo cuando,

$$m > L$$
.

donde L es el límite de tolerancia aprobado por el consejo. Si el Consejo aprueba un límite de tolerancia muy bajo se concluye que su apetito de riesgo también es bajo y anticipa que el administrador de riesgos le reportará más frecuentemente que se ha superado y le recomendará que se implementen acciones que corrijan el proceso de negocio de tal manera que la métrica baje y sea menos posible que supere el límite, o bien, reconozca que en realidad su apetito de riesgo es mayor y debe aprobar un límite de tolerancia más amplio. Vea IAA (2010).



L Suárez Tinoco

5. CONCLUSIÓN

Este ejemplo quizá un tanto simplificado y aislado clarifica el concepto de riesgo que debería ser monitoreado para el caso del riesgo de insuficiencia de la prima para pagar siniestros. Ilustra el interesante reto técnico de la elección de la métrica más adecuada en cuyos términos debe fijarse el límite de tolerancia, sin obviar el reto del administrador de riesgos para explicar a los consejeros la naturaleza del riesgo, la métrica, el límite de tolerancia y las acciones que sugiere que el Consejo implemente para corregir la situación. Esto sin duda exige del administrador de riesgos no solo habilidades técnicas sino también un dominio eficiente de la comunicación de ideas complejas al lenguaje accesible para quienes no son expertos en temas de riesgos. Vea Castellanos (2015).

REFERENCIAS

Bataller, J. M., 1983 Contabilidad y análisis de estados financieros de entidades aseguradoras. MAPFRE, España.

Butler, C., 1999 *Mastering value at risk*. Prentice Hall, Great Britain.

Castellanos, A. J. M., 2015 El gobierno corporativo. Thomson Reuters, México.

CNSF, 2022 De la administración integral de riesgos junio, Consultado el 01-04-2022 aquí.

Friedland, J., 2010 Estimating unpaid claims using basic techniques. En *Casualty Actuarial Society*, volumen 201.

Grinstead, C. M. y J. L. Snell, 2006 *Grinstead and Snell's Introduction to Probability: The CHANCE Project*. American Mathematical Society.

IAA, 2010 Stochastic modeling: theory and reality from an actuarial perspective. Associatión Actuarielle Internationale, Canada.



Crisóforo Suárez Tinoco presidió la Asociación Mexicana de Actuarios en el período 2018-2020 en donde, además, ha sido Tesorero, Vicepresidente, Secretario y expositor en diferentes congresos.

Es Licenciado en Actuaría por la FES Acatlán, estudió una

Maestría en Ciencias Actuariales en la Universidad Anáhuac México, y cuenta con diplomados en Productos Derivados, en Alta Dirección y en Gobierno Corporativo en otras instituciones de prestigio. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias Actuariales en la Universidad Anáhuac México.



Es miembro del Comité de Riesgos y del Grupo de Trabajo de Gobierno Corporativo de AMIS y ha sido expositor en la Convención de Aseguradores de México organizada por AMIS.

Desde hace 24 años labora en Seguros Atlas y, desde Octubre de 2014, es Director de Administración de Riesgos y Control Interno en Seguros Atlas, Seguros el Potosí y Fianzas Atlas.

Es responsable de la documentación, implementación y operación de los sistemas de Administración Integral de Riesgos y de Control Interno para Seguros Atlas, Seguros El Potosí y Fianzas Atlas.





Facultad de Ciencias Actuariales Informes:
Dr. Daniel López Barrientos
daniel.lopez@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico



ACTUARIOS Trabajando

Agenda de mejoras al régimen estatutario de solvencia del seguro de terremoto





Agenda de mejoras al régimen estatutario de solvencia del seguro de terremoto

Crisóforo Suárez Tinoco*,1

*Seguros Atlas

RESUMEN Un terremoto puede causar graves pérdidas económicas o incluso vidas humanas. Los efectos generalizados del terremoto fueron objeto de investigación científica y de diversas medidas regulatorias y financieras en todo el mundo para mitigar sus efectos. En particular, la comunidad actuarial mexicana ha participado activamente en el desarrollo e implementación de mecanismos para gestionar mejor el impacto financiero del riesgo de terremoto. También pueden aumentar la resiliencia de la industria de seguros y de toda la economía mexicana en caso de un terremoto. Este trabajo presenta algunos antecedentes para facilitar la comprensión y evaluación de la exigibilidad del seguro de este siniestro natural como mecanismo de apoyo financiero para el restablecimiento de la actividad económica y social en caso de sismo.

Palabras clave

Solvencia del seguro de terremoto

Derechos reservados © 2023 por el Colegio Nacional de Actuarios Última actualización del manuscrito: 28 de junio de 2023 Versión preparada por Diego Estrada Lemus. Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.



1. INTRODUCCIÓN

El planeta Tierra es 70 % agua y 30 % tierra, y ambas están en continuo movimiento creando condiciones para el ciclo vital de animales y plantas entre los que se encuentra el ser humano. La parte de tierra se constituye en islas, penínsulas y tierras continentales. Los geólogos identifican estructuras de tierra que llaman placas tectónicas que continuamente se mueven y en cuyo desplazamiento rosan, chocan unas con otras, de tal manera

¹Correo electrónico: crisoforo3@gmail.com

que su vibración da lugar a las ondas sísmicas hasta hoy imprevisibles. Se le llama comúnmente terremoto a un sismo que por su magnitud e impacto ocasiona serios daños económicos e incluso la pérdida de vidas humanas, cuando no llega a ese nivel, se le conoce simplemente como temblor.

Estos movimientos de las placas tectónicas sacuden las estructuras, llegan a modificar sustancialmente el medio ambiente y afectar ecosistemas, pero también ponen en riesgo las construcciones hechas por el hombre, el lugar donde habita, el lugar donde labora, etc., provocando enormes pérdidas económicas y pérdida de vidas humanas que llegan a desestabilizar los sistemas económicos y sociales.

El amplio impacto de la ocurrencia de un terremoto ha sido motivo de estudios científicos y de variadas estrategias regulatorias y financieras alrededor del mundo con el propósito de mitigarlo. En particular, la comunidad actuarial mexicana ha participado activamente en el desarrollo e implementación de mecanismos que permitan gestionar de mejor manera el impacto financiero de riesgo de terremoto.

En las siguientes páginas se desarrollarán con mayor detalle los diferentes aspectos de la solución diseñada por el sector asegurador mexicano para gestionar el riesgo de terremoto al que México se encuentra altamente expuesto, se presentarán algunas conclusiones y se plantearán algunas mejoras que pueden dar transparencia y congruencia e igualmente pueden mejorar la resiliencia del sector asegurador y de la economía mexicana en su conjunto ante la ocurrencia de terremotos.

El propósito de este documento es revisar en forma general todos los temas que dan contexto y que permiten la comprensión y dimensionamiento de la solvencia del seguro de terremoto como mecanismo que provee el respaldo financiero para restaurar la actividad económica y social en condiciones de afectación por la ocurrencia de un sismo de gran impacto, sobre todo, dada la magnitud de los bienes expuestos y el riesgo tan alto que acecha al territorio mexicano, pero sobre todo, para destacar las áreas de oportunidad que tiene el régimen estatutario de solvencia del seguro de terremoto.

GENERALIDADES DEL RIESGO DE TERREMO-TO.

El riesgo

La noción tradicional de riesgo implica la posibilidad de que se materialice un evento que ocasione una perjuicio, en el contexto de los seguros, este perjuicio debe ser valorado en términos financieros, pero en el contexto de la administración de negocios, es más conveniente interpretar el riesgo como la posibilidad de que se materialice un evento que impida alcanzar el objetivo trazado, esto es porque la impericia en la gobernanza corporativa del negocio y por lo tanto la incertidumbre de los resultados prometidos es frecuentemente castigado por el público inversionista.

En particular, llamamos riesgo de terremoto a la posibilidad de que acontezca un sismo que ocasione pérdidas económicas cuya medida cuantitativa es la probabilidad de ocurrencia, dentro de un periodo y lugar determinados.

El riesgo de terremoto varía de una región a otra, en función de qué tan cerca se está a las fallas activas que producen sismos, al tipo de suelo en que la construcción se encuentra, a los años de antigüedad y diseño estructural y arquitectónico de las construcciones y en gran medida de la cantidad y tipo de asentamientos humanos. Debido a la heterogeneidad y comportamiento de los diferentes suelos de la Ciudad de México, el riesgo varía mucho de una zona a otra, así como a la diversidad de los asentamientos humanos.

Nuestro país se encuentra ubicado en una región denominada Cinturón de Fuego del Pacífico en ella se ha registrado gran parte de los sismos a nivel mundial. Los estudios geológicos indican que el Cinturón de Fuego del Pacífico se formó como consecuencia del movimiento de las placas tectónicas, las cuales se mueven como resultado de procesos internos del planeta.

Las placas tectónicas en su movimiento se separan o divergen, se juntan o convergen o, se deslizan unas sobre otras. Con estos movimientos las placas tienden a chocar, y a veces ocurre que una se hunde debajo de otra, provocando en los bordes de dichas placas intensa actividad geológica. Por esta razón es comprensible que en los bordes del Pacífico se sitúen numerosos volcanes y se produzcan intensos terremotos. Vea la figura 1.



L Suárez Tinoco



Figura 1 Anillo de fuego. Fuente: Comunidad Wikipedia (2022)).

El territorio mexicano es afectado por la interacción de cinco placas tectónicas, se ubica en la Placa Norteamericana, limitado en su porción sur y oeste, por las placas de Cocos, Rivera, Pacífico y del Caribe.

Las fuerza s de fricción que se generan al hacer contacto los bordes de las diferentes placas impiden el desplazamiento de una respecto de la otra, generándose grandes tensiones en el material que las constituye que eventualmente ocasionan violentas rupturas e intensa liberación de la energía acumulada. Desde el hipocentro, ésta se irradia en forma de ondas sísmicas, a través del medio sólido de la Tierra en todas direcciones. Vea la figura 2.

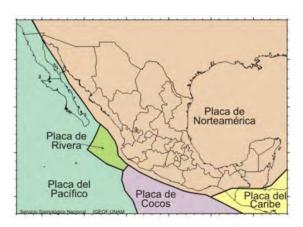


Figura 2 Placas tectónicas en la República Mexicana. Fuente: Servicio Sismológico Nacional (2022).

Por ello, México es uno de los países con mayor actividad sísmica. Las estadísticas registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados en la escala de



Richter, lo que equivale a un 60 % de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo (vea Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la CDMX (2018)).

Dichas estadísticas muestran alto riesgo de sismo que amenaza a la Ciudad de México. En particular, se observa el hecho de que la brecha de Guerrero no ha presentado sismos mayores a siete grados en la escala de Richter desde hace más de 110 años (vea López (2021)), lo que explica la preocupación de una gran acumulación de energía que tendría que liberarse con un sismo de gran magnitud.

Además, se sabe que gran parte de la Ciudad de México está construida sobre suelos mal consolidados que son restos de lo que fueron lagos, cuyo comportamiento ante las ondas sísmicas es amplificarlas (vea LLanas y Fernández (2012)).

Con el propósito de implementar estrategias para mitigar los efectos de un terremoto, la República Mexicana se ha dividido en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo XX.

Zona A: Donde no se tienen registros históricos de terremotos, no se han reportado terremotos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad por causa de sismos.

Zona B y C: Zonas intermedias, donde no se registran sismos tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.

Zona D: Zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde los sismos ocurren muy frecuentemente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

Otra división del país está dada por:

Zonas sísmicas: Zonas sísmicas localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Ciudad de México;

Zonas penisísmicas: Cubren la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y,

Zonas asísmicas: Situadas en la parte norte y noreste de México, a lo largo de toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del Valle de México, se puede considerar como una zona sísmica en la que, de acuerdo con el tipo de suelo, se distinguen tres categorías:

Zona I: Firme o de lomas, localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.

Zona II o de transición: Presenta características intermedias entre la Zonas I y III.

Zona III o de Lago: Localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.

Según Servicio Geológico Mexicano (2017), en promedio, en México ocurren:

- Sismos de magnitud mayor o igual a 7.5 grados en la escala de Richter, uno cada diez años.
- Sismos de magnitud mayor o igual 6.5 grados en la escala de Richter, cinco cada cuatro años.
- Sismos de magnitud menor o igual 4.5 grados en la escala de Richter, 100 cada año.

Los sismos más destructivos en la historia de la Ciudad de México alcanzaron una magnitud de 8.1 y 7.6 el 19 y 20 de septiembre de 1985; más recientemente el ocurrido el 7 de septiembre de 2017 alcanzó una magnitud de 8.2 y, el 19 de septiembre del 2017 ocurrió otro de magnitud 7.1, ambos con alcances similares a los anteriores y que han ocasionado las mayores pérdidas históricamente por el tamaño, densidad y lo intricado de la zona metropolitana de la Ciudad de México, no obstante que no fueron los de mayor magnitud

Tratamiento

La amplitud y variedad de los impactos de la materialización del riesgo de terremoto puede rebasar fácilmente la capacidad individual de mitigarlas, incluso puede rebasar la capacidad de la economía en su conjunto y los recursos que un gobierno puede usar en condiciones de crisis.

En el ámbito de la administración de riesgos se conciben cuatro estrategias básicas para tratar los riesgos: evitar o eliminar, mitigar o controlar, aceptar o retener y, compartir o transferir que pueden ser implementadas solas o combinadas como más convenga.

Estrategias de gestión de riesgos. Evitar o Eliminar Con el propósito de evitar o eliminar el riesgo de terremoto, se pueden identificar los puntos críticos en su proceso de materialización. La ocurrencia de un sismo que está

determinada por la actividad sísmica de las diferentes fuentes sismogénicas; hasta hoy, no existen mecanismos para predecir el momento ni la intensidad de un sismo y mucho menos la posibilidad de evitar su ocurrencia por lo que este riesgo se puede considerar entre los riesgos de entorno cuya ocurrencia está fuera de nuestro control.

La intensidad del riesgo de terremoto; este elemento está determinado por las características del terreno entre la fuente y el lugar donde se encuentra la construcción expuesta, con limitaciones, pero podría ser posible elegir el lugar en que esté asentada la construcción de tal manera que se encuentre suficientemente lejana de cualquier fuente sismogénica y que las condiciones del terreno no amplifiquen más bien ayuden al desvanecimiento de las ondas sísmicas.

La vulnerabilidad de la construcción; esta vulnerabilidad está determinada por el tamaño, material, diseño estructural y diseño arquitectónico de la construcción. Está en nuestras manos decidir estas características de tal manera que podría significar prácticamente eliminar la vulnerabilidad al riesgo de terremoto.

Ante la eventualidad de que ocurra un sismo que alcance la construcción y dada la vulnerabilidad de esta, está en nuestras manos la posibilidad de reducir los impactos; los perjuicios y daños consecuenciales de tal manera que las pérdidas sean mínimas o nulas.

Por último, es importante disponer los mecanismos y recursos que nos permitan recuperar cuanto antes las condiciones previas a la ocurrencia del sismo. El objetivo con esta estrategia de tratamiento del riesgo de terremoto es eliminar toda afectación a la dinámica previa al sismo y lograr una inmunidad suficiente ante el riesgo de terremoto.

Mitigar o controlar. Ante la dificultad de lograr que en la totalidad de los cinco elementos descritos en la sección anterior logremos nuestro objetivo, emerge una estrategia intermedia; hasta donde sea posible, implementar controles de tipo preventivo que nos permitan reducir el riesgo en sus diferentes elementos, de tipo detectivo que nos permitan conocer y dimensionar cuanto antes la materialización del riesgo, de tipo correctivo que nos permitan validar la solución de la falla o error detectado y controles de tipo directivo que nos permiten verificar que todas las acciones implementadas para mitigar el riesgo encuentran vigentes y operativas y alineadas con nuestros objetivos.

Aceptar o retener. Esta estrategia es la menos recomendable frente al riesgo de terremoto dada su naturaleza catastrófica. Supone la inacción y la capacidad de absorber los daños y perjuicios con los recursos disponibles.



L Suárez Tinoco

Claramente, en este riesgo los daños y perjuicios pueden rebasar los recursos disponibles, agotando el patrimonio, llevando a la ruina el negocio, acabando con la vida misma de las personas o trastocando los equilibrios económicos y sociales del país.

Compartir o transferir. El sector asegurador tiene la responsabilidad social de, a cambio de la prima, asumir las pérdidas derivadas de la materialización del riesgo de terremoto. Por ello la aseguradora enfrenta la gestión del riesgo de terremoto desde la posición que enfrenta el riesgo como cualquier entidad para seguir operando, es decir, necesita implementar estrategias que salvaguarden su viabilidad operativa como entidad aseguradora, en tal caso, tiene la opción de compartir o transferir su riesgo a otra aseguradora como cualquier otro contratante.

La otra posición, está relacionada con su condición de aseguradora de una cartera de pólizas, que debe cubrir las pérdidas que sufran sus asegurados, en cuyo caso tiene la obligación regulatoria de justificar técnicamente el nivel de riesgo que puede retener de tal manera que el excedente debe colocarlo en el mercado de reaseguro o apartar suficientes recursos propios para enfrentar las pérdidas catastróficas que la ocurrencia del sismo puede representarle.

Mecanismos de protección. Autoseguro. Es el caso trivial que, en rigor, no constituye un mecanismo eficiente de cobertura puesto que cae en la estrategia de aceptar o retener. Frente al riesgo de terremoto parece más bien una irresponsabilidad pretender estar amparado con este mecanismo.

Cobertura solidaria. La sociedad mexicana, una y otra vez, ha mostrado solidaridad para con los afectados por una catástrofe natural, un rasgo que ha ostentado con orgullo, no obstante, la eficiencia de este apoyo está claro que, esta acción nace de la circunstancia de no contar con mecanismo que opere eficientemente.

La cobertura gubernamental. Los mecanismos gubernamentales de cobertura han estado orientados a resarcir los daños a la infraestructura pública y a apoyar parcialmente a la población más desfavorecida. En 1996 por decreto presidencial de Ernesto Zedillo se implementó el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) el cual, con acuerdo publicado por la SHCP, el 28 de julio de 2021 se formalizó su desaparición bajo el argumento que a través de los años sirvió para actos de corrupción (Expansión Política, 2021). El FONDEN dotaba de recursos económicos inmediatos a la declaración de emergencia por catástrofes naturales. El bono catastrófico es un instrumento financiero emitido por el gobierno el cual, dependiendo de su

estructura, suspende el pago de cupones o incluso del principal a los inversionistas cuando ocurren catástrofes naturales que cumplen con ciertos parámetros que constituyen un umbral que activa este tipo de efectos. Los bonos catastróficos son instrumentos cuyo riesgo subyacente no está correlacionado con el mercado financiero por lo que resulta atractivo para los inversionistas que les interesa diversificar el riesgo y en consecuencia, es un mecanismo de transferencia de un riesgo natural al mercado de financiero.

Seguro privado. Este es el mecanismo constituido por el sector asegurador, que depende de las condiciones de cobertura, del monto de prima que esta cobertura cuesta la cual se determina en función de la exposición y la intensidad del riesgo, de la capacidad operativa de la compañía de seguros para atender las necesidades de servicio en caso de siniestro y de su fortaleza financiera para soportar grandes pérdidas. La cobertura tradicional de seguro, a diferencia de la cobertura paramétrica, está diseñada para que la aseguradora concrete el pago del seguro en función de los daños cubiertos y efectivamente sufridos por el asegurado después de un exhaustivo proceso de evaluación y comprobación de estos. Recientemente, se puede encontrar en el mercado la cobertura de tipo paramétrico, ésta es, operativamente, más eficiente dado que no requiere de la evaluación de los daños para que el pago se concrete, es suficiente con que se cumplan los parámetros previstos en la cobertura. En los hechos, es posible que la cobertura paramétrica indemnice al asegurado que no tuvo daño alguno y no indemnice a quien si lo tuvo.

Mecanismos de transferencia

Cuando el riesgo asegurable excede la capacidad de la aseguradora, ésta tiene la alternativa de suscribir el riesgo y acudir a mecanismos que le permitan dispersar el riesgo entre otros actores participantes del mercado de seguros y reaseguros.

Coaseguro entre aseguradoras Es una figura legal donde una o varias aseguradoras ofrecen concurrentemente protección al contratante participando en un porcentaje de la cobertura de la ubicación asegurada, frecuentemente se designa una compañía líder que coordina los términos de la cobertura y su operatividad, pero todas las aseguradoras son responsables ante el contratante y cada una de ellas deberá emitir una póliza por su participación en el riesgo.



Reaseguro Es el mecanismo de transferencia de riesgo más común, bajo esta modalidad, la aseguradora directa se constituye como la cedente de parte del riesgo y es responsable de la administración de los términos de la cobertura de reaseguro, la tomadora de reaseguro, llamada reasegurador o reaseguradores, se rige con las prácticas generalmente aceptadas del mercado internacional. La cedente es responsable totalmente de la cobertura ante el contratante y de garantizar congruencia de sus términos con la cobertura de reaseguro para evitar pagar pérdidas por las que el respaldo del reasegurador sea improcedente. Un reasegurador extranjero que busca operar en el mercado asegurador mexicano debe registrarse ante el regulador, para efectos regulatorios, transferir riesgo a un reasegurador extranjero no registrado, es equivalente a considerarlo retenido por la cedente.

Límite máximo de retención

Para determinar el nivel de riesgo que la cedente puede retener, la regulación le obliga a justificar técnicamente que el nivel de retención autorizado por su Consejo de Administración no pone en riesgo su fortaleza financiera con un nivel de confianza suficientemente alto y, en caso de ser necesario, deberá contar con la opinión de un experto independiente. Esté límite debe reportarlo al regulador para fines de inspección y vigilancia. Sin embargo, la compañía prudencialmente podría fijar una retención inferior en sus coberturas de reaseguro y también podría fijar otra aún más baja como un límite operativo que podría aplicar en sus políticas de suscripción de riesgos, constituyendo de esta manera un esquema de alertas tempranas. La compañía debe cuidar que al suscribir negocios en ningún momento esté asumiendo un riesgo superior al límite máximo de retención autorizado debido a una colocación tardía de la cobertura de reaseguro y por la cual sería sujeta a una sanción o bien, una suscripción de sumas aseguradas en exceso de la capacidad de la cobertura de reaseguro, excedente que, en caso de siniestro, deberá ser cubierto con los recursos propios de la compañía.

Esquemas proporcionales

La cobertura de reaseguro podría ser en la modalidad proporcional, donde la retención se fija en función del monto de exposición directa con el contratante, bien sea como un porcentaje fijo que por ello se le conoce como quota share o como un monto en exceso de un límite que a su vez adquiere el nombre de excedentes, pero la proporción en que terminará repartiéndose el riesgo, también se aplicará a las primas y a los siniestros que pudieran presentarse. El propósito de este esquema es compartir la exposición al riesgo.

Por tal razón, se considera en este caso que no solo hay transferencia cierta de riesgo, sino que la participación del reaseguro, una vez conocida la pérdida, resulta en un monto cierto, lo cual justifica un registro contable de la operación y un efecto en el riesgo asumido por la compañía específicos. La prima de la cobertura de reaseguro se registrará contablemente como prima cedida. Vea la figura 3.

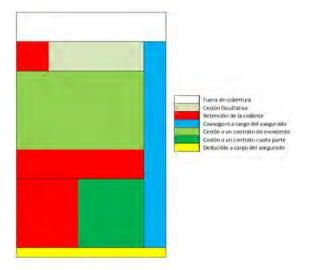


Figura 3 Distribución de la suma asegurada de una ubicación en un esquema de reaseguro proporcional. Elaboración propia.

Esquemas no proporcionales

Otra modalidad de cobertura de reaseguro alternativa es la no proporcional, en ésta su costo se determinará con base en la experiencia de pérdidas y la parte de ellas que se espera que afecten la cobertura y, será independiente de la exposición y de las primas que paga el contratante. Su propósito es contener el impacto de las pérdidas para la compañía ya sean que se determinen a partir de la pérdida individual o a partir de la pérdida agregada.

La participación de la compañía en la pérdida se conoce como prioridad y la protege en términos de la pérdida individual y por ello se le denomina exceso individual, o en términos de la pérdida agregada acumulada durante la vigencia de la cobertura de reaseguro y se conoce como stop loss (SL) o bien, en términos de la pérdida agregada acumulada derivada de un solo evento denominado excess of loss (XL).

Cuando la cobertura no proporcional es un XL y se



L Suárez Tinoco

activa debido a la ocurrencia de un evento será necesario reinstalar la cobertura para que pueda seguir vigente ante la eventual ocurrencia de otro evento. Cada reinstalación tendrá un costo y tanto éste como el número de reinstalaciones que podrán aplicarse, usualmente se precisan en los términos de la cobertura.

En este esquema la prima de la cobertura de reaseguro se registrará contablemente como costo de cobertura de reaseguro.

Esquemas financieros

En la categoría de financieros se incluyen una amplia gama de soluciones desvinculadas de la suscripción de riesgos o de la repartición de las pérdidas indemnizables. Su propósito es estabilizar los resultados de la compañía, usualmente son contratos a más de un año de tal suerte que los reaseguradores puedan recuperarse participando de las utilidades de la cedente después de un año de resultados negativos. El régimen regulatorio de estos esquemas exige una gobernanza operativa más estricta y la comprobación técnica de que la cobertura representa una transferencia significativa de riesgo de seguro, básicamente comprobando, si en la simulación de la experiencia de un esquema financiero proporcional, en al menos el 20 % de los casos el reasegurador sufre un impacto de al menos el 105 % de la prima cedida y que si se trata de un esquema financiero no proporcional, el impacto para el reasegurador sea equivalente al esquema financiero proporcional; en el caso del componente de financiamiento no deberá ser superior a dos veces la prima cedida o al costo de reaseguro por el componente de transferencia de riesgo.

Mercado financiero En los años recientes han surgido alternativas de transferencia del riesgo de seguro a los mercados financieros mediante el diseño y colocación de instrumentos de deuda que suspenden el pago de cupones y hasta el pago del principal si se cumplen parámetros de riesgos de seguro determinados objetiva e independientemente. De esta manera, la compañía puede contar con recursos para cubrir pérdidas excesivas si, por ejemplo, la tasa de mortalidad excede un determinado límite, ocurre un sismo en determinada fuente sismogénica, se excede determinada intensidad, si ocurre un huracán igual o mayor a cierta categoría, etc., como se explicó con anterioridad, este tipo de instrumentos resultan atractivos para el público inversionista porque le permite diversificar el riesgo de su inversión y la compañía podría acceder a recursos que podrían resultar menos costosos que la cobertura de reaseguro.



Solución integral Es importante destacar que todos los diferentes esquemas pueden convivir y constituir una compleja estrategia de cobertura del riesgo que asume la compañía de seguros; resulta natural empezar con el diseño de un programa de reaseguro proporcional que puede incluir coberturas de quota share o de excedentes estructurados en diferentes capas de protección para maximizar la cobertura y minimizar su costo y sobre la retención neta total que le resulte a la compañía, configurar un programa de reaseguro no proporcional que proteja la pérdida individual excesiva, sobre la acumulación de las prioridades en pérdidas derivadas del mismo evento, colocar una cobertura de excess of loss y para proteger las pérdidas agregadas durante el año adquirir una cobertura de stop loss. Si aún el resultado financiero representa una amenaza de preocupación puede recurrir a un programa de reaseguro financiero. Después de estos recursos, aún tiene la posibilidad de desarrollar un instrumento de deuda para colocarlo en el mercado financiero y obtener cobertura ante la posibilidad de que la tendencia global de un riesgo específico que puede afectar la posición financiera de la compañía supere un parámetro de referencia.

El seguro de terremoto

El seguro de terremoto y erupción volcánica es un producto que no se coloca de forma independiente en el mercado mexicano es una cobertura adicional a la de incendio considerada como cobertura principal.

Para colocar esta cobertura se necesita definir la localización de la o las ubicaciones aseguradas, su uso, el número de pisos altos, año de construcción, entre otros datos que permitirán valorar adecuadamente el riesgo al que la ubicación está expuesta, dependiendo del tamaño, complejidad y valor de la construcción, las aseguradoras pueden realizar una inspección del inmueble lo que le permitirá recabar datos complementarios para una valoración más precisa del riesgo.

Además, el solicitante deberá elegir a su conveniencia los límites de cobertura, es decir, el deducible o franquicia que podría ir de 2 % al 5 %, el coaseguro que podría ir del 10 % al 30 % dependiendo de la zona sísmica en la que se encuentra la ubicación asegurada, el límite a primer riesgo que consiste en desvincular el valor de la ubicación del monto máximo indemnizable y deja sin efecto la cláusula de proporción indemnizable en caso de una condición de bajo seguro, las coberturas que solicita de entre el edificio, los contenidos, las pérdidas consecuenciales y los bienes que desea cubrir mediante convenio expreso.

La cobertura se ofrece bajo dos modalidades; una póliza para una ubicación individual que es el caso más simple, una póliza que agrupa varias ubicaciones y que, por lo tanto, podrían aplicar deducibles, y coaseguros diferentes para cada ubicación, en este caso se deberá precisar la modalidad en que aplicará el límite a primer riesgo, es decir, aplicable a todas las ubicaciones y a todas las coberturas, a todas las ubicaciones por cobertura o para todas las coberturas en cada ubicación.

Es común que esta cobertura cubra pérdidas de tantos eventos como puedan ocurrir durante la vigencia de la póliza, sin embargo, si dos o más eventos ocurren en un cierto lapso, se consideraran como un solo evento.

La suma asegurada, en principio deberá corresponder al valor real o valor de reposición según se haya convenido entre la aseguradora y el contratante, pero deberá precisar si la cobertura será bajo la modalidad de primer riesgo, en cuyo caso no aplicará la cláusula de proporción indemnizable para el caso de un bajo seguro.

La suma asegurada o límite a primer riesgo, en su caso constituye el límite máximo de cobertura hasta donde el daño podría ser indemnizado, es común que primero se aplique este límite y a continuación el deducible o franquicia y el coaseguro.

Es necesario tener claro el orden en que serán aplicados el deducible o franquicia y el coaseguro, puesto que, dada la naturaleza de cada uno, puede resultar una pérdida indemnizable diferente. La aplicación del deducible resulta en un monto que se deduce de la pérdida tal que, si el resultado es positivo, éste es susceptible de ser indemnizado, la franquicia por su parte resulta en un límite arriba del cual toda la pérdida sería susceptible de ser indemnizada, ambos conceptos no se aplican juntos, mientras que, el coaseguro es un porcentaje aplicable a la pérdida y corre a cargo del contratante.

Es usual que esta cobertura excluya varios tipos de bienes que pueden ser cubiertos bajo convenio expreso, tales como, cimientos, albercas, bardas, patios exteriores, escaleras exteriores, muros de contención independientes del edificio o que están debajo del piso más bajo, frescos o murales, etc., pero también hay bienes que definitivamente no pueden ser cubiertos como son el caso de, suelos y terrenos, edificios, instalaciones o construcciones no terminadas ni sus contenidos, se excluyen, daños causados por reacciones nucleares, radiaciones o contaminación radioactiva que no sean derivadas del terremoto, causados por marejada o inundación o causadas por vibraciones o movimientos naturales del subsuelo que sean ajenos al terremoto.

3. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TERREMOTO

Modelo estatutario

En el sector asegurador, la evaluación del riesgo de terremoto se vuelve una actividad de suma importancia ya que las aseguradoras deben saber el monto de prima que deben cobrar, el monto a pagar a los reaseguradores por la transferencia del riesgo excedente al que pueden retener, el nivel necesario y suficiente de las reservas que deben constituir y los fondos propios que deben mantener para respaldar su sustentabilidad en el largo plazo conforme el nivel de solvencia que pretenden ofertar al mercado.

Con el apoyo de la empresa mexicana ERN que nació con vínculos con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la CNSF responsable de regular el sector asegurador definió el régimen estatutario para la gestión del riesgo de terremoto que las aseguradoras participantes deben implementar.

El conocimiento de las condiciones regionales de ocurrencia de eventos, así como las características reportadas sobre eventos históricos, proveen una primera idea del potencial de eventos que amenazan la región, y permiten conocer, de manera preliminar y aproximada, los periodos de retorno de los eventos más importantes.

En seguros, el análisis del riesgo se basa en la frecuencia histórica de eventos y en la severidad de cada uno de ellos. La severidad se mide mediante parámetros de intensidad válidos para una ubicación geográfica específica. Una vez que se definen los parámetros de amenaza, es necesario generar un conjunto de eventos estocásticos que definen la frecuencia y severidad de miles de eventos, representando así la materialización del riesgo en la región.

Los avances actuales en el desarrollo y presentación de la información geográfica y georreferenciada permiten adelantos importantes en la visualización y entendimiento de las amenazas y de los eventos que las generan. El manejo de esta información por medio de capas en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite la automatización de los procesos de cálculo de riesgo, así como una visualización ambiciosa y comunicación simple y ágil de resultados. Sin embargo, el cálculo de las capas de amenaza generalmente recae en programas especializados que no necesariamente son parte de los SIG.

Por su parte, la evaluación del riesgo exige la generación de eventos estocásticos, cada uno con una frecuencia de ocurrencia definida, y que entre todos representen de manera adecuada las diferentes combinaciones de in-



L Suárez Tinoco

tensidad y ubicación geográfica de las posibles fuentes generadoras de sismos.

El objetivo principal de la evaluación del riesgo es proporcionar la información necesaria para calcular el riesgo para diferentes periodos de retorno. El cálculo del riesgo se basa en eventos que siguen la distribución de intensidad-frecuencia observada.

La metodología utilizada para el aseguramiento del riesgo de terremoto que en México se ha abordado ha consistido en identificar y caracterizar las principales fuentes sismogénicas, es decir, los hipocentros, los lugares donde se produce la fricción o el choque de las placas tectónicas que dan lugar a las ondas sísmicas y los epicentros, el lugar de la superficie terrestre exactamente encima de los hipocentros. A partir de la información geológica y neotectónica se define la geometría de las fuentes sismogénicas.

La estadística de ocurrencia de sismos conforme a su magnitud según la escala desarrollada por Charles Richter y recogida por las diferentes unidades de monitoreo instaladas en las zonas de mayor actividad sísmica de la República Mexicana y administradas por el Servicio Sismológico Nacional adscrito al Instituto de Geofísica de la UNAM, constituye el catálogo de terremotos histórico y con base en él se determinan los parámetros de sismicidad a las diferentes fuentes sismogénicas.

Una vez determinada la estructura del modelo de sismicidad se genera un conjunto de eventos estocásticos compatible con la distribución ubicación profundidad, magnitudes y frecuencias, es decir, a partir de toda la información anterior, se genera un conjunto de eventos de terremotos por medio de un muestreo basado en una división recursiva de la geometría de las fuentes, y se asignan parámetros de sismicidad a cada segmento de manera ponderada según su aporte de área en el área total. Para cada segmento se generan una serie de escenarios de diversas magnitudes, cuyas probabilidades de ocurrencia se calculan a partir la curva de recurrencia de magnitudes específica de esa fuente.

De entre las leyes de atenuación de los parámetros de movimiento del terreno existentes en la literatura o desarrolladas con la información local, se seleccionan aquellas que mejor modelen las condiciones del movimiento del terreno entre las fuentes sismogénicas y los sitios donde se encuentra la exposición cuyo riesgo se pretende evaluar.

Se generan mapas de distribución espacial de intensidad sísmica para cada evento representativo.

Se amplifican los parámetros por efectos de sitio en donde se encuentra la exposición al riesgo, dado que la



respuesta dinámica de depósitos de suelo modifica las características del movimiento en amplitud, contenido de frecuencias y duración. El efecto de amplificación de la intensidad por efecto de los depósitos de suelo blando superficiales se cuantifica por medio de cocientes de espectros de respuesta de manera que modifican directamente los mapas calculados en el paso anterior.

Se modela la vulnerabilidad estructural de las construcciones expuestas el riesgo de terremoto dependiendo de su tamaño, material, diseño estructural y arquitectónico y la naturaleza de sus contenidos. Esto permite desarrollar una distribución probabilística de las pérdidas económicas que la materialización del riesgo de terremoto puede representar.

La distribución probabilística de pérdidas permite simular diferentes escenarios de pérdidas a los que se aplican los límites de cobertura solicitada por el contratante de la cobertura de seguro tales como deducibles o franquicias, coaseguros, suma asegurada que permite determinar la prima pura de riesgo que debe cobrar la aseguradora, de igual modo se determina el efecto de la trasferencia de riesgo a coberturas de reaseguro proporcional que permite negociar la prima a pagar al reasegurador y determinar la prima pura por el riesgo retenido que permitirá determinar la reserva de riesgos en curso que deberá constituir la compañía de seguros.

Así mismo determinando la pérdida bruta y retenida agregada del portafolio de pólizas de seguro bajo diferentes períodos de retorno se determina la pérdida máxima probable antes de la materialización de un evento de riesgo de terremoto, se determina el nivel de capital requerido normativamente para mantener la compañía en operación y sirve para valorar si se cumple el apetito de riesgo establecido por la compañía. La pérdida máxima probable por el riesgo retenido también permite negociar con los reaseguradores la colocación de coberturas de exceso de pérdida que mitigan el impacto a la compañía de la materialización del riesgo de terremoto.

El período de retorno se puede interpretar como el tiempo que transcurre entre dos eventos que superan una magnitud determinada. Hay una correspondencia directa entre dicho periodo y la magnitud, es decir, a medida que el periodo es mayor, la magnitud determinada es mayor. En el contexto de los negocios, es útil interpretar el periodo de retorno como el tiempo que el negocio podrá sobrevivir a un impacto igual o mayor a la magnitud dada que le lleve a la quiebra. Este mismo concepto en el contexto de la administración de riesgos representa un indicador del apetito de riesgo: elegir un periodo muy alto es sinónimo de un apetito muy bajo.

Otros modelos

No obstante que en el mercado podemos encontrar varias herramientas que modelan el riesgo de terremoto, las empresas internacionales con mayor presencia en el país que apoyan al sector asegurador son RMS y Verisk quienes han desarrollado modelos que contemplan las condiciones particulares del territorio mexicano.

Sus herramientas son mayormente utilizadas por *intermediario*s de reaseguro, reaseguradores y empresas aseguradoras los cuales se basan en enfoques y metodologías similares, pero no idénticas a los implementados por ERN. En el caso de Verisk conocida en 2006 como AIR Worldwide, proveyó soporte para desarrollar el bono catastrófico que el Gobierno Mexicano colocó en el mercado financiero internacional a través del Banco Mundial.

Prima pura o pérdida anual esperada

El modelo estatutario de evaluación del riesgo de terremoto cubre modalidades de pólizas individuales, agrupadas y semi agrupadas y contempla criterios para evaluar las pérdidas de cuatro tipos de exposición cubiertas: el edificio, los contenidos, los daños consecuenciales y los bienes cubiertos bajo convenio expreso.

Así mismo en el cálculo de la pérdida bruta de una póliza individual se contempla la pérdida tal cual ocurre, mientras que para el cálculo de la pérdida retenida se aplican cuatro límites de cobertura como son el valor asegurable, el deducible, el coaseguro y el impacto de esquemas proporcionales de transferencia de riesgos a reaseguro.

En las modalidades de pólizas grupadas y semiagrupadas se contempla, además, el límite de cobertura a primer riesgo. Este último debe entenderse como un límite agregado de responsabilidad de la aseguradora en caso de ocurrencia de un evento en el que podrían ser afectadas varias ubicaciones incluidas en la póliza.

El cálculo de las pérdidas individuales se basa en una distribución de probabilidades beta y además contempla la modalidad de cobertura de reaseguro proporcional por capas donde la totalidad de las capas cubre el riesgo bruto y es posible definir una retención diferente para cada capa de entre 0 % y 10 %.

La pérdida esperada se define como la esperanza de la pérdida que se tendría en un año cualquiera suponiendo que el proceso de ocurrencia de sismos es estacionario y que a las estructuras dañadas se les restituye su resistencia inmediatamente después de un sismo.

La pérdida anual esperada es también conocida como "prima técnica" o "prima pura de riesgo" puesto que, de cobrarse tal valor de prima en un sistema simple de seguro, se tendría a largo plazo, un equilibrio entre primas recibidas y pérdidas pagadas.

$$PPAB_i = \sum_{j=1}^{Nf} \int_{M_0}^{M_u} -\frac{\mathrm{d}\gamma_j(M)}{\mathrm{d}M} \mathbb{E}(PB_i|M, \text{fuente } j)\mathrm{d}M,$$

donde la suma abarca la totalidad de las fuentes Nf, los límites M_0 y M_u representan la mínima magnitud relevante y la máxima intensidad factible reprectivamente, $\gamma_j(M)$ es la sismicidad de la fuente j, y $\mathbb{E}(PB_i|M, \text{fuente } j)$ es el valor esperado de la pérdida bruta de la i-ésima ubicación, en unidades monetarias suponiendo que, en la fuente j ocurre un sismo de magnitud M

La prima pura de riesgo anual retenida $PPAR_i$, se puede expresar de la siguiente manera,

$$PPAB_i = \sum_{j=1}^{Nf} \int_{M_0}^{M_u} -\frac{\mathrm{d}\gamma_j(M)}{\mathrm{d}M} \mathbb{E}(PR_i|M, \text{fuente } j) \mathrm{d}M,$$

donde PR_i es la pérdida retenida de la *i*-ésima ubicación que resulta de aplicar a la pérdida bruta PB_i los límites de suma asegurada, deducible, coasefuro, retención y límite a primer riesgo, según proceda.

En el caso de pólizas agrupadas y semiagrupadas, donde a la pérdida agregada bruta que resulta de la suma de las sufridas por cada una de sus ubicaciones dada la ocurrencia de un terremoto, además de los límites que se deben aplicar por ubicación, se le aplican otros más a nivel agregado con lo cual determinamos la pérdida agregada retenida. Esta se distribuye por ubicación en proporción de la contribución que cada una haya aportado a la pérdida bruta agregada. Una vez efectuado esto, procedemos a calcular la prima pura de riesgo anual retenida mediante la expresión que antes presentamos para ese fin.

Tanto la prima bruta anual de la i-ésima ubicación $PPAB_i$ como la correspondiente a la prima pura retenida anua; $PPAR_i$ son resultados que arroja el modelo de evaluación del riesgo de terremoto estatutario desarrollado por el regulador con el apoyo de la empresa ERN.

A la compañía le puede ser muy ;util conocer la prima pura de riesgo anual bruta y retenida de toda su cartera las cuales resultan de las siguientes sumas,

$$PPAB = \sum_{i} PPAB_{i}$$
 $q_{*} \quad \mu_{*} \quad q_{*}$

| Suárez Tinoco

y
$$PPAR = \sum_{i} PPAR_{i}$$

Tasa de excedencia de una cartera

La tasa de excedencia de una pérdida ante un sismo es el número medio de veces al año en que dicha pérdida será igualada o excedida. La tasa de excedencia de un cierto valor de pérdida

$$\mu(p) = \sum_{j=1}^{Nf} \int_{M_0}^{M_u} -\frac{\mathrm{d}\gamma_j(M)}{\mathrm{d}M} \mathbb{P}(PR > p|M, \text{fuente } j) \mathrm{d}M,$$

donde:

- la suma abarca la totalidad de las fuentes Nf,
- $\gamma_i(M)$ es la sismicidad de la fuente j, y
- P(PR > p|M, fuente j) es la probabilidad de que la pérdida anual agregada retenida exceda un valor dado p suponiendo que en la fuente j ocurre un sismo de magnitud M.

Pérdida máxima probable

En el contexto de la administración de riesgos nos referimos al apetito de riesgo como el nivel de riesgo que estamos dispuestos a asumir asociado al nivel de beneficio que nos hemos propuesto obtener. Sin embargo, el nivel de riesgo puede reducirse o agravarse, en este último caso se define el nivel de tolerancia al riesgo, es decir, el nivel de riesgo tan alto que implica la decisión de abandonar nuestro propósito.

Por otro lado, la pérdida máxima probable, también conocida como *PML*, es un estimador del tamaño de la pérdida que se excedería poco frecuentemente en una cartera sometida a la ocurrencia de sismos. Para los fines del modelo regulatorio de gestión de riesgo de terremoto, se definirá como *PML* a la pérdida asociada a un período de retorno de 1,500 años, es decir, el límite de tolerancia de riesgo de nuestra regulación es aquél asociado a una pérdida que, en promedio, sucederá una vez cada 1,500 años. Fijar este nivel de tolerancia, también se puede entender como una vez ocurrido este nivel de pérdida, la compañía cae en ruina.

No significa que después de una excedencia, la siguiente ocurrirá después de 1,500 años, siendo un proceso aleatorio, no se puede determinar el tiempo en que la siguiente pérdida ocurrirá, pero dado que el proceso aleatorio de ocurrencia de pérdidas se ha modelado como un proceso Poisson, si podemos determinar la probabilidad de que la siguiente pérdida que lleve a la ruina, ocurra

 $g_x \quad \mu_x \quad d_x$ $V_x \quad Q_x \quad A_y$ $L_x \quad \bar{a}_x \quad p_x$

dentro de los siguientes t años, mediante $\mathbb{P}(t) = 1 - \mathrm{e}^{-\frac{t}{T}}$, donde $\mathbb{P}(t)$ es la probabilidad de que la ruina acontezca dentro de los siguientes t años y T el período de retorno, precisamente igual a 1,500 años.

Con base en lo anterior y a partir de la tasa de excedencia de la cartera, podemos definir la PML, como igual al valor k tal que

$$\mu(p) = -\sum_{j=1}^{Nf} \int_{M_0}^{M_u} \frac{\mathrm{d}\gamma_j(M)}{\mathrm{d}M} \mathbb{P}(PR > p|M, \text{fuente } j) \mathrm{d}M$$
$$= 1 - \mathrm{e}^{-\frac{1}{1.500}}.$$

4. RESERVAS DEL SEGURO DE TERREMOTO

Las normativas tipo Solvencia II establecen que las reservas técnicas consistirán en una mejor estimación de las obligaciones que enfrenta la compañía más un margen de riesgo calculado como el costo que le cuesta a la compañía que los accionistas mantengan los fondos propios necesarios para cubrir el requerimiento de capital de solvencia (RCS).

En el caso de México, el margen de riesgo se calcula como el 10 % del RCS total de la compañía y la Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF) establecen las disposiciones que se deben cumplir al definir la metodología de asignación a cada ramo y tipo de reserva de la parte del margen de riesgo total.

Dentro de los alcances de este documento no prevemos profundizar en el margen de riesgo, en virtud de que está vinculado directamente con la solvencia de la compañía.

Reserva de riesgos en curso.

A diferencia de todos los tipos de seguro de riesgos no catastróficos donde la normativa establece las bases para desarrollar una metodología de valuación de esta reserva a partir de un mejor estimador de las obligaciones netas futuras de la compañía más su correspondiente margen de riesgo, el régimen para el riesgo de terremoto no cambió con la entrada en vigor en 2015 de la LISF.

La reserva de riesgos en curso se constituye para hacer frente a las obligaciones futuras derivadas de la cartera de pólizas en vigor, sin embargo, las pólizas suscritas que aún no han entrado en vigor también contribuirán a la reserva de riesgos en curso con toda la prima cobrada neta del costo de adquisición.

En el seguro de terremoto y conociendo la prima pura anual de la *i*-ésima ubicación cubierta y la vigencia de la cobertura de seguro, podemos determinar la reserva de riesgos en curso bruta como

$$RRCB_i = \frac{PPAB_i}{365}(\text{máx}(FF_i, FV_i) - \text{máx}(FI_i, FV_i)),$$

donde $RRCB_i$ y $PPAB_i$ son la reserva de riesgos bruta y la prima pura anual bruta respectivamente mientrras que FI_i , FF_i y FV_i son las fechas inicial y final del período de vigencia y , la correspondiente fecha de valuación de la reserva, respectivamente.

La reserva de riesgos en curso bruta *RRCB* de toda la cartera será,

$$RRCB = \sum_{i} RRCB_{i}$$

Así mismo podremos conocer la reserva de riesgos en curso retenida, de la siguiente manera,

$$RRCR_i = \frac{PPAR_i}{365}(\text{máx}(FF_i, FV_i) - \text{máx}(FI_i, FV_i)),$$

donde $RRCR_i$ y $PPAR_i$ son la reserva de riesgos en curso retenida y la prima pura anual retenida respectivamente correspondientes a la i-ésima ubicación. La reserva de riesgos en curso retenida RRCR de toda la cartera será,

$$RRCR = \sum_{i} RRCR_{i}.$$

La reserva de riesgos en curso se reconoce contablemente como una deuda y a medida que el tiempo de cobertura transcurre y la fecha de valuación va avanzando, podemos ver que la reserva de riesgos decrece entre fechas de valuación sucesivas, esta disminución equivale al costo consumido del riesgo que se va liberando con el tiempo.

En el caso de los seguros que cubren riesgos con alta frecuencia y baja severidad, el monto liberado financia las pérdidas indemnizables del año y el excedente que resulte puede considerarlo como utilidad de operación o pérdida en su caso. El comportamiento del riesgo de terremoto es justamente contrario, presenta baja frecuencia y alta severidad.

Reserva de obligaciones pendientes de cumplir

Esta reserva está destinada a cubrir el valor esperado de siniestros, beneficios, valores garantizados o dividendos, una vez ocurrida la eventualidad prevista en el contrato de seguro. Se deberá agregar el margen de riesgo cuya revisión, conforme a lo descrito en la introducción de este documento, hemos definido fuera del alcance.

Por siniestros y otras obligaciones de monto conocido

Esta parte de la reserva de obligaciones pendientes de cumplir consiste en los montos conocidos al momento de la valuación de los siniestros reportados, beneficios vencidos o devengados sobre los cuales no se esperen variaciones futuras. Si la obligación vencida es pagadera en parcialidades, la reserva es el valor actual de los flujos futuros de pagos descontados a tasa de mercado libre de riesgo.

Por siniestros ocurridos no reportados y gastos de ajuste asignados al siniestro (SONR) La necesidad de constituir esta reserva surge de que, en la práctica, ocurren los eventos y los consecuentes daños son reportados con retraso a la compañía, que en medio de este período debe evaluar sus obligaciones con el propósito de reflejar una utilidad o pérdida correcta conforme a estándares contables.

La técnica básica se puede comprender si en una cuadricula rectangular se construye un triángulo donde las pérdidas se reflejen en el renglón correspondiente al período en que ocurrieron y en la columna que corresponda al período en que fueron reportadas. Se han desarrollados metodologías muy intuitivas, pero también otras matemáticamente muy sofisticadas para estimar las pérdidas que caerán en el triángulo complementario del rectángulo cuadriculado cuya suma total representa la estimación de las obligaciones que la compañía enfrentará por las pérdidas ocurridas dentro de períodos efectivos de cobertura, pero cuyo reporte recibirá con posterioridad a la fecha de valuación.

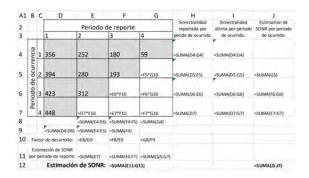
Con datos de pérdidas inventados, las tablas 1 y 2 ilustran técnica básica para la estimación de la SONR.

A1	В	C	D	E	F	G	Н	1	1
2				Periodo d	e reporte				
3			1	2	3	4			
4	ocurrencia	1	356	252	180	59	847	848	
5		2	394	280	193	63.26	867	932	63.26
6	Periodo de	3	423	312	218.75	71.70	735	1,028	290.45
7	Perio	4	448	322.35	226.01	74.08	448	1,074	622.43
8				844	373	59			
9		,	1,173	532	180				
10				0.7195	0.7011	0.3278			
11				322.35	444.76	209.04			
12	1	Estin	ación d	e SONR:		976.15			976.15

■ **Tabla 1** Estimación SONR1.



Suárez Tinoco



■ Tabla 2 Estimación SONR2.

Reserva catastrófica

Naturaleza Los riesgos catastróficos, en particular el riesgo de terremoto, tienen como rasgos que presentan una baja frecuencia a lo largo de los años, pero muy alta severidad. La reserva catastrófica surge como solución para aprovechar las utilidades que se obtienen en los años en que no ocurren sismos en fortalecimiento financiero de la compañía para enfrentar las pérdidas en el año que ocurra el evento.

Los recursos frescos que alimentan esta reserva consisten en las liberaciones de la reserva de riesgos en curso que en esencia consisten en la prima pura de riesgo que ha sido consumida con el transcurso de la vigencia de la cobertura de seguro. El punto de partida es la idea de que la ganancia producida en los años en que no ocurren siniestros aun siendo patrimonio de la compañía no pueda retirarlos y los ahorre para acumular recursos suficientes que le permitan enfrentar las pérdidas extraordinarias ocasionadas por un sismo al momento en que éste ocurra.

El hecho de que normativamente se constituya como un pasivo frecuentemente fomenta la interpretación de que es una obligación ante un acreedor identificable que podría ser el asegurado que devengó la cobertura, sin embargo, tal asegurado podría ya no tener vigente una cobertura al momento de ocurrencia del sismo, tampoco sería muy claro que el acreedor fuera, justamente el asegurado con cobertura vigente al momento de ocurrencia del sismo porque podría ser un asegurado nuevo que no aportó recurso alguno a esta reserva en el pasado.

No obstante, que se reconoce como un pasivo, contradictoriamente para efectos de determinar el valor de las acciones, se agrega al capital con lo cual se fomenta una segunda interpretación de que es parte del patrimonio de los propietarios. Congruentemente con esta segunda interpretación, en lugar de que sea un pasivo que hay que



respaldar con recursos de mínimo riesgo y máxima disponibilidad, podría más bien ser vista como parte integrante de los fondos propios de la compañía que representaría una notable mejora en su fortaleza financiera.

Más allá de su interpretación, la reserva catastrófica constituye un recurso etiquetado para cubrir las cuantiosas pérdidas que producen los terremotos y contribuye a fortalecer la posición financiera de la compañía, está claro que apoya la sustentabilidad de la compañía en el largo plazo.

Cálculo Cuando la compañía inicia operaciones de seguro de terremoto, su reserva catastrófica inicia en cero, por su parte la reserva de riesgos en curso valuado justamente al inicio del mes de operaciones también es cero. Durante el primer mes de operaciones inician vigencia las primeras pólizas que la compañía colocó que representaron una prima pura de riesgo anual de riesgo retenida de la *i*-ésima ubicación *PPAR_i* a partir de ella y de las fechas que delimitan el período de vigencia, tenemos

$$PPVR_i = \frac{PPAR_i}{365}(FF_i - FI_i),$$

donde $PPVR_i$ es la prima pura de riesgo bruta correspondiente al período de vigencia de la i-ésima ubicación.

La prima pura de riesgo retenida de toda la cartera conforme a la vigencia de la cobertura de cada una de las ubicaciones sería,

$$PPVR = \sum_{i} PPVR_{i}.$$

A partir de lo anterior, la prima pura de riesgo bruta devengada entre los puntos del tiempo 0 y 1 en que se hace la valuación, será,

$$PPBD_1 = RRCB_0 + PPVB_1 - RRCB_1$$
.

Y la retenida correspondiente, será

$$PPRD_1 = RRCR_0 + PPVR_1 - RRCR_1.$$

Y la prima pura de riesgo bruta subsecuente entre los puntos del tiempo t-1 y t será,

$$PPBD_t = RRCB_{t-1} + PPVB_t - RRCB_t$$
.

Y la correspondiente retenida será,

$$PPRD_t = RRCR_{t-1} + PPVR_t - RRCR_t.$$

A partir de las primas puras de riesgos devengadas retenidas, primeramente, calculamos el saldo de la reserva catastrófica en el punto 1 identificada con $RCat_1$, será,

$$RCat_1 = PPRD_1$$
.

Sin embargo, conforme a la regulación, el incremento deberá calcularse al cierre de cada mes, además de que se le deberá acreditar rendimientos, en el caso de la reserva constituida en moneda nacional la tasa correspondiente a los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días y para la constituida en moneda extranjera, la media aritmética de la tasa Libor a 30 días, en ambos casos, los productos financieros serán capitalizables mensualmente, por lo tanto, el saldo sucesivo de la reserva catastrófica será

$$RCat_t = RCat_{t-1}(1+i_t) + PPRD_t$$

= $RCat_{t-1} + (RCat_{t-1}i_t + PPRD_t),$

donde i_t es la tasa de interés aplicable.

De esta última expresión se desprende que el incremento a la catastrófica se compone de un incremento que proviene de la prima pura de riesgo devengada y otro incremento por el rendimiento financiero de su inversión.

Está clara la imposibilidad de determinar a partir del saldo en una fecha determinada, las pólizas que aportaron a esta reserva, por cuánto lo hicieron y cuándo lo hicieron en caso de pretender que los titulares de esas pólizas pudieran tener algún derecho sobre ella.

Límite de acumulación Como se explicó con anterioridad, el objetivo de la reserva catastrófica es acumular recursos para que la compañía esté en mejores condiciones de enfrentar pérdidas por sismo, por lo que no sería necesario que esta creciera indefinidamente sin importar la pérdida máxima probable a la que la compañía tendría que hacerle frente.

Resulta natural suponer que el límite máximo de acumulación LMA_{FV} a la fecha de valuación tendría que involucrar de alguna manera la PML_{FV} por ello, nuestro régimen regulatorio establece como límite máximo,

$$LMA_{FV} = 0.90 \,\text{máx} \left(SAR_{FV} \frac{\sum_{t=1}^{5} \frac{PML_{1-t}}{SAR_{1-t}}}{5}, PML_{FV} \right), \tag{1}$$

donde SAR_{FV} es la suma asegurada total retenida a la fecha de valuación.

En (1), t varia de tal manera que se terminen incluyendo los valores de PML y de SAR de la fecha de valuación y de los correspondientes a los cuatro años anteriores. Lo anterior significa que cualquier excedente de la reserva catastrófica sobre el límite técnico de acumulación a la fecha de valuación podrá liberarse y constituir parte de

la utilidad de la compañía de tal suerte que se cumpla que, $RCat_{FV} \leq LMA_{FV}$.

En los términos regulatorios el LMA_{FV} solo se determina al 31 de diciembre de cada año calendario.

Inversión de las reservas

Por requerimiento normativo y sana práctica es necesario documentar una política de inversión de los activos de la compañía y que la defina, apruebe y vigile su cumplimiento el Consejo de Administración.

La inversión de los activos se rige por el principio de prudencia que implica garantizar la seguridad de la cartera procurando la diversificación, liquidez y rentabilidad. Además, es mandatorio mantener los activos suficientes para cubrir la base de inversión y contar con los fondos propios admisibles para cubrir el RCS.

La inversión debe procurar coherencia con la naturaleza, duración y moneda de las obligaciones que asume la compañía para lo cual debe gestionar los riesgos de mercado, liquidez, crédito, concentración de las inversiones y el correspondiente riesgo de descalce respecto de la estructura de tasa y plazo de sus flujos para hacer frente a las obligaciones asumidas.

Exceptuando a los instrumentos respaldados por el gobierno federal o emitidos por el Banco de México, para la cobertura de Base de Inversión en general, se definen límites por emisor, por emisión, por tipo de activo, por tipo de sector al que los activos están vinculados,

Así mismo, en la disposición 8.17.3 de la CUSF se definen los activos que caen en la categoría de corto plazo, entendiendo como tal, un plazo igual o menor a un año. A manera de ejemplo, se consideran de corto plazo,

- a) los instrumentos que se rediman, amorticen o venzan dentro de un plazo igual o menor a un año,
- b) instrumentos emitidos por el gobierno federal que se encuentren valuados a mercado,
- c) los cupones devengados, la parte por devengar del cupón vigente, y los cupones por devengar con fecha de corte menor o igual a un año calendario de instrumentos a largo plazo.
- d) Bajo ciertas condiciones, instrumentos listados en la bolsa de valores catalogados como de alta bursatilidad, algunos certificados bursátiles, algunos títulos estructurados y FIBRAS y, algunos fondos de inversión.

Reserva de riesgos en curso En los seguros de temporalidad menor o igual a un año, como es el caso del seguro



| Suárez Tinoco

de terremoto, en instrumentos a corto plazo, debe canalizarse al menos el 50 % del monto de la reserva de riesgos en curso de retención, es decir, descontando los Importes Recuperables de Reaseguro a la reserva de riesgos en curso bruta.

Reserva de obligaciones pendientes de cumplir. El 100 % de la reserva debe canalizarse a instrumentos de corto plazo, salvo, en el caso de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos no reportados y de gastos de ajuste asignados al siniestro, donde debe canalizarse al menos el 70 % del monto de esta reserva, habiendo descontado los Importes Recuperables de Reaseguro, y

Reserva catastrófica. Por su parte y dada su naturaleza, la regulación mexicana exige que la reserva catastrófica sea respalda al 100 % con inversiones de corto plazo.

5. SOLVENCIA DEL SEGURO DE TERREMOTO

Generalidades de solvencia

Garantizar la solvencia y sustentabilidad de la compañía es relevante para consolidar la confianza y seguridad del público consumidor en sus servicios.

El régimen de solvencia implementado a partir de la entrada en vigor de la LISF se construyó buscando fortalecer tres pilares de la solvencia.

- a) El primero, eliminar cualquier margen prudencial en la valoración de los pasivos para implementar el concepto de mejor estimador de las obligaciones más un margen de riesgo que representa el costo financiero de que los accionistas mantengan el nivel de fondos propios necesario para garantizar la solvencia; una nueva metodología de evaluación de las necesidades de capital para soportar desviaciones adversas en los activos y pasivos conforme al perfil del riesgo de la compañía.
- b) El segundo pilar consistió en reformar los órganos de gobierno que ya existían e implementar algunos más con el propósito de fortalecer la gobernanza: constituir un comité de auditoría con consejeros independientes y elevar el alcance de la función de auditoría interna con línea de reporte directo a dicho comité; implementar la función de administración de riesgos y nombrar un responsable de consolidar un sistema de administración; formalizar la función de control interno de tal manera que se consolide la operación de un sistema de control interno vigilado por la función de auditoria; implementar un

- responsable de la coordinación y vigilancia de los procesos actuariales críticos e implementar un sólida supervisión de los servicios contratados con terceros proveedores con el propósito de mitigar el riesgo de su incumplimiento.
- c) El tercer pilar consistió en definir la información técnica, financiera y de gobierno corporativo que debe ser puesta al alcance del público en general, de tal manera que el comportamiento de un mercado informado fomente la competitividad las compañías del sector.

La figura 4 ilustra cómo la posición financiera de una compañía puede verse afectada adversamente de un año a otro. En efecto, los pasivos pueden crecer y los activos se pueden deteriorar, cualquiera de los dos comportamientos constriñe el capital y constituye una amenaza a la suficiencia de recursos para enfrentar obligaciones. En particular, atenta contra la suficiencia de fondos propios de la empresa para enfrentar desviaciones adversas en los pasivos y en los activos que podrían representar la quiebra de la aseguradora.

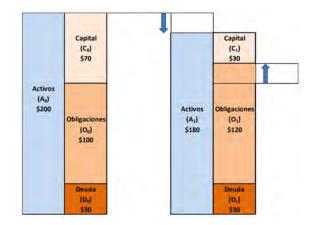


Figura 4 Variaciones en el capital. Elaboración propia.

Ambos comportamientos desfavorables pueden producirse por variadas condiciones y circunstancias contingentes durante el año, de tal suerte que se justifica modelar el comportamiento del balance bajo diferentes escenarios. El concepto de solvencia implementado en nuestro país se puede describir en términos del capital económico; la cantidad necesaria para que, con un nivel de confianza del 99.5 %, la compañía cumpla sus obligaciones en el horizonte de un año. Este planteamiento condujo al desarrollo del modelo de solvencia estatuta-



rio basado en procesos estocásticos con el que todas las compañías calculamos el capital requerido y determinamos si contamos con suficientes fondos propios con las características tales que puedan respaldar ese capital.

La comparación de estos fondos propios admisibles contra el capital requerido nosindicará el nivel de solvencia de la compañía.

La fórmula general del requerimiento de capital es,

$$\begin{array}{lcl} RCS & = & \max(RC_{TyFS} + RC_{PML}, 0.9RC_{TyFS}) \\ & & + RC_{TyFP} + RC_{TyFF} + RC_{OC} + RC_{Op}. \end{array}$$

Como se puede ver, entre otros tipos de requerimientos, contempla el requerimiento de capital del seguro de terremoto RC_{PML} dentro de un máximo que tiene sentido solamente si RC_{PML} es negativo y afectaría disminuyendo el componente del requerimiento de capital RC_{TyFS} por los otros riesgos técnicos y financieros de los seguros que afecten a la compañía.

La expresión muestra que la disminución máxima no podrá ser mayor del 10% del RC_{TyFS} que puede interpretarse como el beneficio máximo de diversificación, en términos más coloquiales, diríamos que hasta un máximo 10% de los recursos propios sobrantes en la cobertura desviaciones en las responsabilidades del seguro de terremoto podrían ser usados para cubrir desviaciones en las responsabilidades de los otros riesgos técnicos y financieros que enfrente la compañía.

Por su parte, se establece que el RC_{TyFS} reflejará la variación en el valor neto de los fondos propios ajustados en el horizonte de un año a partir de la evaluación del requerimiento de capital

$$\Delta VNA = VNA(1) - VNA(0),$$

$$\Delta VNA = (VNF(1) + REA_{PML}(1)) - (VNF(0) + REA_{PML}(0)),$$

$$\Delta VNA = ([A(1) - P(1)] + REA_{PML}(1)) - ([A(0) - P(0)] + REA_{PML}(0)),$$

donde VNA significa valor neto de los activos, VNF valor neto de activos financieros y REA_{PML} valor neto de los activos que representan la cobertura de reaseguro para las pérdidas derivadas del seguro de terremoto. El argumento cero indica el momento de la evaluación del requerimiento de capital y el argumento uno, un año después. Reordenando los sumandos y definiendo las variables de pérdida $L=-\Delta VNA$, $L_A=-\Delta A$, $L_P=-\Delta P$ y $L_{PML}=-\Delta REA_{PML}$ tendremos que la variable de pérdida L, es como sigue,

$$L = L_A + L_P + L_{PML}.$$

El requerimiento de capital por los riesgos técnicos y financieros de seguros RC_{TuFS} se define como,

$$RC_{TyFS} = max(0, VaR_{99.5\%}(L)).$$

Está claro que la variable de pérdida L contempla una compensación entre los comportamientos favorables y adversos aleatorios de las variables de pérdida que suma, por lo que no es trivial determinar la contribución de la variable de pérdida L_{PML} al RC_{TyFS} .

Régimen del seguro de terremoto

La contribución de la variable de pérdida L_{PML} al RC_{TyFS} , se interpreta como el requerimiento de capital por el eventual incumplimiento de los reaseguradores con los que se ha colocado la cobertura de reaseguro de riesgos de terremoto ya sean a través de esquemas proporcionales o no proporcionales.

El requerimiento de capital por el riesgo de contraparte de reaseguro está en función de la calificación de cada reasegurador conforme a los términos en que participa en la cobertura de reaseguro. Dicha calificación se equipara a una probabilidad de *default* y por lo tanto de incumplimiento de sus obligaciones, en consecuencia, en algunos de los escenarios estocásticos se anulará la correspondiente recuperación de pérdidas.

Para los efectos de este documento se considera que el requerimiento de capital por el riesgo de contraparte de reaseguro en el seguro de terremoto no requiere de una acción de mejora. De igual manera, consideraremos que la compañía solo opera el seguro de terremoto de entre varios otros que se consideran en la regulación como el seguro agrícola y de animales, seguro de crédito a la vivienda, el de garantía financiera, y el de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos.

El requerimiento de capital de solvencia para riesgo de terremoto bajo la LISF no tuvo modificaciones sustantivas respecto al requerido por la ley anterior y podemos expresarlo de la siguiente manera,

$$\begin{array}{rcl} RC_{PML} & = & \max[PML - (RCat + CXL), \\ & & -0.1RCat\min\left(\left[\frac{RCat}{0.5LMA}\right], 1\right)], \end{array}$$

donde CXL es la capacidad de la cobertura de reaseguro de exceso de pérdida por evento de terremoto que tenga vigente la compañía.

 q_x μ_x d_x y_x A_x A_x A_x A_x A_x A_x A_x

L Suárez Tinoco

Dado que, tanto *RCat* como el *LMA* son positivos, la función mínimo sobre la función parte entera como primer argumento, permitirá anular el segundo componente de la función máximo cuando la *RCat* sea menor al 50 % del *LMA* en cambio, si la *RCat* fuera mayor, la función máximo nos podría retornar un importe negativo que contribuirá reduciendo el requerimiento de capital total de la compañía.

Como se puede observar, la cobertura de exceso de pérdida por evento de terremoto XL se asemeja a la naturaleza de la pérdida máxima probable PML y disminuir la primera de ésta última significa que el riesgo de pérdidas de la aseguradora se reduce con el respaldo de la cobertura XL.

En este mismo sentido la *RCat* constituye un recurso que estará disponible para pagar las pérdidas, por lo que en la medida que ésta es mayor, el riesgo de que la compañía exponga sus recursos propios para el pago de pérdidas extraordinarias es menor.

Los parámetros 0.1 y 0.5 que permiten determinar cuándo y cuánto de la *RCat* puede usarse como un beneficio de diversificación para reducir el requerimiento de capital resultante de otros riesgos de la compañía indican que se acepta que tal beneficio existe, pero no se encontró una expresión funcional para determinar cuándo y cuánto, por lo que se asume que el regulador la fijó prudencialmente.

No obstante que la reserva catastrófica es un fondo que por naturaleza está destinado a financiar pérdidas derivadas de la ocurrencia de un terremoto dado que proviene del ahorro de la prima pura de riesgo retenida devengada, al ocurrir uno que ocasione pérdidas, el regulador se reserva la aprobación de la liberación de la reserva frente a la ocurrencia de pérdidas por un terremoto pero no podrá ser para mejorar el resultado si no para a lo más, compensar pérdidas netas, será para compensar el incumplimiento de un reasegurador registrado ante la autoridad, para cubrir el costo de la reinstalación de la cobertura de exceso de pérdida afectada pero hasta la prima de riesgo de retención, puede liberarse para cubrir incrementos de costos de la cobertura de reaseguro por un endurecimiento generalizado del mercado pero hasta el exceso de lo que habría costado el año anterior. En este último caso solo podrá hacerse durante un año que a juicio del regulador lo amerite.

Mejoras recomendadas

a) Liberación automática de la reserva catastrófica.
 Que el regulador se reserve la aprobación de la liberación de la reserva catastrófica es evidencia de



la carencia de criterios objetivos que permitan a las compañías efectuar la liberación. Es un proceder poco transparente que puede contravenir la naturaleza misma de esta reserva dado que proviene de la prima pura de riesgo devengada que por sí misma es la esperanza de la pérdida correspondiente al período de cobertura transcurrido.

Es necesaria la definición de criterios objetivos que cada compañía pueda aplicar para que se pueda liberar la reserva catastrófica para cubrir pérdidas lo cual es su objetivo.

- b) Congruencia entre el RC y la PML Por definición, el RC es el monto que nos da el 99.5 % de confianza que la compañía no irá a la quiebra en el horizonte de un año, sin embargo, para efectos del seguro de terremoto se toma la PML como punto de partida, la cual corresponde a la pérdida máxima probable ocasionada por un evento de terremoto. No se tienen elementos para afirmar que si ocurre un primer terremoto en un año ya no ocurrirá un segundo o un tercero, más bien se acepta que es necesario reinstalar la cobertura de reaseguro con el costo correspondiente. Por lo anterior, es necesario modelar la pérdida agregada por tantos terremotos como podrían ocurrir en el horizonte de un año contemplando el costo de reinstalar la cobertura de reaseguro que estará nuevamente vigente una vez que haya sido afectada. Esto abonará a la congruencia entre un RC_{PML} calculado de esta manera y el RC total de la compañía.
- C) Congruencia en período de retorno. Recordemos que el RC es el máx $(0, VaR_{99.5\%}(L))$ y conforme a lo que hemos referido, tomar 99.5% es equivalente a asumir que en promedio ocurre un evento en 200 años que ocasionará la quiebra de la compañía o equivalentemente, asumir un período de retorno de 200 años, sin embargo, el régimen de solvencia del seguro de terremoto se basa en un periodo de retorno de 1,500 años.

El racional de esta diferencia sería que se puede tolerar el riesgo de que la compañía quiebre una vez en 200 años, pero el régimen de solvencia de terremoto considera que ese riesgo aún es demasiado alto, de tal manera que exige acumular un monto mayor de recursos para que el seguro de terremoto respalde un riesgo de quiebra menor.

Este enfoque podría llevarnos a la idea intuitiva un tanto contradictoria de que, si la compañía desaparece en 200 años, el seguro de terremoto que ella opera podría sobrevivir 1300 años más.

d) La reserva catastrófica no puede ser un pasivo. Bajo

la regulación, la reserva catastrófica se constituye como un pasivo, es decir, se asume que son recursos que tiene la compañía, pero se le deben a un acreedor. En los seguros no catastróficos se entiende que la prima de riesgo devengada es sinónimo de prima de riesgo ganada por la compañía; son recursos que respaldan sus obligaciones por siniestros. Cualquier exceso de esa prima de riesgo ganada sobre los siniestros reportados o no, incrementará la utilidad de la compañía, de modo similar, cualquier déficit será pérdida para la compañía y disminuirá su utilidad. En el caso del seguro de terremoto, la prima de riesgo devengada no está siendo ganada por la compañía y está constituyendo un pasivo sin un acreedor identificable puesto que quien consumió la cobertura de seguro no necesariamente es quien será afectado por el terremoto. Puede haber varios años sin que ocurran terremotos que ocasionen pérdidas a los asegurados, pero cuando ocurra uno las pérdidas muy probablemente serán cuantiosas, lo que en forma natural puede considerarse una desviación extraordinaria de siniestralidad para lo cual justamente existe el requerimiento de capital.

e) La reserva catastrófica puede ser un fondo propio admisible. No se conocen muchos países que hayan implementado una reserva de tipo catastrófica para el riesgo de terremoto y la gran mayoría consideran que la siniestralidad derivada de la ocurrencia de terremotos por cuantiosa que sea está cubierta por el requerimiento de capital y le da razón de ser. Este requerimiento de capital se respalda con fondos propios de la compañía que cumplen ciertos criterios de admisibilidad.

Por otro lado, también por criterio establecido por el regulador, las acciones que un inversionista tiene de una compañía de seguros que opera el seguro de terremoto deben ser valuadas no solo considerando el capital de la compañía, sino que debe sumarle el saldo de la reserva catastrófica. Esto sustenta la concepción de que la reserva catastrófica no se le debe a algún acreedor sino a los accionistas de la compañía y por lo tanto es natural entenderla como fondos propios que deben permanecer en la compañía como una reserva de tipo patrimonial justamente para respaldar el pago de siniestros extraordinarios que un terremoto puede ocasionar.

Además, desde una perspectiva práctica, supongamos que la compañía opera el seguro de gastos médicos y debido a una pandemia, sufriera un impacto financiero tal que estuviera al borde de la quiebra, sería razonable que justamente para que los asegurados no quedaran sin los beneficios de la cobertura, el regulador considerara utilizar los recursos de esta reserva catastrófica, por lo que carecería de sentido que la reserva continuará cuando la compañía ha desaparecido.

Como se puede apreciar en la fórmula de RC_{PML} si una compañía opta por contratar una cobertura de exceso de pérdida igual o mayor, a lo más puede aspirar a utilizar el 10 % de la reserva catastrófica para cubrir requerimiento de capital de otros riesgos:

$$RC_{PML} = \max \left[PML - (RCat + CXL), -0.1RCat \min \left(\left[\frac{RCat}{0.5LMA} \right], 1 \right) \right].$$

En tal caso, al menos el 90% restante no está respaldando requerimiento de capital, es decir, tener reserva catastrófica no mejora en gran medida el nivel de solvencia de la compañía, más bien, al quedar registrada como un pasivo demanda recursos para respaldar el eventual reclamo de algún acreedor desconocido. Con ello, el público en general puede percibir que la compañía tiene un nivel de solvencia menor a la que realmente tiene.

Aceptar que son fondos que le pertenecen a los accionistas podrá contribuir a la cobertura del requerimiento de capital y por lo tanto reflejar un nivel de solvencia de la compañía más acorde con la realidad.

f) Ajustar el cálculo del LMA_{FV} . Las decisiones estratégicas de la compañía están orientadas a incidir en tres factores; el tamaño de la cartera de negocios que quiere suscribir, la retención, que indica cuánto del riesgo directo quiere asumir y el riesgo, determinado por las condiciones de las ubicaciones que quiere asegurar.

Como se puede ver en la fórmula de cálculo del LMA_{FV} el primer componente de la función máximo suaviza el efecto en el LMA_{FV} de cualquier disminución del OML_{FV} recogiendo el impacto de las decisiones estratégicas tomadas en el pasado por la compañía.

$$\begin{split} LMA_{FV} &= 0.90 \, \text{máx} \left(SAR_{FV} \frac{\sum_{t=1}^5 \frac{PML_{1-t}}{SAR_{1-t}}}{5}, PML_{FV} \right). \end{split}$$

Tanto el tamaño de cartera como la retención vigentes a la fecha de valuación impactan en la SAR_{FV}



L Suárez Tinoco

recoge el impacto del riesgo por lo que, si la compañía implementa una estrategia de reducción en cualquiera de los tres de tal manera que el segundo componente de la función máximo sea menor, justo sería que se acotara el crecimiento de la reserva catastrófica a un monto inferior porque ese nuevo monto de PML_{FV} ya es el monto de pérdida máxima probable que recoge la totalidad del riesgo al que está realmente expuesta la compañía y no se necesitaría una constitución mayor de la reserva catastrófica. Por otro lado, un incremento en la PML_{FV} por efecto de las decisiones estratégicas que la compañía tome a la fecha de valuación tal que sea mayor que el primer componente de la función máximo, impactará directamente en un incremento en el LMA_{FV} cuya implicación es que se deberá seguir constituyendo más reserva catastrófica, no obstante que al año anterior ya se hubiese estado a punto de rebasar el LMA Este efecto es técnicamente natural porque el riesgo recogido en la PML_{FV} se ha incrementado y es necesario que la reserva catastrófica alcance un monto

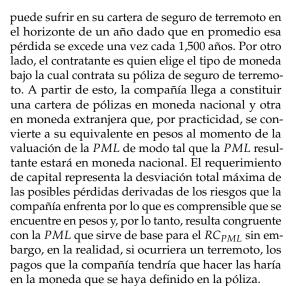
pero la *PML_{FV}* además de esos dos factores, también

A partir de este razonamiento, el LMA_{FV} podría claramente ser calculado como sigue,

$$LMA_{FV} = 0.90PML_{FV}$$
.

Cualquier preocupación sobre la volatilidad del LMA_{FV} derivada de decisiones estratégicas de la compañía inconsistentes a través del tiempo que estuviera influyendo en planteamiento actual del LMA_{FV} sería más un tema que podría y debería ser regulado y supervisado en el ámbito de la gobernanza corporativa y no mediante el planteamiento técnico.

- g) No deducir la totalidad de la cobertura CXL. En la práctica, para determinar el RC_{PML} a la PML se le deduce la totalidad de la cobertura de reaseguro CXL sin embargo, en los términos de su colocación, usualmente se fija un monto que debe ser cubierto primeramente por la compañía que, como se explicó con anterioridad, se conoce como prioridad.
 - Al deducir la totalidad de la cobertura *CXL* se está suponiendo que el reaseguro cubrirá las pérdidas hasta ese monto cuando en realidad solo cubrirá el excedente sobre la prioridad.
- h) Reconocer el impacto del riesgo de descalce por moneda implícito. Como se ha definido, la *PML* es la pérdida máxima probable que una compañía



Al momento en que la compañía efectúe el pago, tendrá que adquirir tantas unidades de moneda extranjera como necesite para cubrir el monto del pago, momento en el cual, el tipo de cambio podría ser notablemente diferente al considerado en la valuación de la *PML*

Además, en la práctica, la cobertura de reaseguro de *XL* usualmente se coloca en el mercado internacional en moneda extranjera, el monto de la cobertura se convierte a pesos para evaluar la solvencia conforme al régimen regulatorio, sin embargo, al ocurrir una pérdida cubierta en una póliza en pesos la cobertura de reaseguro tendrá que convertirse a pesos a un tipo de cambio que también puede ser muy diferente al considerado al momento de la evaluación del requerimiento de capital.

Resulta claro que hay un descalce implícito por moneda que puede representar pérdidas que deben ser reconocidas en el requerimiento de capital de la compañía.

i) Una reserva catastrófica multiramo.

La experiencia reciente de las compañías que operan el seguro de gastos médicos y de vida con la pandemia COVID-19 causada por el virus SARS-CoV-2 nos ha mostrado que es factible enfrentar más pandemias en el futuro. La afectación que han sufrido evidencia la posibilidad de que las pérdidas por otra pandemia, al menos en lo que respecta a estas líneas de negocio principalmente, las pongan en riesgo de quiebra.

También la pandemia nos ha mostrado que la corre-



lación de riesgos catastróficos es una variable que hay que tener en consideración porque el mismo riesgo pandémico tuvo fuertes afectaciones, aunque de comportamiento diferenciado entre los seguros de gastos médicos y de vida. Se intuye que la correlación puede ser nula entre la pandemia y el riesgo de terremoto, pero no estaríamos tan seguros de decir lo mismo entre pandemia y riesgos hidrometeorológicos.

La regulación ya reconoce otros tipos de seguros de riesgos para los que hoy ya se contemplan reservas catastróficas. Algunos de estos deben ser operados por compañías especializadas, sin embargo, tratándose de los seguros de vida, gastos médicos y, huracán y otros riesgos hidrometeorológicos encontramos muchas compañías que los operan al mismo tiempo.

El considerar que la afectación de los diferentes riesgos catastróficos en los diferentes seguros no tiene correlación alguna entre sí conduce a la constitución de reservas catastróficas independientes y a no reconocer ningún beneficio por diversificación.

Es muy probable que, en la práctica, ante la eventualidad de quiebra de una compañía que opera simultáneamente varios de seguros de tipo catastrófico o que resultan afectados por eventos catastróficos, el regulador esté inclinado a autorizar el uso de la catastrófica para el pago de pérdidas sin importar el riesgo catastrófico que las ocasionó, es decir, habría un beneficio real de diversificación.

Con base en lo anterior y en congruencia con la conceptualización de la reserva catastrófica como fondo propio admisible para la cobertura del requerimiento de capital sin importar los riesgos que contribuyan a él, se ve conveniente definir el tipo de riesgos catastróficos, metodologías de evaluación y criterios objetivos para determinar cómo cada uno de estos seguros contribuirá a la constitución de una reserva catastrófica y cómo, en cada uno podría hacerse uso de ésta.

En particular, esta iniciativa implicaría la revisión de todo el régimen de constitución de la reserva catastrófica del seguro de terremoto y así como su régimen de solvencia a fin de garantizar congruencia y solidez conceptual a las metodologías de ambos conceptos entre todos los seguros que contribuirían a una reserva catastrófica multiramo.

6. EL MERCADO DEL SEGURO DE TERREMOTO

Medida objetiva de riesgo

Se esperaría que la prima pura de riesgo determinada con el modelo estatutario desarrollado con el apoyo de la empresa ERN sea una medida objetiva del riesgo para todas las compañías de seguros que pretendan colocar una cobertura de seguro a una determinada ubicación, con los mitigantes y agravantes derivados de las fuentes sismogénicas a las que está expuesta, los efectos de atenuación por el terreno que la separan de dichas fuentes, los efectos de sitio que la afectan, sus vulnerabilidades y las limitaciones de la cobertura.

Sin embargo, en la práctica, la empresa ERN ha afirmado que la carencia de información aumenta la incertidumbre y, por lo tanto, agrava el riesgo lo que conduce a supuestos conservadores que conducen a una prima pura de riesgo que puede sobrepasar un valor esperado realista del riesgo.

Por otro lado, es muy frecuente encontrar que el mercado internacional de reaseguro, especialmente el europeo, para valorar el riesgo de terremoto considere un periodo de retorno de 200 años mientras que el regulador mexicano lo ha fijado en 1,500 años no obstante que el régimen de solvencia en México también considera 200 años. Esta diferencia en el apetito de riesgo en el seguro de terremoto provoca que la prima pura de riesgo que se puede encontrar en el mercado internacional para la cobertura de reaseguro CXL sea menor que la prima pura de riesgo que resulta del modelo estatutario mexicano.

Por lo anterior, en la práctica, la prima pura de riesgo que resulta del modelo estatutario no constituye una medida única y objetiva del riesgo de terremoto.

Competencia.

Así mismo, en el mercado mexicano del seguro de terremoto, a diferencia de lo que ocurrió en alguna época pasada, priva un entorno liberal de precios donde cada compañía puede fijar la tarifa que considere suficiente a condición de que, para la constitución de reservas y evaluación de la solvencia del seguro de terremoto, se tome como base la prima pura de riesgo que resulta del modelo estatutario mexicano.

Naturalmente, este entorno favorece la reducción de precios en beneficio del consumidor, sin embargo, también favorece que las compañías prefieran transferir más riesgo al reaseguro a través de esquemas proporcionales y con ello, reducen su aportación a la reserva catastrófica.

Las compañías de seguros que operan en México el seguro de terremoto cuyos accionistas cuentan con una



| Suárez Tinoco

compañía internacional de reaseguro que pueden tomar ese tipo de riesgo tienen un incentivo adicional, puesto que pueden colocar la totalidad de su riesgo en reaseguro y no contribuir a la reserva catastrófica en México dado que el margen que los negocios le dejen se quedará en el mismo grupo empresarial.

Subsidio de primas.

Ante la oportunidad que representa el reaseguro de reducir los precios de la cobertura ypara competir contra quienes usan el reaseguro, algunas compañías optan por subsidiar las primas que cobran por lo que el déficit de la prima de riesgo cobrada contra la prima pura de riesgo del modelo estatutario se financia con recursos propios de la compañía.

Las compañías que subsidian la prima que cobran suponen que la prima pura de riesgo del modelo estatutario efectivamente es excesiva y tienen la expectativa de que la acumulación de la parte deficitaria que aportan a la catastrófica termine siendo un ahorro que podrán liberar en algún momento en su beneficio. Esta idea se sustenta en la concepción de que la reserva catastrófica, en efecto es un fondo propiedad de los accionistas que fortalece la posición financiera de la compañía apoyada por el criterio aplicado por el regulador para la valuación de la participación accionaria para lo cual se suma la reserva catastrófica al capital de la compañía, no obstante que, para liberar esta reserva se tengan que cumplir ciertos supuestos y mediar la aprobación del regulador.

El subsidio de prima es una apuesta arriesgada, porque podría dominar la interpretación con poco sustento de que la reserva catastrófica es un pasivo que se le debe a los asegurados que resulten afectados por un terremoto, promover la constitución sectorial de la misma o hasta el extremo de pretender usar esos recursos para fondear estrategias populistas. Por muy bizarras que estas alternativas puedan parecer, en nuestro México muchas cosas de ese tipo pasan y podrían pasar en situaciones de emergencia nacional como puede ser la ocurrencia de terremoto de alto impacto.

Uso del reaseguro.

Como se ha explicado, el reaseguro es un mecanismo de trasferencia de riesgo a través de sus tres diferentes esquemas: proporcionales, no proporcionales o financieros, cada uno jugará en el resultado de la compañía de diferente manera.

Los esquemas proporcionales permiten la reducción de la exposición de la compañía en los riesgos directos



esto implicará, para la compañía, una prima pura de riesgo menor, una *PML* menor y una reserva de SONR menor en función de las pérdidas indemnizables y los importes que la compañía pueda recuperar de reaseguro

Dados estos resultados, la reserva de riesgos en curso será menor y consecuentemente la contribución a la reserva catastrófica será menor. Con una RCat disminuida y la estrategia que decida implementar la compañía en términos de la capacidad de cobertura CXL que quiere contratar y cuánto de la RCat está dispuesta a exponer, podrá deducir ambos importes de la PML para obtener el RC_{PML} que tendrá que cubrir con fondos propios admisibles para terminar definiendo el nivel de solvencia de la compañía.

Como vimos en la sección anterior, el uso de la cobertura de reaseguro CXL es muy útil para respaldar una posición competitiva ante el mercado, sin embargo, el uso de las diferentes coberturas de reaseguro implica un debilitamiento del mecanismo de acumulación de recursos a través de los años y de la resiliencia de la economía del país, puesto que en el caso de mayor cobertura de reaseguro proporcional se constituirá menos reserva catastrófica y se dependerá más de la fortaleza financiera de los reaseguradores que es vigilada por el regulador del país sede y se dependerá más de la capacidad para responder con los recursos financieros del año en que a México le ocurra el terremoto, dado que en la mayoría de los casos, los regímenes a los que están sujetos, no les exigen constitución de reservas del tipo de la catastrófica mexicana.

Índice de solvencia

El índice de solvencia resulta de dividir los fondos propios admisibles que la compañía tenga para cubrir su requerimiento de capital de solvencia total sobre, justamente, el capital de solvencia requerido. Se esperaría que constituyera un referente de la fortaleza financiera de la compañía que permitiera al público consumidor de sus servicios elegir aquellas compañías con un índice de solvencia más alto.

En los hechos, se presentan diversas circunstancias que no han permitido la consolidación de este índice como referencia; insuficiente claridad en la determinación de los fondos propios admisibles, fallas en los mecanismos de gobernanza interna para gestionar la asignación óptima de activos a la cobertura de la base de inversión, del requerimiento de capital de solvencia y de otros pasivos de la compañía pero sobre todo, el tema que nos ocupa en este documento, donde para algunas compañías, una reserva catastrófica de magnitud muy importante en

sus recursos no está influyendo en una mejora de dicho índice, por lo que ir atendiendo estos temas contribuirá a la transparencia y confiabilidad del índice de solvencia contribuyendo a una mejor toma de decisiones del público.

Importancia económica.

En 2020, las cifras del sistema estadístico del sector asegurador arrojan que se tenían 546,383 pólizas de seguro de terremoto y durante ese año, hubo una venta de 9,266 millones de pesos en primas y el valor total de los bienes asegurados ascendieron a 38.59 billones de pesos. Durante ese mismo año se presentaron 3,487 siniestros por 398 millones de pesos. Las primas del seguro de terremoto representaron aproximadamente el 1.74 % de los 572,355 de pesos de prima vendida ese año por el sector asegurador.

Sumando el PIB trimestral del país a precios de mercado del 2021 que publica el Banco de México tendríamos un estimado del PIB anual de 71.6 billones de pesos, las primas del sector asegurador representaron el 0.8 %; por su parte, del correspondiente PIB del sector financiero y de seguros representaron el 1.8 %.

Definitivamente, el valor total de los bienes asegurados es una cantidad importante que, al ponerse en riesgo frente a un terremoto, sin duda desestabiliza la economía del país. De cualquier modo, estas cifras revelan otro problema endémico; la baja penetración del seguro, no obstante que a través de los años ha demostrado ser un mecanismo eficiente para restaurar la planta productiva dañada por eventos ajenos a la voluntad del hombre.

Importancia social.

Cuando la planta productiva, la vivienda o alguna otra construcción resulta dañada por el impacto de un terremoto, la economía sufre serios estragos, se deteriora el empleo, suben los precios, se trastocan las cadenas de suministro y escasean los productos, se dificulta acceder o proporcionar servicios privados y públicos que muchas, veces dimos por hecho que estarían ahí funcionando y repentinamente ya no funcionan, se incrementa el riesgo de revueltas sociales, puesto que los grupos sociales afectados buscan solución a sus necesidades urgentes.

Se han documentado escenas dramáticas a consecuencias de experiencias socialmente traumáticas por la experiencia de los terremotos de 1985 y de 2017 que conviene tener en mente para desarrollar soluciones que mitiguen los daños y las pérdidas.

El seguro, en general, y el de terremoto en lo particular, han demostrado eficiencia para resarcir financieramente las pérdidas, pero es un mecanismo privado al que pocas personas tienen acceso y otras más que sí lo tienen, no se han convencido de adquirirlo, por lo que en el incremento de la penetración del seguro de terremoto en el mercado aún falta mucho por hacer.

7. CONCLUSIONES

La reserva catastrófica es un fondo que se acumula a través de los años en que no hay terremotos hasta alcanzar los suficientes fondos para cubrir un monto cercano a la pérdida máxima probable agregada de toda la cartera de póliza de seguro de terremoto. Los recursos provienen de la prima pura de riesgo devengada.

El riesgo de terremoto representado por la prima pura de riesgo anual se determina con un modelo regulatorio desarrollado con el apoyo de una empresa mexicana especializada en evaluación de riesgos naturales el que sirve de base para el cálculo de las reservas técnicas y la evaluación del nivel de solvencia requerido de las compañías de seguros que operan el seguro.

El requerimiento de capital de solvencia se calcula a partir de la pérdida máxima probable de la cartera y se le deduce la cobertura de reaseguro de exceso de pérdida que cubre el seguro de terremoto, igualmente se deduce la reserva catastrófica. El resultado negativo después de estas deducciones y si la reserva catastrófica es mayor al 50 % de su límite técnico de acumulación, la compañía puede utilizar, a lo más el 10 % de la reserva catastrófica para reducir su requerimiento de capital por otros riesgos técnicos y financieros de seguros, pero hasta el 10 % de este último concepto.

De la revisión del régimen estatutario de solvencia para el seguro de terremoto se encuentran oportunidades de mejora que entre las de mayor impacto, son la afectación automática de la reserva catastrófica al ocurrir siniestros de terremoto, conceptualizar la reserva catastrófica como un fondo propio que ayudaría a mejorar la solvencia de la compañía y, finalmente, la implementación de una reserva catastrófica multiramo que también ayudaría a cubrir el riesgo de pandemia en los seguros de gastos médicos y de vida.

REFERENCIAS

Comunidad Wikipedia, 2022 Cinturón de fuego del pacífico. Wikipedia **04**, Consultado el 4 de mayo de 2022 aquí.

LLanas y Fernández, R., 2012 Ingeniería en México, 400 años de historia. Universidad Nacional Autónoma de



L Suárez Tinoco

México, Ciudad de México, Consultado el 4 de mayo de 2022 aquí.

López, A. I., 2021 ¿qué es la brecha de Guerrero?, la zona sísmica que lleva acumulando energía 110 años. National Geographic **09**, Consultado el 4 de mayo de 2022 aquí.

Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la CDMX, 2018 Situación sísmica. Protección Civil de la Ciudad de México Consultado el 4 de mayo de 2022 aquí.

Servicio Geológico Mexicano, 2017 Sismología de méxico. Museo Virtual 03, Consultado el 4 de mayo 2022 aquí. Servicio Sismológico Nacional, 2022 Zona de subducción Mexicana y su potencial para un sismo mayor. Reportes Especiales 04, Consultado el 04 de abril de 2022 aquí.



Crisóforo Suárez Tinoco presidió la Asociación Mexicana de Actuarios en el período 2018-2020 en donde, además, ha sido Tesorero, Vicepresidente, Secretario y expositor en diferentes congresos.

Es Licenciado en Actuaría por la FES Acatlán, estudió una

Maestría en Ciencias Actuariales en la Universidad Anáhuac México, y cuenta con diplomados en Productos Derivados, en Alta Dirección y en Gobierno Corporativo en otras instituciones de prestigio. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias Actuariales en la Universidad Anáhuac México.

Es miembro del Comité de Riesgos y del Grupo de Trabajo de Gobierno Corporativo de AMIS y ha sido expositor en la Convención de Aseguradores de México organizada por AMIS.

Desde hace 24 años labora en Seguros Atlas y, desde Octubre de 2014, es Director de Administración de Riesgos y Control Interno en Seguros Atlas, Seguros el Potosí y Fianzas Atlas.

Es responsable de la documentación, implementación y operación de los sistemas de Administración Integral de Riesgos y de Control Interno para Seguros Atlas, Seguros El Potosí y Fianzas Atlas.







Felicitamos a nuestro alumno **Elías Vázquez Ahued**, de la **licenciatura en Actuaría**, por haber obtenido las certificaciones de *Probability*, y Financial Mathematics otorgadas por la Society of Actuaries (SOA) con un excelente puntaje. La **SOA** es la sociedad internacional de actuarios, que certifica altos estándares de áreas actuariales y éstas son reconocidas a nivel internacional.

Elías ha obtenido la Validation by Educational Experience (VEE), en las áreas de Contabilidad, Economía y Estadística Matemática, gracias a que nuestro programa cumple con los estándares de la SOA.

Con esto Elías es el primer alumno de Actuaría de Anáhuac Puebla en obtener cinco certificaciones de la SOA, antes de egresar.



CURSOS Y TALLERES



DATA ANALYTICS



- PREDICTIVE MODELLING
- DATA VISUALIZATION
- STORYTELLING

Contacto: webmaster@actuariayfinanzas.net



55 8055 4463











- Dashboards (Tableau Power BI IBM) Cognos Analytics - SAP - Excel)
- Financial Modelling & KPIs
- Risks Assessment
- Credit Modelling & Scoring



55 8055 4463

www.actuariayfinanzas.net

Contacto: webmaster@actuariayfinanzas.net











- Afores INFONAVIT IMSS
- Seguros
- Pensiones
- Certificación en Estándares de Competencia Laboral CONOCER
- Aula Virtual Capacitación



55 8055 4463

www.actuariayfinanzas.net





Contacto:











TALLER: MACHINE LEARNING CON PYTHON

Sabado 5 de Agosto, de 9:00 a.m. a 12:00 p.m. Domingo 6 de Agosto, de 9:00 a.m. a 12:00 p.m.

Dia presencial

Dia online

Ponente:

Tlahui Bolaños

Actuario egresado de la UAQ con Maestria en Ciencia de datos por la Universidad de Helsinki. Especialidad en areas de administracion de datos, machine learning, automatizacion de procesos y reservas tecnicas.



Registro sin costo



UNIVERSIDAD 231, CERRO DE LAS CAMPANAS S/N, LAS CAMPANAS, 76010 SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO.









AxMéxico

FACULTAD CONTADURÍA ADMINISTRACIÓN

AUDITORIO "JAVIER ISLAS"

DE



Riesgo Operacional

4, 5, 6, 11, 12 Y 13 DE JULIO DE 9 A 13 HORAS PLATAFORMA ZOOM

MIEMBROS CONAC 24 HECSE

INFORMES E INSCRIPCIONES: CARMI CRUZ



55 8187 2007



contacto@acrglobal.com.mx



www.acrglobal.com.mx



COBERTURA DE LA BASE DE INVERSIÓN Y FONDOS PROPIOS ADMISIBLES

JULIO 8, 15 Y 22, DE 9:00 A 13:00 HRS PLATAFORMA ZOOM MIEMBROS CONAC 12 HECSE NORMATIVIDAD 10



Informes e inscripciones: Carmi Cruz











PROGRAMA

MODELOS SUPERVISADOS

- · ALGORITMOS DE ML
- REGRESIÓN LINEAL, REGRESIÓN LOGÍSTICA Y STOCHASTIC GRADIENT DESCENT
- REGRESIÓN CON ÁRBOLES DE DECISIÓN Y BOSQUES ALEATORIOS
- CLASIFICACIÓN CON ÁRBOLES DE DECISIÓN Y BOSQUES ALEATORIOS
- K-NEAREST-NEIGHBOR (KNN)
- SUPPORT VECTOR MACHINE

MODELOS NO SUPERVISADOS

- HIERARCHICAL CLUSTERING
- · K-MEANS
- PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS







Curso

PASIVOS LABORALES CONTINGENTES

NIF - D3, BENEFICIOS PARA EMPLADOS CURSO AVALADO POR EL CONAC CON HECSE

- ACTUARIOS CERTIFICADOS EN PLC: 25 HECSE -10 HRS DE NORMATIVIDAD
- **ACTUARIOS NO CERTIFICADOS EN PLC:**
- 6.25 HECSE, 2.5 HRS DE NORMATIVIDAD

INICIO: 5 DE AGOSTO DURACIÓN 25 HRS / 6 SÁBADOS



Problemática social

1.1 ANÁLISIS DEMOGRÁFICO (INEGI-CONAPO) 1.2 ANÁLISIS DEL INGRESO Y GASTO EN MÉXICO 1.3 PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO Y TENDENCIAS

Matemáticas **Financieras**

2.1 TEORÍA DEL INTERÉS 2.2 ANUALIDADES CIERTAS 2.3 VALOR PRESENTE Y VALOR FUTURO

Matemáticas **Actuariales**

3.1 ANUALIDADES CONTINGENTES 3.2 TEORÍA DE DECREMENTOS MULTIPLES

Marco Legal

4.1 LEY FEDERAL DEL TRABAJO 4.2 LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA

4.3 LEY DEL SEGURO SOCIAL

Beneficios a los empleados

5.1 BENEFICIOS CONTRACTUALES 5.2 PLANES DE PENSIONES 5.2.1 BENEFICIO DEFINIDO 5.2.2 CONTRIBUCIÓN DEFINIDA 5.2.3 HÍBRIDOS 5.3 REGLAMENTACIÓN DE BENEFICIOS

Valuación Actuarial de un plan de pensiones

6.1 SELECCIÓN DE HIPÓTESIS ACTUARIALES 6.2 MÉTODOS DE COSTEO 6.3 CASO PRÁCTICO

Norma de Información Financieras D-3

7.1 VALUACIÓN 7.2 PRESENTACIÓN Y REVELACIÓN









CURSOS DE CERTIFICACIÓN

DAÑOS, VIDA, ACCIDENTES Y ENFERMEDADES - OTORGAN 8 HECSE

PROGRAMA GENERAL INICIO: 5 DE AGOSTO
DURACIÓN: 35 HORAS POR CURSO

LEY DE INSTITUCIONES DE SEGUROS Y DE FIANZAS CIRCULAR ÚNICA DE SEGUROS Y FIANZAS LEY SOBRE EL CONTRATO DE REGLAMENTO DEL SEGURO DE GRUPO PARA LA OPERACIÓN DE VIDA Y DEL SEGURO COLECTIVO PARA LA OPERACIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES ACUERDO SERVICIOS DE ASISTENCIA

LINEAMIENTOS LEGALES PARA EL REGISTRO DE PRODUCTOS. MODALIDADES DE REGISTRO (BENEFICIOS ADICIONALES, PRODUCTOS PAQUETE, REGISTROS ESPECIALES, ETC.) CONTENIDO DE LA NOTA TÉCNICA ANALISIS DE CONGRUENCIA ENTRE NOTA CONTRACTUAL ESTÁNDARES DE PRÁCTICA ACTUARIAL (ESTÁNDARES DE PRIMAS) ASPECTOS NORMATIVOS RELACIONADOS CON EL CÁLCULO DE LA PRIMA

CONCEPTOS Y DEFINICIONES TEORÍA Y METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE PRIMAS. CÁLCULO NUMÉRICO DE PRIMAS.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES TEORÍA Y METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE RESERVAS CÁLCULO NUMÉRICO DE RESERVAS E IMPORTES RECUPERABLES DE REASEGURO

LINEAMIENTOS LEGALES PARA EL REGISTRO DE MÉTODOS ACTUARIALES DE VALUACIÓN DE RESERVAS ESTÁNDARES DE PRÁCTICA ACTUARIAL (RESERVA DE

ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES PARA LA VALUACIÓN DE MARGEN DE RIESGO Y DE LOS IMPORTES RECUPERABLES

RESERVA DE RIESGOS EN CURSO RESERVA PARA OBLIGACIONES PENDIENTES DE CUMPLIR RESERVA DE CONTINGENCIA (SOCIEDADES MUTUALISTAS) RESERVAS ESPECIALES

LOS MÉTODOS ESTATUTARIOS DE VALUACIÓN DE LA RRC

CONCEPTOS Y DEFINICIONES TEORÍA Y METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE RESERVAS CÁLCULO NUMÉRICO DE RESERVAS E IMPORTES RECUPERABLES DE REASEGURO

GOBIERNO CORPORATIVO, FUNCIÓN ACTUARIAL, ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE RIESGOS Y CONTRALORÍA INTERNA REASEGURO Y LÍMITES DE RETENCIÓN. DEFINICIONES Y CÁLCULO REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA, CONCEPTOS Y CÁLCULOS BÁSICOS

ASPECTOS CONTABLES Y OPERATIVOS. LINEAMIENTOS Y APLICACIÓN BÁSICA REPORTES REGULATORIOS







CONAC OTORGA 16 HECSE / 6 HRS DE NORMATIVIDAD

PROGRAMA

INICIO: 03 DE OCTUBRE / 3 MARTES, 3 JUEVES **DURACIÓN: 22 HORAS**

CONTABILIDAD DE SEGUROS I: CICLOS DE LA OPERACIÓN.

- Conceptos Básicos de Contabilidad para No Contadores
- · Contabilidad de Seguros
- · Marco Jurídico (Normativa CUSF)
- · Ciclos de la Operación de Seguros

(Normativa CUSF)

LEmisión

II.Cobranzas III.Siniestros

IV.Reaseguro

V.Reservas Técnicas

VI. Gastos Operacionales

VII.Inversiones

VIII.Impuestos

· Caso práctico

CONTABILIDAD DE SEGUROS II: ANÁLISIS FINANCIERO.

- · Estructura de los Estados Financieros Básicos (Normativa
- · Aplicación de Razones Financieras
- · Reportes Financieros que revelan desviaciones y tendencias I.Primas

II.Deudores Diversos

III.Siniestros

IV.Saldos Reaseguro

V.Nómina

VI.Gastos Operacionales

VII.Cobranza

Posición Monetaria.

CONTABILIDAD DE SEGUROS III: REPORTES FINANCIEROS TRIMESTRALES Y ANUALES OFICIALES.

- Reporte Regulatorio RR7 (Normativa CUSF)

a) TXT - Layouts

b) Catálogos Mínimos

(Normativa CUSF)

c) Otros Catálogos

(Normativa CUSF)

- · Apartados Información Cualitativa y Cuantitativa.
- · Informe Corto Dictamen Financiero I.Estados Financieros Comparativos

II.Notas de Revelación

III.Papeles de Trabajo

· Reporte sobre la Solvencia y Condición Financiera











PROGRAMA

LÍMITE DE REGISTRO: 31 DE AGOSTO DURACIÓN: 30 HORAS

CONCEPTOS BÁSICOS Y COMPARACIÓN CON IFRS 4

- ·Estándares IFRS
- Fundamento algebraico de la contabilidad de seguros
- Sistemas de reporte financiero
- Definiciones y alcance del IFRS 17
- ·Comparación con IFRS 4
- Tópicos de Reservas técnicas

MODELO GENERAL DE MEDICIÓN Y VARIANTES

- ·Definición del modelo
- ·Bloques del modelo
- ·Casos numéricos
- Enfoque de asignación de primas
- -Comparación con el
- modelo general •Enfoque de cuotas

variables

·Reaseguro mantenido

POLÍTICAS CONTABLES, PRESENTACIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS, NOTAS DE REVELACIÓN Y CONSIDERACIONES DE APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN

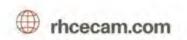
- ·Políticas contables
- Presentación de resultados
- ·Notas de revelación
- Aplicación inicial y transición
- ·Impacto financiero
- Impacto en el modelo operativo
- ·Adaptación de sistemas

PROCESOS ACTUARIALES DE REPORTE FINANCIERO

- ·Flujo del proceso
- ·Sistemas de información
- Requerimientos de Información









ANÁLISIS DE RIESGOS Y SIMULACIÓN DE PROCESOS ESTOCÁSTICOS

INICIO: 07 DE OCTUBRE

DURACIÓN 16 HRS / CONAC OTORGA 15 HECSE



PROGRAMA

1. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE RIESGO

- LI RIESGO VS INCERTIDUMBRE
- 1.2 ENFOQUE DETERMINÍSTICO VS MODELO MONTE CARLO (ESTOCÁSTICO)
- 1.3 EL PAPEL DE LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD EN LA SELECCIÓN DE FUNCIONES DE VARIABILIDAD: CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS. 1.4 EL SOFTWARE «RISK EN EL DISEÑO DE MODELOS DE SIMULACIÓN DE PROCESOS ESTOCÁSTICOS
- 2. MODELOS DE ANÁLISIS DE RIESGO EN AUSENCIA DE DATOS HISTÓRICOS
- 2.1 DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONTINUAS: UNIFORME, TRIANGULAR, TRIGEN, PERT Y VARY 2.2 DETERMINACIÓN DE RIESGOS DE PÉRDIDA
- 2.2 DETERMINACIÓN DE RIESGOS DE PÉRDIDA MEDIANTE EL USO DE PERCENTILES
- 2.3 ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE HERRAMIENTAS AVANZADAS DE BÚSQUEDA DE OBJETIVOS
- 2.4 SUPERPOSICIÓN DE FUNCIONES DE RIESGO
- 2.5 SELECCIÓN DEL GENERADOR MONTE CARLO Y ASIGNACIÓN DE SEMILIAS
- 2.6 MUESTREO LATINO HIPERQÚBICO VS MONTECARLO SIMPLE : DIFERENCIAS METODOLÓGICAS
- 2.7 CÁLCULO DE PROBABILIDADES DE PÉRDIDA: MÉTODO GRÁFICO Y DE REGISTRO
- 2.8 ASIGNACIÓN DE SALIDAS MÚLTIPLES
- 2.9 FUNCIONES ESTADÍSTICAS DE RESULTADOS.
- 2.10 DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD DISCRETAS: BERNOULLI, BINOMIAL, DISCRETA Y POISSON
- 2.11 ANÁLISIS AVANZADO DE STRESS.

- 3. MODELOS DE ANÁLISIS DE RIESGOS CON INFORMACIÓN HISTÓRICA
- 3.1 DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONTINUAS : NORMAL Y LOGNORMAL
- 5.2 AJUSTE PERSONALIZADO DE DISTRIBUCIONES
- 3.3 HERRAMIENTAS AVANZADAS DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS : GRÁFICO DE TORNADO Y DE ARAÑA
- 3.4 ANÁLISIS AVANZADO DE SENSIBILIDAD
- 3.5 GENERACIÓN DE SIMULACIONES SIMULTÁNEAS PARA MODELOS CON PARÂMETROS MÚLTIPLES
- **3.6 AJUSTE DISTRIBUCIONES**
- 5.6.1 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE : ESTADÍSTICOS DE PRUEBA VS. MÉTODO BOOTSTRAP PARA CÁLCULO DE VALORES DE SIGNIFICANCIA
- 3.7 AJUSTE DE DISTRIBUCIONES POR LOTES
- 3.8 AJUSTE DE SERIES DE TIEMPO
- 3.9 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN AVANZADO MEDIANTE CÓPULAS : DIFERENCIAS ENTRE MODELOS GAUSSIANOS Y NO GAUSSIANOS
- 3.10 GRÁFICOS DE DISPERSIÓN PARA CRUCE DE VARIABLES DE RIESGOS EN ESCENARIOS
- 3.11 AJUSTE DE DISTRIBUCIONES MEDIANTE KERNELS
- 5.12 OPTIMIZACIÓN BAJO CONDICIONES DE RIESGO
- 5.12.1 OPTIMIZACIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA (FRONTERA EFICIENTE)
- 4. APLICACIONES
- 4.1 MODELO DE FLUJOS DE EFECTIVO
- 4.2 MODELO DE SEGUROS FINANCIEROS
- 4.3 MODELO DE CARTERAS DE INVERSIÓN
- 4.4 MODELO DE RIESGO OPERATIVO

R, RISK











Curso Live Stream

PRICING NO VIDA CON MACHINE LEARNING EN R

CURSO AVALADO POR EL CONAC OTORGA 16.5 HECSE

INICIO: 7 DE OCTUBRE DURACIÓN: 30 HRS / 6 SÁBADOS



Exploración de datos

USO DE GGPLOT2 Y DPLYR

Modelos GLM y Modelos GBM

POISSON BINOMIAL GAMMA Y TWEEDIE

RANDOM FOREST Y BOOSTING

Técnicas de penalización y selección de variables / Técnicas de aprendizaje no supervisado

K-MEAN, CLUSTERING, PCA

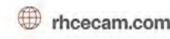
Aplicaciones

SCORE CREDITICIO NÚMERO DE RECLAMOS SEVERIDAD Y VARIABLE DE PÉRDIDA TOTAL PRICING

Análisis comparativo.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.









(30 HECSE, 10 HRS DE NORAMTIVIDAD)

PROGRAMA

INICIO: 31 DE OCTUBRE / 2 MARTES, 5 SÁBADOS

DURACIÓN: 30 HORAS

R; REGRESIÓN Y SIMULACIÓN DE TABLAS DE MORTALIDAD

Introducción a R Suavizamiento y simulación Regresión logística Cópulas Bivariadas: Introducción a Cópulas bivariadas, familias paramétricas y algoritmo de regresión y simulación. Análisis de las tablas de mortalidad.

MEJOR ESTIMADOR (BEL)

Antecedentes de Solvencia
Pilares y principios de
Solvencia II con apego a lo
definido en la CUSF
Balance Económico y Valor
de Transferencia.
BEL - Modelos de
proyección de flujos: BEL
vía simulación vs
metodología determinista.
Impactos del BEL en el
Balance Económico
BEL - Modelos en R para
Corto Plazo; Métodos
clásicos y estocásticos.

MARGEN DE RIESGO (MR)

Introducción y
Antecedentes a los
principios teóricos y
regulatorios del MR.
Margen de Riesgo:
Diferentes enfoques
definidos por el IASB y
metodología descrita en la
CUSF.
Aplicación con R para
obtener el Margen de
Riesgo de acuerdo con lo
establecido en la CUSF.

REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA (RCS)

RCS con base a los establecido en la CUSF. RCS:

Construcción del modelo para obtener el RCS con Análisis de resultados.

INTRODUCCIÓN A LA VALUACIÓN ACTUARIAL MARKET CONSISTENT EMBEDDED VALUE Y AGREGACIÓN DE RIESGOS











CURSO

ONLINE

OPTIMIZACIÓN DE LOS ESQUEMAS DE REASEGURO EN EL P&L, BALANCE CASHFLOW Y SOLVENCIA

Fecha: 04 de julio de 2023

Total de Horas: 12

- informes@actuaryhunters.com
- f Gactuaryhunters
- 55 51 71 62 86
- **S** 55 83 72 41 90



CURSO

ONLINE

INFERENCIA ESTADÍSTICA (CASO NO PARAMÉTRICO)

Fecha: 17 de julio de 2023

Total de Horas: 24

- informes@actuaryhunters.com
- **55 51 71 62 86**
- **S** 55 83 72 41 90







ONLINE

CÁLCULO DEL LÍMITE MÁXIMO DE RETENCIÓN EN INSTITUCIONES DE SEGUROS

Fecha: 26 de julio de 2023

Total de Horas: 12

- informes@actuaryhunters.com
- 🕇 🖟 🏗 🖟 🌃 🕯 🌃 🕯 🕯 🌃 🌃 🕯 🕯
- **55 51 71 62 86**
- 55 83 72 41 90



CURSO

ONLINE

CONTRATOS DE REASEGURO

Fecha: 09 de agosto de 2023

Total de Horas: 15

- informes@actuaryhunters.com
- 55 51 71 62 86
- **S** 55 83 72 41 90



CURS0

ONLINE

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL Y MODELOS LINEALES GENERALIZADOS

Fecha: 21 de agosto de 2023

Total de Horas: 33

- ☑ informes@actuaryhunters.com
- 6 Gactuaryhunters 55 51 71 62 86
- **5** 55 83 72 41 90



CURSO

ONLINE

AVANZADO DE ESTADÍSTICA PARA MACHINE LEARNING CON PYTHON

Fecha: 21 de agosto de 2023

Total de Horas: 24

- informes@actuaryhunters.com
- **Cactuaryhunters**
- 55 51 71 62 86
- 55 83 72 41 90



MÉXICO